

DEBRECENI EGYETEM

Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar

**KERPÉLY KÁLMÁN NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS REGIONÁLIS
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**

Doktori iskola vezető:

Prof. Dr. Nagy János
az MTA doktora

Témavezetők:

Prof. Dr. Tamás János
az MTA doktora

Prof. Dr. Szabó József
az MTA doktora

**AZ AGROÖKOLÓGIAI POTENCIÁL VIZSGÁLATA TÉRINFORMATIKAI ÉS
TÁVÉRZÉKELÉSI MÓDSZEREKKEL SZŐLŐ- ÉS
GYÜMÖLCSÜLTETVÉNYEKBE**

Készítette:

Fórián Tünde
doktorjelölt

Debrecen

2014

**AZ AGROÖKOLÓGIAI POTENCIÁL VIZSGÁLATA TÉRINFORMATIKAI ÉS
TÁVÉRZÉKELÉSI MÓDSZEREKKEL SZŐLŐ- ÉS
GYÜMÖLCSÜLTETVÉNYEKBEN**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
Növénytermesztési, Kertészeti tudományágban

Írta: Fórián Tünde, okleveles tájvédő geográfus, terület- és településfejlesztő geográfus

Készült a Debreceni Egyetem **Kerpely Kálmán Doktori Iskolája**
Növénytermesztési, Kertészeti tudományok doktori programja keretében

Témavezetők: Dr. Tamás János DSc, egyetemi tanár
Dr. Szabó József DSc, professzor emeritus

A doktori szigorlati bizottság:

	név	tud. fokozat
elnök:	Blaskó Lajos	DSc
tagok:	Juhász Csaba	PhD
	Szabó József	PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2013. november 27.

Az értekezés bírálói:

név	tud. fokozat	aláírás
.....
.....

A bírálóbizottság:

	név	tud. fokozat	aláírás
elnök:
tagok:

titkár:

Az értekezés védésének időpontja: 20... ..

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Témafelvetés	4
1.1. Értekezés célkitűzése	6
2. Irodalmi áttekintés.....	7
2.1. Agroökológiai tényezők.....	7
2.1.1. Természetes domborzat.....	7
2.1.2. Mesterséges domborzat.....	8
2.1.3. Talaj.....	13
2.1.4. Klíma.....	17
2.1.5. Termesztéstechnológia.....	18
2.1.6. Gyümölcsös állomány.....	19
2.1.7. Földhasználat.....	20
2.2. Térinformatikai alkalmazások, és modellezés	21
2.3. Mezőgazdasági szempontú termőhely értékelés	25
2.3.1. Mezőgazdasági információs rendszerek	26
2.3.2. Szőlő termőhely értékelés és a termőhelyi kataszteri rendszer.....	28
2.3.3. Gyümölcs termőhely nyilvántartása és minősítése	31
3. Anyag és módszer	34
3.1. Vizsgált szőlőhegyek	34
3.1.1. Csobánc-hegy.....	34
3.1.2. Sátor-hegy.....	36
3.1.3. Nagy-eged-hegy.....	39
3.2. Vizsgált gyümölcsültetvények	41
3.2.1. Újfehértói ültetvény	41
3.2.2. Siófoki ültetvény	43
3.2.3. Nagykanizsai ültetvények	45
3.3. A térinformatikai modellezés és az alkalmazott vizsgálati módszerek.....	47
3.3.1. Domborzati adatok	47
3.3.2. Talajtani adatok.....	49
3.3.3. Ültetvényre vonatkozó adatok.....	49
3.3.4. Földhasználatra vonatkozó adatok	51
3.3.5. Szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai modellezése	51
3.3.6. A térinformatikai és statisztikai módszerek	52
4. Eredmények.....	54
4.1. Domborzati adottságok	54
4.1.1. Természetes domborzat értékelése.....	54
4.1.2. Mesterséges domborzat értékelése.....	61
4.2. Talajtani tulajdonságok vizsgálatának eredményei.....	68
4.2.1. A szőlőteraszok talajának vizsgálata.....	68
4.2.2. Talajerózió kockázat elemzése gyümölcsültetvényben	74
4.3. Gyümölcsös állomány vizsgálata távérzékelt adatok alapján	77
4.4. Földhasználat változás a szőlőterületeken	79

4.4.1. Sátor-hegy	79
4.4.2. Csobánc-hegy	83
4.5. Szőlő termőhelyi kataszter pontrendszerének vizsgálata	86
4.5.1. Domborzatminősítés a szőlő termőhelyi kataszter pontértékei szerint	87
4.5.2. A talaj tényező pontértékének meghatározása	95
4.5.3. A szőlőhegyek értékelése az összesített pontszámok alapján	96
4.5.4. A földhasználat változás és a tényezők pontértékeinek kapcsolata	97
5. Következtetések, javaslatok	103
6. Új és újszerű tudományos eredmények	105
7. Összefoglalás.....	106
8. Summary	111
9. A felhasznált irodalom jegyzéke	116
10. Mellékletek.....	130
11. Publikációs tevékenység az értekezés témakörében	157
12. Függelék.....	160

BEVEZETÉS

A térinformatikai adatbázisok használata a közigazgatás, gazdasági beruházások és a területfejlesztés területén már hosszú évtizedek óta megszokott gyakorlat, azonban a kertészeti- gyümölcsstermesztő ágazatokban a pontos helymeghatározással rendelkező térinformatikai adatbázis kezelés még nem terjedt el hazánkban. A termőhelyek, vagy ültetvények agroökológiai potenciáljának meghatározásához, valamint ezen erőforrás hosszú távú fenntartásához szükséges az agroökológiai adottságokban és a tényezőkben kimutatható térbeli különbségek feltárása. Felmerül az a kérdés, hogy a gyümölcsstermesztéshez szükséges adatokat milyen módon lehet egy térinformatikai rendszerben kezelni, vagy a jelenségeket és a változásokat modellezni, elkülönülnek-e és hogyan számszerűsíthetőek a különböző területi sajátosságok agroökológiai paraméterei.

A precíziós termesztési technológia a szántóföldi gazdálkodás területén már évtizedes hagyományokkal rendelkezik hazánkban is, míg a gyümölcsstermesztéssel foglalkozó kutató telepek adatbázisa meglehetősen széttagolt, a kezelése nehézkes, valamint az aktualizálása több erőfeszítést igényel. A főbb termesztési adatok (fajta név, telepítés éve, metszés- v. virágzás időpontja stb.) hagyományosan papír alapú formátumban állnak rendelkezésre, amelyek a legtöbb esetben külön-külön, a telepen dolgozó kutatóknál fajtánként vagy parcellánként vannak nyilvántartva. A telepítés után a hiányok és a pótlások átvezetése csak új fajta listák készítésével oldható meg, és ennek hiánya számos problémát okoz, amely már táblaszinten is több ellentmondáshoz, végső soron gazdaságilag hibás döntéshez vezethet.

Jelenleg az egységes területalapú támogatások igénybeviteléhez már pontos helymeghatározásra van szükség, melyet a szántóföldi (MEPAR) és az erdészeti (Erdőtérkép) térinformatikai nyilvántartási rendszer is segít. Az agrár-támogatási rendszerek és a minőségi termelés egyaránt megkívánja a szőlő- és gyümölcsös területek kataszteri rendszerének elektronikus nyilvántartását is. A VINGIS rendszer a szőlészetben a korábbi papír alapú adatbázisokhoz képest új távlatot nyitott meg, és alap adatbázist biztosít az elemzések elvégzéséhez. Azonban a szőlő hegyközségi nyilvántartásától eltérően a gyümölcs szektorban nincs ilyen központosított intézményrendszer, amely az adatok térinformatikai feldolgozását végezné.

1. TÉMAFELVETÉS

Az agroökológia az ökológia egy speciális területe, amely számszerűen tárja fel a növény és környezete között fennálló kapcsolatokat. Szűken értelmezve (talaj-növény-levegő rendszer) a talajban végbemenő víz- és tápanyag forgalmi folyamatokat írja le (Rajkai K. et al., 2004). Véleményem szerint azonban az agroökológia kifejezése egy ennél tágabb értelmezésű, komplex ökoszisztéma térbeli kapcsolatának vizsgálatát jelenti, mely a mezőgazdaság valamely ágához köthető. Természetesen a vizsgálatoknak minden esetben gyakorlati indíttatása van, a cél egy területre vonatkozó termőképesség, a termesztendő növény fajták, valamint a művelhetőség feltételeinek meghatározása. A számba vett agroökológiai tényezők, valamint az elvégzett kutatások módszertanában jelentős különbségek mutatkozhatnak a vizsgálatokat végző kutatócsoport szakmai hovatartozásától függően.

Az ország agroökológiai potenciáljának felmérése az 1970-es évek végén zajlott egy nagyszabású kutatási program keretében *Láng István* vezetésével. A felmérés 35 agroökológiai körzetet, ezen belül 205 talajmozaikot - pontszámokkal kifejezve - értékelt a legfontosabb 7 termesztési- vegetáció típus 2000-ben várható potenciális hozama szerint (*Láng et al.*, 1983). A növényzeti produktivitás értékelésénél csak a talaj, talaj vízgazdálkodás, melioráció, klíma tényezőit vették figyelembe. *Kupi és Belényesi* (1998) az országos felméréshez hasonlóan szántóföldi növények ökológiai igénye alapján értékelték a Bodroghöz tájfoltjait. A szerzőpáros 7 talajhoz kapcsolódó tulajdonságot térképezett fel, mely alapján agroökológiai körzeteket határolt le. A *Várallyay György* irányításával lefolytatott Agroökológiai Kutatási Program a talaj agroökoszisztémák oldaláról közelítette meg a termőhely minősítését (*Várallyay*, 2004), melynek keretében szintén nagy hangsúlyt fektettek a talajtani adottságok vizsgálatára.

Alföldi vagy síkvidéki termőterületeken a minimális szintkülönbség is jól nyomon követhető a talajtípus változásán keresztül, azonban az 5%-osnál meredekebb lejtők esetében, dombsági vagy hegyvidéki tájakon szükséges a domborzati tényezők vizsgálata is, ez kifejezetten igaz a szőlő és gyümölcs termőterületeire. *Góczán László* (MTA Földrajztudományi Kutató Intézet) irányításával az 1980-as évek elejétől kezdődően elindult egy agroökológiai körzetesítési program, amely a geográfia irányából közelítette meg a témát, tehát a domborzat, éghajlat, talaj tulajdonságaira egyaránt figyelmet fordított, valamint a *Láng István* vezetésével végzett országos agroökológiai vizsgálatok tapasztalataira egyaránt támaszkodott (*Góczán et al.*, 1988;

Lóczy, 1989; Szalai, 1993). A térinformatika fejlődésének köszönhetően a program során már lehetőség nyílt a különböző paraméterek térinformatikai modellezésére és együttes elemzésére. A segítségével meghatározható a növénytermesztésre való területi alkalmasság a nagyobb kiterjedésű területekre (megye, ország) egyaránt, valamint megrajzolható a termelési alkalmassági fokozatok térképe (Lóczy és Szalai, 1995).

A fent említett példák országos, vagy regionális léptékben vizsgálták a szántóföldi növények termesztetőségét, azonban az utóbbi években megnőtt az igény az ültetvény szintű vizsgálatok iránt, mely már a precíziós mezőgazdaság irányába mutat. A termeszteni kívánt növény igényeinek megfelelően a kiválasztott tényezőkhöz rendelt paraméterek minősítése többféleképpen is történhet, mivel a tényezők szoros összefüggésben állnak egymással, a fizikai modell fejlesztésénél a kapcsolatrendszerre külön figyelmet kell fordítani. Dolgozatomban speciálisan a szőlő és gyümölcsstermő területek vizsgálatával foglalkozom, így az agroökológiai tényezők térinformatikai feldolgozása is ebben a szemléletben zajlott. Példaként szolgálhat egy sematizált koncepcionális modell (1.melléklet), amely a viszonylag könnyen előállítható adatbázisokra épülő adatfeldolgozási folyamatrendszert mutatja be a lehetséges összefüggésekkel, néhány fontosabb témakört kiemelve. Ez egy olyan modell, amely számos, a precíziós gyümölcsstermesztésben felmerülő problémára megoldást nyújthat. Azonban ez nem jelenti azt, hogy csak az ábrán felsorolt minden input adat megléte esetén működőképes, mivel egy ilyen részletességű modell a gyakorlatban ritkán valósul meg. A rendkívül kifinomult modellek gyakori hibája a túl sok paraméter (Jolánkai, 2004), illetve gyakran az adat minősége, vagy a kis felbontása sem elegendő ahhoz, hogy további többlet információt eredményezzen a modell végeredményét tekintve. Tehát a ténylegesen kifejlesztésre kerülő fizikai modellnél a felhasználandó adatok körét a végső felhasználók (termelők) igényei határozzák meg.

Tekintettel a számos mintaterületen végzett vizsgálatokra és a téma nagyságára, a dolgozatomban nem állt módomban minden mintaterületre a komplex modell lefutására, ezért a potenciális termőhely-alkalmassági vizsgálatokhoz eredményesen alkalmazható térinformatikai modellek egy-egy részét emelem ki a különböző mintaterületen történő bemutatásával.

1.1. Értekezés célkitűzése

Célul tűztem ki a termőhely agroökológiai potenciáljának megőrzése érdekében a szőlő- és gyümölcsültetvények ökológiai alkalmasságának térinformatikai módszerekkel történő vizsgálatát a kiválasztott mintaterületeken, néhány kulcsfontosságú tényező (domborzat, talaj, biomassa, földhasználat) alapján.

Ezen cél eléréséhez a következő részletes célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- Szőlő és gyümölcs termőhelyek értékeléséhez szükséges térinformatikai modellek kidolgozását, valamint a Szőlő Termőhelyi Kataszter térinformatikai modellezéssel történő vizsgálatát.
- Digitális domborzatmodellek alkalmazhatóságának bemutatását a szőlő- és gyümölcs termőhely értékelésében, a természetes domborzat és a hozzá szorosan kapcsolódó jelenségek modellezésén keresztül.
- A mesterséges domborzati elemek (támfalak) vizsgálatát a terasz-támfal rendszer állapotának felmérésén keresztül.
- Légi hiperspektrális felvételek elemzését a biomassa állapotának felmérése céljából.
- A földhasználat időbeli és térbeli változásának kimutatását, valamint a földhasználat változás és a természeti adottságok közötti kapcsolat (rendszer) vizsgálatát térinformatikai módszerekkel.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Agroökológiai tényezők

2.1.1. Természetes domborzat

A mezőgazdaság, azon belül is a szőlő- és gyümölcsstermesztés tekintetében a domborzat kulcsfontosságú tényező, mely jelentős befolyást gyakorol a talaj kialakulására, a talaj vízháztartási értékeire, a csapadék-lefolyás és a talajerózió mértékére, a közvetlen besugárzásra (*Ádám, 1980; Bell et al., 1994; Chaplot et al., 1998; Sorensen et al., 2006; Telbisz, 2007*); valamint nem utolsó sorban a művelés feltételeire (*Laposa, 1988*), és a földhasználatra (*Szilassi és Kiss, 2001; Nyizsalovszki, 2003; Fórián, 2006*). *Soltész et al.* (2004) szerint a termőhelyek kiválasztásánál a jelenleginél nagyobb figyelmet kell fordítani a terület domborzati adottságaira, a magasabb hozamok elérése és az extrém időjárási hatások kiküszöbölése érdekében. A felszíni formák megszabják a sugárzásból származó energia mennyiségét, melynek következményeként a hőmérsékletet és a relatív nedvességtartalmat is (*Mészáros és Probáld, 1968*) különösen derült napokon, amikor a fagykár mértékét is befolyásolhatja (*Justyák és Pinczés, 1976*). Szélcsendes időben az éjszakai kisugárzás alatt a lejtők alján megüledett hideg levegő hőmérséklete harmatpont alá csökkenhet, köd képződhet belőle, míg a legmelegebb déli órákban akár felül is múlhatja a magasabban fekvő lejtők hőmérsékletét.

Az ország területén maximum 250 m (*Csepregi, 1997*) - 300 m (*Prohászka, 1953; Kozma, 2000*) tengerszint feletti magasságig lehet gazdaságosan szőlőt termesztetni. Ezen a magassági szinten csak a Badacsonyon, Egerben és Tokajban termelnek sikeresen szőlőt (*Géczi, 2003*). A gyümölcsfajok közül például a fagyérzékeny kajszi és őszibarack hazánkban 150 m felett termesztendő eredményesen (*Soltész et al., 2010*).

Kozma (1964) számításai alapján, Magyarországon a 25°-os dőlésű lejtő kapja a legmegfelelőbb fénymennyiséget. Így a D-i irányú 5-30°-os lejtőn, 250-300 m tszf. magasságig Tokaj-hegylán az évi hő-összeg 3000-3200 °C (*Boros, 1971*).

Terepi klimatológiai mérésekkel *Justyák* (2002) a mintaterületén vizsgálta a D-i, DNy-i és a K-i lejtők havi hőmérsékleti értékeit, ahol megállapította, hogy a legkisebb hőmérsékletingadozású DNy-i lejtőn volt a Furmint és a Hárslevelű cukorfoka a magasabb. A hőmérsékleti különbségek következtében a déli lejtőn 200-220 m-ig

általában 2-4, de kedvezőtlen időben akár 5-6 cukorfokkal jobb minőségű bor teremhet. Erre példaként említi, hogy 1966-ban 150 m-en 23,4, míg 230 m-en csak 22,9 volt bor cukorfoka.

Nyizsalovszki (2002) vizsgálatai alapján a virágzásra és a mustfok értékekre jelentősebb hatást a lejtőszög (1°-os lejtő meredekség növekedés 0,081 mustfok növekedést okoz), a tengerszint feletti magasság (100 méterenként 0,4 mustfok emelkedést okoz) gyakorolt. Azonban *Kozma* (1964, 2000) más megállapításra jutott, szerinte a tengerszint feletti magasság növekedése 100 m-ként 0,5-1 mustfok csökkenést okoz, valamint az északias lejtőn akár 2-3 cukorfokos csökkenés is tapasztalható.

A talajerózió szempontjából a lejtőfoknak, a lejtőhossznak és a lejtő alakjának csakúgy, mint a csapadék paramétereinek (cseppenergia) meghatározó a jelentősége (*Kerényi*, 1991; 1994). A lejtőnek a lefolyásra gyakorolt hatását vizsgálva *Góczán és Szász* (1971) meghatározták a lejtőszázaléknak (0-40%) megfelelő látszólagos vízáteresztő képességét különböző talajtípus és művelési mód szerint. Míg *Boros* (1971) a lejtő talajnedvességre gyakorolt hatását vizsgálta, és azt az eredményt kapta, hogy a magasabb talajnedvesség következtében a hegylábi 2-10°-os meredekségű területek termés mennyisége 3-5-szöröse volt a meredek lejtőjéhez képest, melyhez azonban alacsony cukorfok és rothadás veszély is társul.

Mindezek alapján a precíziós gyümölcsstermesztésben a domborzati tényezők térinformatikai modellezése központi szerepet kap a hozzá szorosan kapcsolódó tényezőkkel (talaj, klíma, termesztéstechnológia) együtt. A nagy kiterjedésű termőterületeken jelentős gyakorlati segítséget nyújthat a domborzat változatosságának és a talajerózió várható mértékének meghatározására a különböző relieftérképek (relatív relief, fajlagos reliefenergia) megszerkesztése (*Lovász*, 1965; *Kerényi*, 1976; *Ádám*, 1980). Alkalmas a mikrodomborzatban bekövetkezett változások nyomon követésére, így az extrém csapadékeseményeket követő erózió mértékének megállapítására dombsági vagy hegyvidéki területeken. Az alföldi mikrodomborzat modellezéséhez *Neményi et al.* (2010b) a szélsőséges vízháztartási helyzetek megelőzésére egy valós idejű kinematikus (RTK) helymeghatározóval gyűjtött, nagy vertikális pontosságú (<1cm) domborzati adatból mikrodomborzati térképet szerkesztett.

2.1.2. Mesterséges domborzat

A talaj lepusztulásának megakadályozása és a megfelelő vízháztartásának megőrzése - a lejtő hosszának és meredekségének csökkentésén keresztül - a domb és hegyvidéki

területeken jelentős feladat (*Thyll, 1992; Ramos és Porta, 1997; Lóczy, 1998*). Ebben a fejezetben 2 vizsgált mintaterületen (Csobánc, Sátor-hegy) alkalmazott talajvédelmi és vízrendezési eljárásokat mutatom be. Mindkét helyen a meghatározó forma együttes a terasz-támfal rendszer, a teraszokat összekötő dűlőutak, csatornahálózat, vízgyűjtők és ciszternák.

A történelmi háttérrel keveset tudunk, valószínűsíthetően a szőlőművelés felvirágzásának kezdetéhez köthető a támfal építés elterjedése. *Balassa (1991)* Tokaj-Hegyalja vonatkozásában a teraszok-támfalak (kőgát, vagy grádics) kialakításáról egészen a 17. század elejéig visszamenően összegyűjtötte a forrásokat, mely szerint a kőgátak építését a német eredetű Mecenzéf munkások végezték. Mivel igen költséges munkálat volt, csak a gazdagabb birtokosok engedhették meg maguknak. Ezért lehetséges, hogy *Wellmann (1984)* hivatkozva *Bél Mátyás* 1730-as évekről szóló leírásaira sehol sem említi ezt a jelentős munkát, míg a paraszti szőlőben végzendő más apróbb tevékenységeket pedig részletesen bemutatja. Mivel Tokaj-Hegyalja virágkorát a 18. században élte, így valószínűsíthető, hogy a 18. század második felében terjedhetett el a támfalépítés az egyre magasabbra kúszó szőlőparcellák megtámasztására.

A műszaki megvalósítás

A terasz-támfal rendszer fő funkciója a talaj megkötése, amit a lejtőszög enyhítése, valamint a terasz felső széle felől lefolyó vízfelesleg szétterjedésének és beszivárgásának biztosítása révén valósítottak meg. Szőlőterület esetén 12%-osnál, míg gyümölcsösökben 17%-osnál meredekebb lejtőkön szükséges a teraszírozás (*Molnár, 1983; Thyll, 1992*), ahol a lejtés mértékétől függően növekszik a kialakított teraszok száma, illetve a támfalak magassága, és csökken a teraszlépcső szélessége.

Kovács házy et. al. (1985) szerint „a támfal az önmagában nem állékony töltés vagy eredeti fekvésű földtömeg (pl. bevágás) megtámasztására szolgáló – többnyire végleges – építmény. Támfal alatt tehát olyan fal jellegű támasztóművet értünk, melynél a megtámasztásra szoruló anyag (háttöltés) – akár a rendeltetése, akár annak építési módja miatt – csak a fal megépítése után kerül elhelyezésre. A támfalak tehát háttöltés nélküli állapotban is önállóan állékonyoknak kell lennie.”

Különbséget lehet tenni a terasz-tám rendszer kialakítása alapján. A leomlott szerkezetek mögött lévő töltőanyag vizsgálata alapján beszélhetünk: - vájt teraszokról, ahol az eredeti talajszerkezetet megtartva egy meghatározott szögben hátrafelé dőlő rézsút alakítottak ki, melyet az elé épített kőfallal támasztottak meg; - illetve

(súly)támfalról, amikor a szerkezet megépítése után töltötték fel a terasz szintet a lejtő magasabb és meredekebb részeiről származó anyaggal a nagy kőmennyiséggel és lejtőmeredekséggel rendelkező területeken, így ezen teraszok anyaga kevert, vagy áthalmozott.

A súlytámfal a saját tömegével áll ellen a vízszintes erőhatásoknak, melynek a legfontosabb alapkritériumai az építőanyag és annak tömege, valamint a mérete (Szepesházi, 2008). A legtöbb történelmi támfal szárazon rakott kő-súlytámfal. A tereprendezés és a művelés során a talajból kikerülő kőzettörmelékéből kötőanyag nélküli, úgynevezett kőgátak, garádicsokat (Sátor-hegy), kőbástyákat (Csobánc-hegy); valamint hatalmas kőhalmokat (obolákat) építettek, vagy a telekhatáron és a mezsgyében gondosan felrakták (Balassa, 1991). Tehát a megépítésük ideje valószínűleg a terület művelésbe vonása utánra tehető (Baráth, 1963; Laposa, 1988). A szárazon rakott fal legkisebb vastagsága 60 cm lehet, az alap és a magasság 1:2 arányú, míg a földdel érintkező falsík és a magasság aránya 1:5-nél nagyobb nem lehet, maximális magassága 4 m (Kozma, 2001), viszont Prohászka (1953) szerint a támfal alapjának szélessége a támfal magasságának 1/3-a. A mintaterületen a szárazon rakott támfalak egyenes oromfallal, a tető irányába méterenként 8-10 cm-es dőléssel épültek, és mögötte a víznyomás és a szétfagyás elleni védelem céljából bélésköveket halmoztak fel 10-50 cm vastagságban. A lefolyó víz összegyűjtése és elvezetése érdekében ajánlott a támfal felett és alatt 20-30 cm mély és széles kikövezett csatornát építeni (Kovács, 2006). Minél meredekebb a lejtő, annál több és szélesebb bélelt vízvezető csatornára, helyenként iszapfogók kialakítása van szükség.

Léteznek csupán az eróziótól védő borítófalak is, melyek csak 1 sor kő felépítésével fedik el a mögötte lévő stabilan álló kötőmeget (Kovács házy et al., 1985). A terepi felmérések során számos példát láttunk arra, hogy borítófalat építettek olyan lejtőn, ahol támfal kialakítása lett volna indokolt, melynek következményeként a fal nagy gyakorisággal leomlik (Csobánc).

A teraszok és támfalak szerepe a talajerózió megakadályozásában

A szőlő művelési mód alatt a vizsgált szőlőhegyen többnyire tág térállású (1,5-3,5 m) szőlősorokat és talajfedés nélküli talajgondozást értünk. Igen gyakori a lejtőirányú sorokban történő telepítés, mely jelentősen megnöveli az eróziós károk mértékét és gyakoriságát.

A talajerózió kialakulásának feltétele, hogy a talaj felszínén elfolyó víz keletkezzen, mely a magával ragadott anyag segítségével areális és/vagy lineáris eróziós károkat okozhat; amit a csapadékesemény jellemzői, a talajtulajdonságok (típusa, a mechanikai összetétele, a szerkezete, a humusztartalma, az agyagásvány tartalma, a kémiai összetétele és a $\text{SiO}_2\text{:R}_2\text{O}_3$ arány), a talajgondozás és a földhasználat típusa befolyásolhat (Stefanovits, 1956; Thyll, 1992; Rajkai et al., 2004; Terzoudi et al., 2007). A teraszokon alkalmazott művelési mód a talajok vízelnyelő és vízáteresztő képességén át közvetve hatással lehet a támfalak műszaki állapotára, például a rigolírozást követően az átforgatásnak köszönhetően a felszíni rétegek agyagtartalma megnő (Kerényi et al., 1983), így befolyásolva a csapadékvíz beszivárgásának sebességét. A hagyományos művelés (kézi kapálás) a talajok vízháztartási tulajdonságaira kedvezőbb. Míg a kordonos nagyüzemi művelésnél a gépi taposás következtében tömörödési réteg alakulhat ki a felszíni teraszanyagban, ahol a nagy intenzitású csapadék események alkalmával a vizet elnyelő felső talajréteg erodálódhat.

A felszíni lefolyást a talaj szivárgási tényezője, a gravitációs pórusok áteresztőképessége szintén jelentősen befolyásolja (Vermes, 1997). A csapadék elsőként csak egy vékony felszíni réteget áztat át. Második fázisban a víz már a gravitációs pórusokon át mélyre mozog, de a szorpciós és a kapilláris elszívó erők hatására a kapillárisok mindaddig felveszik azt, amíg a kapillárisok teljesen nem telítődnek. Ezután már csak a gravitációs pórusokban halad mélyebbre, míg a kapillárisan telített zóna is egyre mélyebbre süllyed (Szalai, 1984). A támfal mögött telítődött terasz anyag felesleges vizének elvezetése a fellépő víznyomás megakadályozására lényeges, mivel szivárgók hiányában a víznyomás károsítja a támfal szerkezetét (Kerényi, 1994). Ezt követően amennyiben a támfal szerkezete gyengül vagy megrongálódik a mögötte felhalmozott földtömeg egy felület mentén (csúszó, vagy szakadó felület) elmozdul, lebomlik. Bencsik (1991) a történelmi iratokból kiemeli, hogy a kőgátak és garádicsok zápor után történő leomlása miatt azok javításáról kellett gondoskodni.

Azért, hogy biztosítani tudjuk a csapadék beszivárgásához megfelelő lejtőszöget és a lefolyó víz útjának és sebességének csökkentését a teraszrendszer megtervezése szükséges. Ramos és Porta (1997) szerint az optimális teraszszélesség maximum 28 m (6%-os lejtőn) és 20 m (8%-os lejtőn) lehet, hogy az erózió mértéke a maximálisan megengedhető talajveszteség ($11 \text{ t*ha}^{-1}\text{*év}^{-1}$) határán belül maradjon. Ez az érték az ideális körülmények között potenciálisan elérhető maximális talajképződés mértéke, melyet mezőgazdasági művelés alatt szinte lehetetlen elérni (Centeri, 2001). Az így

kialakított teraszrendszert további talajvédelmi létesítményekkel kell kiegészíteni, melyek gondozása szintén kulcsfontosságú. A liktorvermekben, vagy sankgödrökben felhalmozódott és a terasz magasabb részei felől a támfalak koronájáig lemosódott talaj visszahordása a telek felső szintjére, valamint a vízelvező csatornák takarítása folyamatosan elvégzendő feladat.

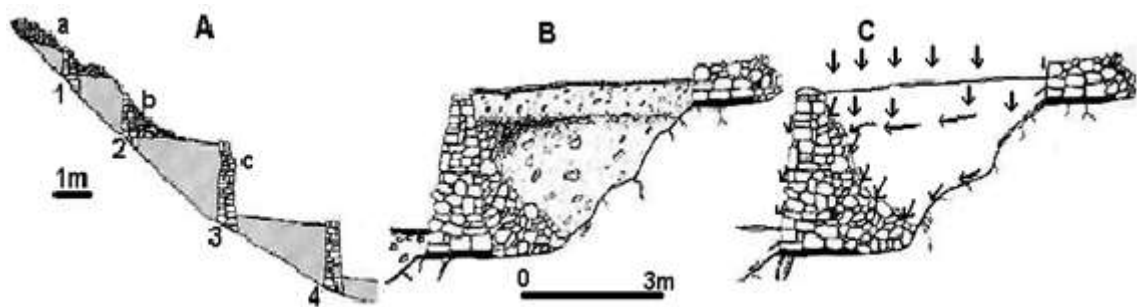
Ezek nélkül a további művelés esetén az erodálódott talaj mennyisége megnő, jelentős degradációs problémát okozva (*Dunjó et al., 2003*). Az ilyen teraszok esetében a terasz felső határánál lévő támfal alapja a feüközetig lepusztul, az alsó támfalak koronáján pedig 45-65 cm talajréteg halmozódik fel, mely igen gyakran tömegmozgásos folyamatok (csuszamlás, omlás) révén halmozódik át egy terasz szinttel lentebb.

A támfal és terasz rendszer pusztulása

A tradicionálisan teraszírozott mezőgazdasági területek állapota jelentősen leromlott illetve elpusztult az elmúlt évszázadban Európa szerte, melyet főleg gazdasági-politikai- társadalmi okokkal, és technikai váltással indokolnak (*Dunjó et al., 2003; Plieninger et al., 2006*). A tradicionális teraszok és a támfalak pusztulásával az egyedi kultúrtáj elveszti a korábban oly jellemző karakterét, és a mezőgazdasági táj termelőpotenciálja meggyengül (*Nyizsalovszki és Lóczy, 2008*), valamint a több száz éves hagyomány és tudás felejtésbe merül még a híres történelmi borvidékek esetében is. A nagyüzemi parcellák kialakításával felszámolják a régi teraszokat és homogén lejtőirányú ültetvényeket hoznak létre, mellyel a kultúrtáj egyhangúvá válhat. A tradicionális tájképet a modern makro-teraszok építése szintén veszélyezteti, melynek kialakítása jelentős felszín átalakítással jár (*Cots-Folch et al., 2006*) és gyakori tömegmozgásos folyamatok kísérik (*Ramos et al., 2007*). Az ilyen típusú tájdegradációt *Bádonyi (2002)* romboló építésnek nevezi, ahol a hosszú távú fenntarthatóságot valamely ökológiai tényező sérülése gátolja. A teraszos művelés esetében ez jelentheti például a talaj termőrétegének sérülését a makroterasz megépítése során.

A nemzetközi politikában már találhatunk példát néhány kiemelt mezőgazdasági rendszer és technológia - GIAHS (*Harrop, 2007*), valamint a tradicionális mezőgazdasági kultúrtájak globális jogszabályi védelmére (UNESCO világörökség). Azonban sajnálatos tény, hogy a szőlőműveléshez kapcsolódó antropogén létesítmények közül manapság csak az építészeti emlékek (borházak, présházak, pincék, kápolnák stb.) részesülnek megkülönböztetett figyelemben illetve védelemben (*Müller, 2007*). Ennek következtében a talajvédelemben igen fontos szerepet betöltő létesítmények egyre

nagyobb arányban károsodnak és pusztulnak el (*Botos és Marcinkó, 2006*). A méltán híres a liguriai Cinque Terre területén szintén problémát jelent a támfalak pusztulása. *Carl és Richter (1989)* az ott végzett kutatásai során megállapította, hogy a támfalsérülés közvetlen oka a leginkább tavaszi intenzív esőzést követő vízmozgás. A tömörödési réteg mentén, kb.40 cm-es mélységben, az erős oldal irányú átszivárgás a fal hézagain belül finom szemcséjű anyagot halmoz fel, mely elősegíti a támfal-károsodás folyamatait. Ez a réteg úgymond csúszópályaként szolgál, ahol a támfalon megjelent kidudorodás (úgynevezett „falhas”) mentén meggyengült támfal lebomlik. (1. ábra) Azonban jelentős részben a társadalmi és gazdasági folyamatokkal volt magyarázható a művelés felhagyása majd ezt követően a teraszok pusztulása.



1. ábra A támfalak pusztulásának menete Cinque Terre területén (*Carl és Richter, 1989*) (A.) Terasz-támfal rendszer pusztulás fázisai: 1. idősebb omlás, 2. fiatal omlás, 3. közelgő omlás, 4. ép támfal; a. lemosódott talaj és közettörmelék, b. törmelék kúp formájában felhalmozódott közettörmelék és talaj, c. falhas; (B.) A tömörödési réteg helyzete; (C.) A terasz talaján belüli vízmozgás

A felhagyás lehetséges idejét meghatározni igen nehéz, általában a terasz növényzete alapján becsülik meg. *Kiss et al. (2005)* dendrokronológiai felmérés segítségével, *Koulouri és Giourga (2007)* a másodlagos szukcesszió mértékének meghatározásával becsülte meg a teraszok felhagyásának idejét és ezen keresztül a pusztulási folyamat hosszát. Azonban az eredményeim alapján a teraszok művelése még nem jelenti egyidejűleg a támfalak megfelelő gondozását is, tehát a lepusztulás mértéke nem minden esetben utal a felhagyás idejére.

2.1.3. Talaj

Láng et al. (1983) a termés hozamára nézve a talajtulajdonságoknak 30-40%-os szerepet tulajdonít. A szőlő kevésbé igényes a talajra, egyaránt jól fejlődik a különböző talajféleségeken (*Boros, 1996*), viszont a bor minőségét tekintve a termőréteg jelentős hatással bír. Ennek megfelelően a Szőlő Termőhelyi Kataszterben is számos kategóriát meghatároztak; kiválóan alkalmas a rendzina, erubáz, agyagbemosódásos barna erdő

talaj, barna földek és a csernozjom barna erdő talajok (Kozma, 2000). A gyümölcsfajok talaj iránti igénye fajonként különbözik, melyre a gyümölcs termőhelyi kataszterben szintén nagy figyelmet fordítanak. Papp (2004) véleménye szerint ideális esetben a termőréteg vastagsága 100-200 cm, erodáltsági aránya pedig 10%-nál kevesebb.

Talajtérképezés módszerei

Az 1900-as évek elején felismerték a talajtulajdonságok országos térképezésének fontosságát. Kreybig Lajos vezetésével 1930-as évektől indult meg az első országos talajtérképezés 1:25000 méretarányban. A szelvények követik a katonai topográfiai szelvények határait, és fokhálózattal vannak ellátva. A természeti- és talajadottságoknak megfelelő mezőgazdasági termelés fontosságát hangsúlyozta, melynek alapja a pontos számszerűsített mérési adatok és a gyakorlati tapasztalatok ismertetése volt (Kreybig, 1946). A térképmű jelentőségét mutatja, hogy számos kutatás alapjául szolgált (Láng et al., 1983) és jelenleg is folyik a digitális feldolgozása, felújítása - MTA TAKI Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) (Szabó, 2002; Szabó et al., 2011).

Géczy Gábor vezetésével 1959-ben újabb országos talaj felvételezés indult (Géczy, 1968; Sisák és Pőcze, 2011). Ez volt az első országos mezőgazdasági környezetminősítés alapja is, mely az adott talajtípusnak megfelelő természetű növények alapján értékelte a termőterületet (Dömsödi, 2007). A felvételezés során a foltok határainak korrigálása, kiegészítése volt a cél, ezért a Kreybig-féle munkatérkép lapjai alapján, légifelvételekkel történő beazonosítást is egyaránt végeztek. A térképsorozat szintén 1:25000 méretarányú, a térképlapok kézíratos, községhatáros formában jelentek meg. Mivel leginkább a nagyüzemi telepítéshez kívántak segítséget nyújtani a térképekkel, a legkisebb ábrázolt egység a minimum 11 kataszteri hold volt (Géczy, 1968). Jelenleg a Pannon Egyetem Georgikon Karán zajlik a szelvények digitális adaptációja (Szabó, 2002; Sisák és Bámer, 2008).

Környezetminősítésre gyakran használt, az egész ország területére kiterjedő adatbázis az AGROTOPO (1:100000), mely a digitális feldolgozását követően számos tematikus talajtérképpel bővült az évek során (Várallyay et al., 1979; Várallyay, 2010). A Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer (TIM) pont-mintavételek alapján a talajok időbeli változását jeleníti meg (Szabó et al., 2013). Az Országos Környezeti Információs Rendszerhez (OKIR) kapcsolódó Talajdegradációs Információs Rendszer (TDR) célja a mezőgazdálkodási tevékenységből származó környezeti terhelés nyomon

követése a gazdálkodók által vezetett Gazdálkodási Naplók adatai alapján, valamint a környezeti terhelés minősítése a főbb talaj degradációs folyamatokat jellemző terhelési indikátorok meghatározásával (Szabó *et al.*, 2013). Nagy jelentőséggel bír továbbá a talajtani mozaikok adatbázisa, az Agroökológiai Integrált Információs Rendszer (AIIR), mely a növényzeti és klimatikus tényezőkkel egyaránt foglalkozik (Harnos és Szenteleki, 1995).

A fent bemutatott rendszerek előnye az országos szintű felmérés, azonban inkább regionális léptékű értékelésre alkalmazhatóak. A mezőgazdasági területeknél alapvető a talaj állapotának monitoringja és a talajdegradáció kiterjedésének minél pontosabb meghatározása és előrejelzése (Szabó *et al.* 2002; Brenot *et al.*, 2008). A precíziós mezőgazdaság táblaszintű elemzéseikhez minimálisan 1:10000, de az ideális esetben 1:2000 – 1:1000 méretarányú adatforrás szükséges (Hermann és Dömsödi, 2008; Tóth, 2009). Ennek az igénynek a kielégítésére számos parcella szintű precíziós talajvizsgálati és térképezési módszer jelent meg, melyek jelentős része távérzékelési technológiát alkalmaz (Selige *et al.* 2006; Arnó, 2008; Neményi *et al.*, 2010b).

Talajerózió mértékének meghatározása és térképezése

A talajpusztulás fogalmán minden olyan folyamatot és annak hatását értjük, amely a talaj termékenységének csökkenéséhez, valamint művelésre alkalmatlanná válásához vezethet - talajerózió, defláció, tömörödés, kéregképződés stb. (Stefanovits, 1977; Kerényi, 1991). A talajerózió és a felszíni lefolyás mértékének meghatározása terepi körülmények között eróziós csapdák kihelyezésével történik (Kertész *et al.*, 2007; Farsang *et al.*, 2011). Szőlőterületen például következtetéseket vonhatunk le az erózió mértékéről a tőkék tövének kitarakodása alapján is (Brenot *et al.*, 2008). A talajeróziós folyamatok egyes tényezőinek leírásához számos mesterséges körülmények között (pl.: esőztető) történő mérési módszert és matematikailag leírható egyenletet fejlesztettek ki. Kerényi (1984) csepperóziós vizsgálatokat végzett, Góczán és Szász (1971) a talaj vízáteresztő képességének és a lejtőszög kapcsolatát vizsgálta, Centeri (2001) a talajok erodálhatóságát mérte.

Az utóbbi évtizedekben a gyakorlati méréseken túl a hangsúly a folyamat matematikai modellezésére, illetve előrejelzésére helyeződött át és vált általánosan elfogadott vizsgálati módszerré. A nagy felbontású terepmodellek segítségével a felületi, vagy vonalas erózió által okozott szediment áthalmazódás mértékét 10%-os hibahatárral meg lehet becsülni (Martínez-Casasnovas *et al.*, 2005), amely alapján a

még a helyreállítási munkálatok költsége is meghatározható. A térinformatikai feldolgozási módszer lehetőséget nyújt a tényezők együttes modellezésére (*Moore et al.*, 1993; *Bell et al.*, 1994; *Szabó*, 2004; *Carré és McBratney*, 2005), segítségével megbecsülhető a talajerózió mértéke visszamenőlegesen akár a történelmi időkre is (*Szilassi et al.*, 2006), valamint térképezhető a talaj erózióval szembeni ellenálló képessége, illetve veszélyeztetettségi foka (*Mezősi és Rakonczai*, 1997; *Szabó et al.*, 2006). A vonalas erózió vizsgálatára és előrejelzésére *Meyer és Martínez-Casasnovas* (1999) kifejlesztett és sikeresen alkalmazott egy DDM alapú komplex modellt, melyben a lejtő- és a talajtulajdonságokon túl a földhasználatra is figyelmet fordítottak.

A térinformatikai modellezésben elterjedtebb módszer a talajvesztési egyenletekkel történő számítás, mely egységnyi területről lehordott talajmennyiséget becsüli meg egy csapadékeseményre, vagy éves időtartamra (*Martínez-Casasnovas és Sánchez-Bosch*, 2000; *László és Rajkai*, 2003; *Barta*, 2004; *Terzoudi et al.*, 2007). A térinformatikai modellezésben gyakran az Egyetemes Talajvesztési Egyenlet - USLE (*Wischmeier és Smith*, 1978) átdolgozott általános talajvesztési egyenletét - RUSLE Revised Universal Soil Loss Equation (*Renard et al.*, 1997) használják, mely 6 tényező szorzatát veszi alapul:

- R a csapadék eróziópotenciálja
- K a talaj erodálhatóság
- L a lejtőhossz
- S a lejtőmeredekség
- C a felszínborítás és gazdálkodási mód
- P a talajvédelmi gyakorlat.

A két kulcsfontosságú tényező a csapadék erodáló képessége és a talaj erodálhatósága, melyek elengedhetetlenül fontosak az általános modellek lokális validálásához (*Ramos és Porta*, 1997). *Centeri* (2001) felhívja a figyelmet a nemzetközi és a hazai irodalomban olvasható eltérő mértékegységekre, mely gyakori hibához vezethet a modellek alkalmazásánál. Az R érték esetében 17,02-vel, a K értéknél pedig 0,1317-el kell megszorozni az angol mértékegységben lévő adatokat a metrikus rendszerben történő alkalmazás előtt (*Foster et al.*, 1981). A módszer nemzetközi elfogadottságának ellenére nagyszámú kritikai értékelés is született a talajvesztési egyenletek hazai országos szintű adaptációjával kapcsolatban (*Kerényi*, 1991; *László és Rajkai*, 2003). Véleményem szerint a mezőgazdasági térinformatikai rendszerek és

adatbázisok megfelelő működtetéséhez - terepi mérés hiányában - elengedhetetlen az erózióra vonatkozó várható, becsült értékek rögzítése, amely inkább a térbeli összehasonlítást és nem a prognosztizálást tűzi ki célul.

2.1.4. Klíma

A termőhely értékelés során az agroökológiai tényezők közül az időjárás nehezebben térképezhető és értékelhető tényező, amely annak rendkívüli változékonyságából ered. Azonban mégis ez egyik legerősebb befolyásoló hatást fejt ki a szőlő és gyümölcsstermesztésre. A szőlő és a gyümölcs termőhelyi kataszterben egyaránt a klíma hatások közül a fagy okozta negatív hatásokat említik külön tényezőként, mely számos kutatás szerint a domborzat változékonyságával van összefüggésben (*Justyák és Pinczés, 1976; Diófási, 1985*). Ezzel ellentétben a besugárzás a SzThK-ban nem jelenik meg külön tényezőként, így feltételezem, hogy csak közvetve a lejtőtulajdonságok szerepén belül érvényesül. *Jolánkai (2010)* szerint a termőhely minősítésből hiányolható az extrém csapadékesemények gyakorisága, amely a káresemények számát és mértékét tekintve egyaránt kiemelkedő.

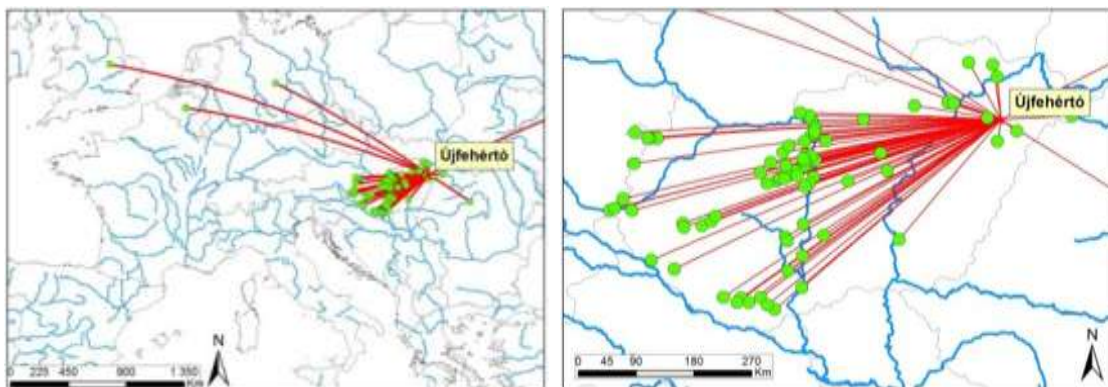
Magyarország klimatikus adottsága kedvező az almatermésűek (*Soltész és Szabó, 1998*), a meggy (*Szenteleki et al., 2010c*), és a szőlő (*Csepregi, 1997*) számára, viszont a termesztetőség északi határán helyezkedik el a melegigényes kajszit és őszibarackot tekintve (*Láng et al., 1983; Timon, 2003; Papp, 2004*). A klímakutatások szerint ez a határ egyre északabbra tolódhat, azonban ezen területen belül is a szélsőségesebbé váló időjárási hatások kiszámíthatatlanná teszik a termesztést (*Soltész et al., 2010*). A gyümölcsfajok terméshozam ingadozásának főbb okait és mérséklési lehetőségeit leginkább a nyári aszály, a tavaszi és téli fagykár (*Soltész et al., 2004; Gonda, 2009*); valamint a szélsőséges csapadék (*Szenteleki et al., 2010b*) eseményeihez kötik. Az átlagos 550-600 mm évi csapadékmennyiség többnyire változó időbeni és területi megoszlásban hull. Hazánkban egyre nő a rövid időtartamú nagy intenzitású csapadékok gyakorisága, melynek gyakran csak kis hányada jut el a gyökérszintre (*László és Rajkai, 2003; Jolánkai, 2010; Nagy P.T et al., 2011*). Ugyanakkor az elmúlt 50 évben a kelet-tiszántúli területeken a vegetációs időszakon belül 18 mm volt a csapadékmennyiség csökkenése (*Lakatos et al., 2005*).

A precíziós gyümölcsstermesztésben az ültetvény vagy parcella szintű mikroklimatológiai mérés és modellezés egyre inkább felértékelődik. A szőlő- (*Justyák, 1964; 2002*) és gyümölcsültetvényeken (*Szász és Tőkei, 1997; Lakatos et al., 2011*)

belül végzett mérések inkább az állományon belüli hőmérséklet, hőingás, vagy a nedvességtartalom napi értékeinek meghatározására terjedt ki. A klímával összefüggésbe hozható termelési kockázat mértékének meghatározását segíti a FRUIT-MET meteorológiai adatbázis, amely a szőlő és a gyümölcsfajok kockázati indikátorai alapján hosszútávú scenáriók kidolgozására ad lehetőséget (Szenteleki *et al.*, 2010a). Megállapítható, hogy a mikroklimatikus tér pontos ismerete mellett az ültetvények térállásának, irányultságának megtervezése térinformatikai módszerek segítségével a jövőben egyre inkább felértékelődik.

2.1.5. Termesztéstechnológia

Az ökonómiai sajátosságok szerepe a gyümölcstermesztés területén nagyobb, mint a szántóföldi kultúránál, mivel a szőlő- és gyümölcsültetvények átlagos élettartama 20-60 év között változik a termesztéstechnológiától függően. A gyümölcskultúrák jó minőségű talajt igényelnek, így kulcsfontosságú a területre adaptált agrotechnikai eljárások megválasztása, hogy elkerüljük a termőképesség csökkenését, ahol antropogén hatásra irreverzibilis folyamatok mehetnek végbe (Molnár, 1983). A precíziós mezőgazdaságban egyre újabb ültetvényre kidolgozott technológiákat fejlesztenek ki, melyek segíthetik a talajok fokozott védelmét (Neményi, 2005; Tamás *et al.*, 2005; Mikéné, 2007).



2. ábra Az újfehértói körte génbank fajtáinak származási térképe (Tamás *et al.*, 2012)

A termésmennyiséget és a minőséget befolyásolja a művelési mód, a térállás, valamint a szüret időpontja, mely fajtánként eltérhet. A metszés és a koronaforma a mikro-klimatológiai tényezőkön keresztül (Justyák, 1964; Boros, 1982; Vitányi, 2002) fejt ki hatását. A termés minőségét módosíthatja maga a megtermelt mennyiség is (Csepregi, 1997), mivel a nagyobb terméshozam gyengébb minőséget eredményezhet. A gyümölcsös génbankokban a gén állomány megőrzése érdekében fontos az egyedi

fajok speciális technológiával való gondozása (Tamás et al., 2012). Ehhez a génmegőrzési programban szereplő fajták egyedi azonosítása szükséges, ami különösen a különböző származási helyű fajták eltérő termesztési technológiájában jelenik meg. Az újfahértói körte génbank fajtáinak a származási térképe a 2. ábrán látható.

A csapadék évi, valamint a növényi fenofázisaiban való eloszlása különösen a vízkedvelő gyümölcsstermő növények számára (bogyósok, csonthéjasok, körte) fontos (Szász és Tőkei, 1997). A fajták között is lehet eltérés, például a körte esetében szárazságtűrőbb fajták a 'Williams', 'Packham's', 'Triumph', és a 'Bosc kobak' (Soltész, 2004). Az intenzív termesztéstechnológia megköveteli az öntözött körülményeket a termésbiztonság érdekében. Az ültetvény öntözésének modellezésére a CROPWAT szoftver alkalmazható, mely klimatikus, talaj és termés adatsorokat dolgoz fel (Allen et al., 1989; Nagy et al., 2010; Tamás et al., 2010). Azonban az időjárástól függően akár egy éven belül, egyaránt szükség lehet a hiányzó víz utánpótlására, valamint a káros víztöbblet eltávolítására is ugyanazon a területen (Várallyay, 1987; Alföldi et al., 1994). Mindezt a fajta specifikus technológiáknál figyelembe kell venni a gyümölcsös megtervezésénél és fenntartásánál egyaránt.

2.1.6. Gyümölcsös állomány

1. táblázat Gyümölcsfajok rügyfakadási és szüreti időszakai (Soltész, 2003)

Faj	Rügyfakadás	Szüret
Kajszi	02. 25 – 03. 10	06. 10 – 08. 20
Őszibarack	02. 25 – 03. 10	06. 01 – 09. 15
Körte	03. 10 – 03. 20	07. 01 – 11. 05
Alma	03. 15 – 03. 25	06. 20 – 11. 10
Meggy	03. 05 – 03. 15	04. 25 – 07. 15

2. táblázat Balaton-felvidéki olaszrizling fenológiai fázisai (Brazsil, 2001)

Fenológiai fázis	Időszak
Nyugalmi időszak	Lombhullástól- április 10-ig
Rügyfakadástól az 5 leveles állapotig	Április 11 – Május 09
Hajtásnövekedéstől a virágzásig	Május 10 – Május 24
Virágzás	Május 25 – Június 04
Terméskötéstől a fűtzáródásig	Június 05 – Június 30
Fűtzáródás, növekedés	Július 01 – Augusztus 25
Zsendülés, érés	Augusztus 26 – Október 10

A gyümölcsfajok és fajták fenológiai fázisainak a hossza és az időbeli megoszlása eltérő és ennek megfelelően a különböző időszakokban a tápanyag, a napsugárzás és a vízigénye is, amelyre általában jelentős figyelmet kell fordítani, különösen a fajtagyűjteményekben. A fenológiai fázisok kezdete és vége időjárástól függően - egy

az átlagtól hűvösebb, vagy melegebb évjáratban - eltolódhat, így a vegetáció vizsgálatánál figyelembe kell venni az évjárat hatást is, különösképpen idősoros vizsgálatoknál. Néhány gyümölcsfaj és az Olaszrizling fenológiai fázisainak időbeli megoszlását mutatja be az 1. és 2. táblázat.

A növényállomány vizsgálatokor az ültetvények korára is figyelemmel kell lenni, mivel ennek függvényében a várható hozam mértéke nagymértékben ingadozhat, termésmennyisége jelentősen csökkenhet (Kozma, 2000; Géczy, 2003).

A termőhelyi adottságokban mutatkozó különbségek, főképpen a talaj tápanyag és mikroelem tartalma (Bramley, 2001b; Sepulcre-Cantó et al., 2007), a talajnedvesség változása, a domborzati tulajdonságok kihatnak a termés mennyiségére és minőségére. A vegetáció egészségi állapotára érzékeny mutató a klorofill tartalom, melyet távérzékelési módszerek segítségével is meghatározhatunk és értékelhetünk. Ilyen széles körben ismert mutató a Normalizált Vegetációs Index (NDVI), mely alkalmas a zöld biomassza borítottság kiszámítására és közvetve a terméshozam becslésre (Mezősi és Rakonczai, 1997; Kardeván et al., 2003; Burai, 2007; Tamás és Nagy, 2009; Neményi et al., 2010a). Az alkalmazás alapja, hogy a növényzeti klorofill tartalom különbségek következtében, a spektrális görbe lefutása megváltozik, a növényzet egészségi állapotára érzékeny "vörös-él" eltolódik, így következtetni lehet a betegségek elterjedésére, vagy a stressz tűrő képességekre (Kozma-Bognár, 2012). A gyümölcsös állomány zöldtömege térben és időben helyszíntől függően változik, amelynek irányát és mértékét a vegetációs indexek alapján is értékelhetjük.

2.1.7. Földhasználat

Az adott terület alkalmasságának értékelésében a földhasználati kategóriák elhelyezkedésének történelmi idők alatt kialakult térbeli mintázata leginkább a terület adottságaiból következik, melynek meghatározása jelentős segítséget nyújthat. Enyedi (1969) a hazai mezőgazdasági földhasznosítási térképezés úttörő kutatója részletesen ismertette a 1:25000-es méretarányú térképezés módszertanát. Az ismert földhasználati kategóriákon belül különbséget tett a különböző növénykultúrák között, valamint figyelembe vette a természetstechnológiai különbségeket; továbbá külön jelkulccsal látta el a nem mezőgazdasági területeket (városi zöldfelület, ipari terület stb.). Egyetértve Csemez (1996) véleményével - miszerint a művelési ágak elhelyezkedésének és arányának változása a gazdasági viszonyokat és a technikai fejlettséget is tükrözi – megállapítható, hogy a termőterület értékeléséhez a földhasználat változás vizsgálat a

háttér információk hiányában nem minden esetben alkalmazható. A mintaterületeimen végzett kutatások (Sátor-hegy, Csobánc) alapján is erre a következtetésre jutottam.

A szőlőhegyek esetében a tengerszint feletti magasságtól függően egyfajta övezetesség volt megfigyelhető a történelmi idők folyamán (Boros, 1982; Frisnyák, 1995), mely egyrészt a klimatikus adottságok (Justyák, 2002) másrészt a gazdaságos művelés határvonalának futását közelíti. Sajnálatos tény azonban, hogy a filoxéra vész óta a szőlőterület jelentősen csökkent és térben a hegy- és dombvidéki "szoknya területre" helyeződött át (Konkolyné, 1989; Bokor, 1994a; Szilassi és Kiss, 2001). Az 1980-90-es években kissé nőtt a szőlő területi kiterjedése (Laposa, 1988; Cots-Folch et al., 2006), de ennek ellenére is az ország szőlőterülete 17%-kal csökkent, a termő szőlők területe pedig 23%-kal 2003-ra (Lóczy és Nyizsalovszki, 2005). A felhagyások következtében gyakori, hogy a szőlőbirtok magasabban fekvő szomszédja, gyeperület, illetve erdő. Az ilyen területen a lágyszárú gyomfajok és a fás szárú másodlagos növényzet a lejtő irányban futó kórákások felületén keresztül (Baráth, 1963), valamint a szomszédos már erdő felől törnek be a művelt szőlő parcellákra (Nyizsalovszki, 2003; Czinege et al., 2004).

A földhasználat változás talajerózióra (Schmitt et al., 2003; Szilassi et al., 2006; Kertész et al., 2007), a talaj szerves anyag tartalmára, víztartó képességére, a termőrétegre gyakorolt hatását többen is vizsgálták (Molnár, 1983; Dunjó et al., 2003; Kiss et al., 2005; Fehér, 2007). Mindezekből az következik, hogy nemcsak az agroökológiai potenciál hat a művelésre, hanem maga a földhasználat is jelentős hatást gyakorolhat az agroökológiai tényezőkre.

A múltban a jelentős természeti csapások, a gazdasági szerkezetváltás és a piaci körülmények megváltozása egyaránt elmozdította a termőterület határát, azonban a számos tekintetben kiváló adottságokkal (lejtő, magasság, megközelíthetőség, stb.) rendelkező szőlőterületek többsége a mai napig művelés alatt áll.

2.2. Térinformatikai alkalmazások, és modellezés

A magas beruházási költségek és az elvárt profit igény következtében egyre nagyobb elvárásokkal néz szembe az intenzív gyümölcsstermesztés. Az ültetvényeken modern agro-technológiai eljárásokkal, új koronaforma, azonos fajtaösszetétel, térállás alkalmazásával kell növelni a termelés színvonalát, hogy a termelő a hazai és nemzetközi piacon sikereket tudjon elérni. A feladat megoldásához nélkülözhetetlen az adatnyilvántartás, kezelés és elemzés modernizációja és a termőhelyhez alkalmazkodó

gazdálkodás, mivel az ültetvényre vonatkozó információk 80-90%-a térhez kötődik (Tamás, 2001). Jelenleg a 1593/2000/EK rendelet előírja a mezőgazdasághoz kötődő integrált igazgatási rendszerekben a térinformatikai parcellaazonosítást, mely az alkalmazások szélesebb körű elterjedésének kezdeti fázisát jelenti. Mindemellett a különböző tudományterületek kutatói is felismerték a térhez köthető információk digitális adatbázisban történő nyilvántartásának és elemzésének előnyeit, melynek következményeként megnőtt az igény az egyre nagyobb térbeli felbontású adatbázisok kialakítására, úgy mint például: TIR-Talajinformációs Rendszer, DKTIR - Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (Szabó et al., 2007), Georgikon Térképszerver (Sisák és Bámer, 2008), Fruit-Met (Szenteleki et al., 2010c). A digitális térképi feldolgozás előnye, hogy a különböző adattípusokat automatizált műveleti sorokban tudjuk elemezni, melynek eredményeit szintén térképen jelenítjük meg.

Domborzatmodellezés

A domborzatmodellezés a tértudományok egyik meghatározó részterülete (Moore et al., 1993; Florinsky és Kuryakova, 1998; Wilson és Gallant, 1998). Digitális domborzatmodell (továbbiakban DDM) segítségével számos elsődleges és másodlagos domborzati mutató számszerűsíthető (lejtő irány, lejtő meredekség, lejtőhossz, relatív magasság; nedvességi index, lefolyás, stb.), amelyeket a térbeli összefüggések kiértékelésénél használhatunk fel. A DDM előállításához a magassági adatok (pont, vagy vonal) térbeli interpolációjára, vagy fotogrammetriai feldolgozásra van szükség. Bódis (2008) vizsgálta a különböző interpolálási módszerek alkalmazhatóságát, és megállapította, hogy a lokális interpolációval előállított digitális felszín biztosítja a kellő simaságot és elkerüli a hirtelen ugrásokat. Az így előállított felületmodellek is tartalmazhatnak olyan mélyedéseket (sink), amelyek a lefolyási vagy eróziós modellt torzíthatják (Németh et al. 2002; Telbisz, 2007), tehát terepi méréseken alapuló korrigációnak kell követnie.

Dobos (2001) és Szabó (2004) a talajjellemzők vizsgálatánál alkalmazott DDM-ből származtatott mutatókat; de az erózióbecslés, felszínfejlődés és völgytipizálási kutatások területén is jelentős eredményeket értek már el (Németh et al., 2002; Szalai, 2004; Szabó, 2006; Szabó et al., 2006; Demeter és Szabó, 2008). A domborzatmodell a talajtérképezés során is jelentős segítséget nyújthat a talajfoltok kiterjedésének meghatározásában (Pásztor et al., 2007). Az új technológiai megoldások alkalmazása,

így a légi lézerekkelés (LIDAR) is nagy pontossággal írja le a felszínt és azt borító objektumokat, melynek szerepe várhatóan a gyakorlatban növekedni fog.

Precíziós mezőgazdaság

A hazai gyümölcsstermesztés versenyképességének növelése érdekében a termelés technológiai elemek (öntözés, megfelelő növényvédelem stb.) elsődleges javítása szükséges (Udovecz és Erdészné, 2005), melynek véleményem szerint az egyik eszköze a precíziós termesztéstechnológia megvalósítása lehetne. A precíziós technológiák kifejlesztésének célja a termőhely változékonyság feltárása és ehhez adaptált eljárások kidolgozása. A precíziós mezőgazdaság a termőhely specifikus, tábla szintű heterogenitásra vonatkozó különböző georeferált adatok együttes kezelésére és kiértékelésére szolgáló alkalmazás, mely megkülönböztetett figyelmet fordít a terméssbiztonságra, a termesztési kockázatok csökkentésére, a szélsőséges vízháztartási és ökológiai stresszhelyzetek megelőzésére és mérséklésére a célzott termesztési technológiák megvalósításán keresztül (Németh *et al.*, 2007). A kutatók a fajtakísérletek során, azonos ültetvényen belül különböző fajtákon, eltérő térállásban végeznek metszési, öntözési, hozam, agrometeorológiai és jégvédelmi kísérleteket, melyek eredményeinek együttes megjelenítésére, illetve elemzésére egy térinformatikai adatbázis nyújthat jelentős segítséget, akár a terepen is.

A precíziós technológia alkalmazásakor alapvető fontosságú a homogén táblák kialakítása (Németh, 1999), vagy a már korábban létrehozott ültetvényekben a közel azonos kezelést igénylő táblarészek kijelölése. Azonban a túl nagy méretű táblákon belül sem a talaj, sem pedig a növényállomány fejlődése nem homogén, így nem lehetséges az egységes agrotechnikai kezelése (Várallyay, 1994). A megfelelően megválasztott ültetvénymérettel és technológiával a heterogenitás pontoszerűen mérhetővé válik, így jelentősen mérsékelhető a vegyszer és tápanyag kijuttatás, valamint energia megtakarítás érhető el (Neményi, 2005).

Számos precíziós mérési módszert fejlesztettek már ki kísérleti szántó parcellákon, mely vizsgálati módszerek alapvető tárgya legtöbb esetben a talaj (Szabó *et al.*, 2007). Neményi *et al.* (2010b) a talaj fajlagos elektromos vezetőképességét mérték gépjárműre szerelt GPS-el ellátott VERIS3100 típusú műszer segítségével, valamint egy új módszert fejlesztettek ki a talajellenállás online mérésére. Lehetőség van a térbeli heterogenitás okának feltárására a mért talajadatok és hozam adatok térbeli korrelációs vizsgálatán keresztül (Tamás *et al.*, 2005; Mikéné, 2007).

A precíziós szőlő és gyümölcsstermesztés témakörében jelentős kutatási eredményeket a spanyol (*Suárez et al.*, 2001; *Arnó et al.*, 2005; *Martínez-Casasnovas és Bordes*, 2005; *Sepulcre-Cantó et al.* 2007; *Arnó*, 2008) ausztrál (*Bramley*, 2001a, 2001b) és francia (*Brenot et al.*, 2008) kutatók érték el. A szüret során alkalmazott termés monitor szenzorok adatai alapján megbecsülhető a következő évi termés mennyisége, valamint meghatározhatók a termést leginkább befolyásoló tényezők és agroökológiai paraméterek, melyek negatív hatását szintén precíziós módszerekkel célzottan mérsékelhetjük, illetve javíthatjuk. Összességében a precíziós technológia a nagyobb profit és a kisebb környezetterhelés eléréséhez biztosít egyaránt fontos megoldásokat.

Távérzékelés alkalmazása a mezőgazdaságban

A hagyományos térképek és adatbázisok feldolgozásán túl az egyik széleskörűen alkalmazott módszer a távérzékelte adatok, multispektrális, hiperspektrális, vagy lézerszkennelt felvételek kiértékelése (*Burai*, 2006; *Milics et al.* 2008). A távérzékeléssel lehetőségünk nyílik a hagyományos földi mintavételi adatok mellett/helyett nagy területekről egyidejűleg információt nyerni (*Burai*, 2007). *Lóki* (1996) szerint a távérzékelés nemcsak a speciális adatgyűjtést jelenti, hanem azok feldolgozását és kiértékelését is.

A multi- vagy hiperspektrális felvételek alkalmazhatóak a megtermelt növény hozamának becslésére, a betegségek vagy gyomborítás kimutatására, a talajtulajdonságok detektálására, lehetővé teszi a kertészetek számára az idősoros elemzések elvégzését, valamint vízgazdálkodási feladatok megtervezését (*Neményi et al.*, 2010 a, b). A különböző távérzékelési technikán alapuló monitorok és szenzorok (vetés-előkészítés, gyomfelismerés, permetező, betakarító, stb.) alkalmazása a szántóföldi művelésben Magyarországon is egyre elterjedtebb (*Tamás*, 2001; *Németh et al.*, 2007), azonban a gyümölcsstermesztésben jelenleg még kevésbé alkalmazott módszer.

Nagyobb térbeli és spektrális felbontást a modern hiperspektrális felvétel biztosít. A német DLR HySens program keretében került sor Magyarországon az első hiperspektrális repülési kampányra, amely során DAIS 7915 (Digital Airborne Imaging Spectroscopy) 0,4 – 12,3 μm hullámhossz tartományt lefedő 79 csatornás kamerát használtak (*Kardeván et al.*, 2003). Magyarországon 2006-tól alkalmazott passzív AISA DUAL rendszer már 1,2-10 nm spektrális és 0,4 méter térbeli felbontású mintavételre

képes, és maximálisan 498 csatornára lehet programozni (Nagy et al., 2009; Tolner et al., 2010).

Az aktív távérzékelési technikák egyik típusa a lézeres letapogatás (LIDAR = Light Detection And Ranging). A lézerszkennertől mért objektumok alakjának pontos meghatározását az akár 50000 pontmérés biztosítja másodpercenként, az így elállított pontfelhőből kiválasztható akár egy fa is, melynek bizonyos tulajdonságai, úgymint az ágszerkezet a törzsmagassága, törzsátmérője, lombzat kiterjedése leírható (Rosell et al., 2009; Riczu et al., 2011).

Nagy et al. (2009) a siófoki őszibarack ültetvényről készült hiperspektrális felvételből származtatott vegetációs index alapján elemezték a párolgás és a vízgazdálkodás lombzattal kapcsolatos összefüggéseit. A gyomborítás mértékét, a gyümölcsfák lombzatának térbeli kiterjedését és a földút kopár területének nagyságát a Spektrális Szögértékelési Módszerrel (SAM) határozták meg. Továbbá kimutatták, hogy az adott gyümölcsfaj ültetvényén belül az alacsonyabb relatív reflektancia értékű görbe jellemzi a kisebb lombzatú fákat, míg az egyre magasabb értékek az egyre nagyobb lombzattal párosulnak. A távérzékelésben használt spektrális értékelések eredményeként újabb vizsgálati módszerek és lehetőségek tárultak fel, amelyekre az értekezés eredményei fejezetében térek ki részletesen.

2.3. Mezőgazdasági szempontú termőhely értékelés

Az agrárgazdasági földminősítés, vagy termőhely értékelés célja, hogy a termőterületet a mezőgazdasági potenciál szempontjából megítélje, a gyakorlatban azonban sok esetben csak a talajértékelésre szűkül le. Az értékelés során meghatározzák a kulcsfontosságú "fő" és az "alárendelhető" tényezőket, majd paraméterrendszert vagy pontrendszert állítanak fel (Dömsödi, 2007). A kutatók mind a mezőgazdaság, mind pedig a tájökológia területén jelentős erőfeszítéseket tettek a környezeti erőforrásaink valamilyen értékrend alapján történő besorolására. A vizsgálatok célja alapján két főcsoport különíthető el:

- közigazgatási: földértékelés és közhiteles ingatlan nyilvántartás;
- tudományos: az általános környezet minősítés, táj- és termőhely értékelés.

A termőtáj értékelés egy térben kiterjedtebb és komplexebb minősítési rendszert takar, melyben a talaj tulajdonságain túl a területre hatással lévő főbb természeti, társadalmi és gazdasági tényezőket is figyelembe kell venni. A tudományos életben a hangsúly leginkább a talajtani adottságok (Kreybig, 1946; Géczy, 1968; Stefanovits,

1977), valamint a tájstabilitás szempontjából állandóbbnak mondható domborzat (Csemez, 1996; Mezősi és Rakonczai, 1997) vizsgálatára összpontosul, azonban a szélesebb látókörű természet- és tájföldrajzi kutatások (Marosi és Szilárd, 1963; Szabó, 1984; Lóczy és Szalai, 1995; Lóczy, 2002) egyaránt érintik a mezőgazdasági szempontú minősítés területét is. A vizsgálat tárgyától (föld, termőhely, tájegység) függetlenül az értékelés és minősítés eltérő fogalmat takarnak (Lóczy, 2002; Dömsödi, 2007), mely az alkalmazott értékelő rendszerben is megnyilvánulhat:

- pont vagy számértékkel leíró rendszer vagy a
- kategóriarendszer, osztályozás, relatív rangsorolás között.

Jelen dolgozatban a vizsgálatok tárgya (föld, vagy termőhely) alapján kívánom megközelíteni a témát. A mezőgazdasági tárgyú földértékelés a termőföldet, mint ökológiai-ökonómiai egységet vizsgálja; illetve a természeti adottságai, és a megtermelt termény gazdasági értéke alapján sorolja be (Benet és Góczán, 1974; Naárné, 2006). A Ferenc József által 1875-ben bevezetett földértékelés elsődleges célja az adóztatás volt, amikor a föld gazdasági értékét egy értékszám határozta meg, mely a megtermelt tiszta jövedelmet vette alapul (Benet és Góczán, 1973; Kocsis et al., 2011). A ma is érvényben lévő aranykoronás földértékelő rendszerrel szemben éppen ezért számos kritikát fogalmaztak és fogalmaznak meg ma is. Elavultsága abban is megmutatkozik, hogy sem a növény specifikus termelékenységet sem pedig a produkciós potenciált nem fejezi ki pontosan (Hermann és Dömsödi, 2008).

A természettudományos és talajtani ismereteken nyugvó 100 pontos termőhely-értékelés parametrikus földminősítő rendszerét az 1970-es években dolgozták ki (Fórizsné et al., 1971; Kocsis et al., 2011), melyet az aranykorona rendszer kiegészítésére és felváltására állítottak össze. Azonban a rendszerváltás után továbbra is megmaradt az aranykorona rendszer a közigazgatásban. Az 1980-as években kidolgozott mintateres-genetikus földértékelési módszer sem tudta leváltani (Dömsödi, 2011). A Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítőben megjelent Földértékelési Szabályzat (5/1981.(IV.2.) MÉM sz. rendelethez) alapján meghatározott talajérték számot korrekciós értékek levonásával módosították, melyek közül az egyik a domborzat tulajdonsága volt.

2.3.1. Mezőgazdasági információs rendszerek

Az Európai Unióhoz való csatlakozás jelentős módosításokat és modernizálást követelt meg a hazai földügyi nyilvántartásban. Követelmény az egész országra

kiterjedő egységes adatbázisok és adatszolgáltató rendszerek kifejlesztése, mely a későbbiekben a precíziós mezőgazdaság adatigényét is biztosíthatja. Ebben az alfejezetben néhány térinformatikára alapuló rendszer fontosabb jellemzőit mutatom be.

MEPAR Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer

Az Európai Tanács 1593/2000/EK rendelete szerint, 2005. január 1-től a tagállamoknak a támogatásra jogosult mezőgazdasági parcellákat a szerkezetátalakítási támogatás elnyerése érdekében térinformatikai rendszerben kell nyilvántartani, melyhez minimálisan 1:10000 méretarányú térképi adatforrás szükséges. Az adatbázist a 115/2003. FVM rendelettel hozták létre, mely az agrártámogatások eljárásainak kizárólagos országos földterület-azonosító rendszere, fő célja a mezőgazdasági és vidékfejlesztési területalapú kifizetések fizikai blokk szintű azonosítása. Térinformatikai rendszerben, EOVS vetületben jelenítik meg a parcellaazonosításhoz szükséges adatokat ortofotó segítségével, melyet folyamatosan frissítenek (Csornai et al., 2004). Azonos típusú, művelés alatt lévő parcellák együttesét, fizikai blokkjait egyedi azonosítóhoz köthető adatsorral írják le.

D-e-METER földminősítési rendszer

A termőhely-minősítési projekt a szántó művelési ágban mutatott termékenységet kívánta értékelni. Az EU-konform földminősítési és adatszolgáltatási rendszer, modern térinformatikai környezetben nagy térbeli részletességet biztosít az 1:10000 méretarányú genetikus talajtérképeknek köszönhetően. Általános érvényű viszonyszámokat használ a különböző haszonnövényekre vonatkozóan, több eltérő évjárat adatai alapján (Tóth, 2009). Földminősítési viszonyszáma felválthatná az elavult aranykorona érték használatát a földügyi nyilvántartásokban. A talaj és a növénytermesztési adatok statisztikai feldolgozására épül, mely figyelembe veszi a genetikus talajosztályt, termékenységet, domborzatot, hidrológiai, meteorológiai és földtani tényezőket (Gaál et al., 2005). Naárné (2006) a rendszer fejlesztésén belül a közgazdasági földértéket befolyásoló fekvésbeli (helyzeti) korrekciós tényezők vizsgálatával foglalkozott. A 100 pontos földminősítési gyakorlatnak (MÉM, 1982) megfelelően a domborzati tényezők - lejtőkategória, lejtőkitettség - a korrekciós viszonyszámok formájában kerültek be az értékelésbe (Tóth, 2009).

2.3.2. Szőlő termőhely értékelés és a termőhelyi kataszteri rendszer

A jelenlegi piaci helyzet mellett csak a minőségi gyümölcsök termelésének, valamint a különleges terroir borok és védett eredetű borok előállításának van hosszútávra jövője, így az elkövetkező években a termőhely besorolás és a dűlőosztályozás nagyobb jelentőséggel bírhat (*Botos és Marcinkó, 2006*). Megkülönböztetett figyelmet fordítanak a termőhelyi adottságok pontos megismerésére a precíziós szőlőtermesztés (*Martínez-Casasnovas és Bordes, 2005*) és a döntéshozás, valamint a „terroir” vizsgálatok (*Nyizsalovszki és Lóczy, 2005; 2008*) során is.

A szőlőtermesztés ökológiai feltételeit részletesen tárgyalja számos kutató (*Prohászka, 1953; Boros, 1996; Csepregi, 1997; Kozma, 2000*), míg a termőhely borszőlőtermesztésre való alkalmasságát és minőségét már kevesebben értékelték (*Zelenák, 2007*). A szőlő ökológiai igényének részletes ismertetését mellőzöm, azonban néhány, a termőhely értékelése szempontjából érdekes adat röviden bemutatásra kerül.

Csepregi (1997) szerint a bor minőségét leginkább befolyásoló 7 tényező közül az első a termőhely, majd az időjárás, a szőlőfajta és a termesztéstechnológia. Hasonlóan, *Kozma (2000)* is az ültetvény agroökológiai potenciáljának tulajdonít nagyobb szerepet: a termőhelyi viszonyok - 70-75%-ban (45% klíma, 27% talaj), míg a fajta csak 27%-ban befolyásolja a termés mennyiségét és minőségét.

A szőlőműveléshez kapcsolódóan megkülönböztethetünk ültetvény katasztert, mely az ültetvények statisztikai adatait rögzíti (terület, termés, cukorfok stb.) és a termőhelyi katasztert, ami a terület ökológiai tulajdonságai alapján pontszámmal jelöli annak minőségét.

A Keleti Károly-féle szőlőültetvény kataszteri felvételezése (1860-1873) volt az első széleskörű szőlészeti ültetvény kataszter hazánkban (*Boros, 1999*), mely a szőlőterület történelmi kiterjedéséről és a megtermelt bor mennyiségéről szolgál információval. 1996 óta a HEGYIR (Hegyközségi Információs Rendszer) alkalmazás tartalmazza a parcellákra vonatkozó adatokat (*Martinovich et al., 2005*), azonban az ültetvény kataszterek csak közvetve használhatóak fel a termőhely jellemzésére.

1707-ben II. Rákóczi Ferenc rendelte el az első országos szőlő termőhely értékelés elkészítését adóztatás céljából, mely 4 minőségi osztályba sorolta a borvidékeket. Első osztályú csak tokaji termőhely volt (*Szakály, 1998*).

Zelenák (2007) bemutatja a Tokaj-Hegyalja területére vonatkozó történelmi idők szőlőtermőhely osztályozási rendszereit, és megállapította, hogy a legfontosabb a *Matolai János* dűlőosztályozási rendszere volt a 18. században, melyet a későbbiekben

többször aktualizáltak. *Matolai János* osztályozási szempontja között a lejtő kitettsége, védettsége, a talaj összetétele és a termés íz anyaga szerepelt, ezek alapján 3 osztályba sorolta a települések termőterületét. Az első osztályú, a déli fekvésű kiváló „tokaji”-termő terület, a második a jó minőségű, a harmadik pedig a kevésbé jó szőlő, míg a gyenge és rossz minőséget adó dűlőket nem sorolja osztályba (*Wellmann, 1984*). Eger környéki szőlőhegyekre szintén léteznek olyan összeírások 1760-ból és 1789-ből, melyek a szőlőket három ill. hat osztályba sorolták többek között a föld minősége, a terület lejtése és a besugárzási értékei alapján, mely szerint első osztályú csak délkeleti vagy déli fekvésű terület lehetett (*Nemes, 2000*).

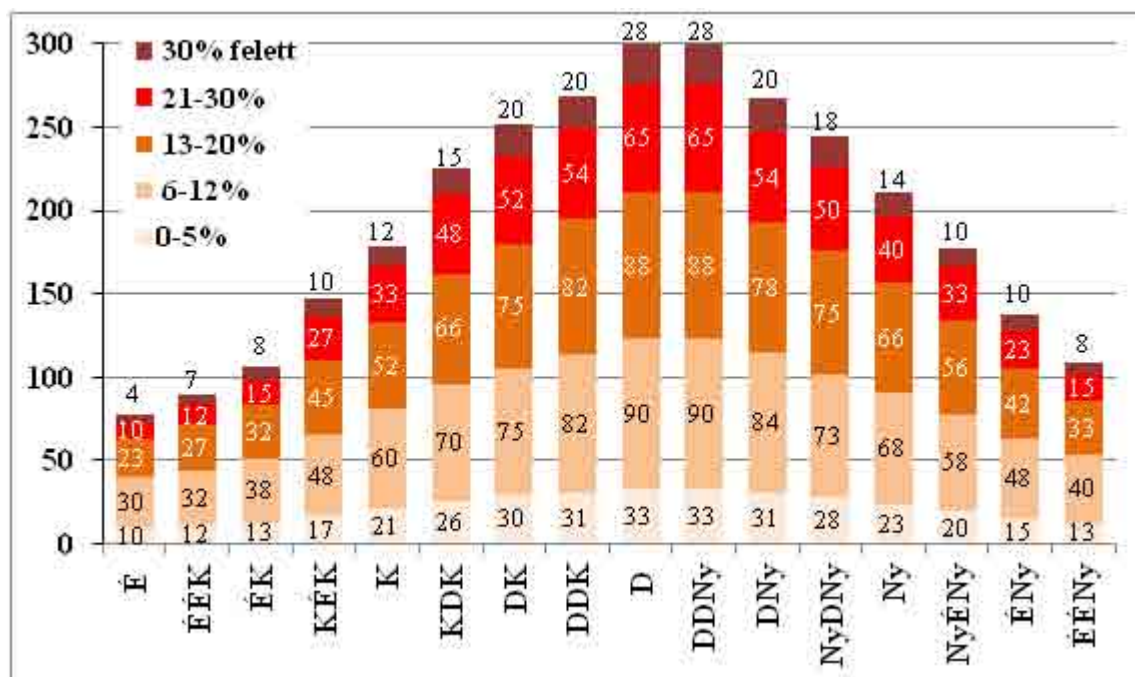
Szőlő Termőhelyi Kataszter

A jelenleg alkalmazott Szőlő Termőhelyi Katasztert (későbbiekben: SzThK) a MÉM megbízásából a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet készítette el 1979-1982 között (*Botos et al., 1985*). Az ország teljes területére 1981-ben készült el (*Botos et al., 1990*), majd a kataszter használatát a 9001/1983 MÉM utasítás tette kötelezővé. Elsődleges alkalmazási területe a telepítési engedélyezés, azonban az azonos pontrendszernek köszönhetően a termőhelyi potenciál értékelésére is alkalmazható bizonyos feltételek mellett. Maximálisan adható pontérték – legjobb termőhely – 407 pont. A Balatonfelvidéken igen gyakori a 360-380-as érték (*Laposa, 1988*). Az összesített adatokat végül a termőterületet 9 különböző klaszter alapján 4 minősítési csoportba sorolják (I, II/1, II/2. és alkalmatlan). A minőségi osztálynak megfelelő klasztereket 1:10000-es földhivatali térképszelvényeken lehatárolt, értékelő pontszámmal ellátott „ökotóp” területekkel jelölik (*Laposa, 1988*). Egy-egy területi egység „ökotóp” területe igen nagy határok között mozog (pl.: a Tokaji borvidék esetében 3-138 ha), melynek következtében 1 egységen belül jelentős különbségek lehetnek a főbb termőhelyi adottságokban. Abaújszántó esetében 15 ökotópot jelöltek ki (6-40 ha, átlag 18,7 ha területű), a Csobáncot 3 település ökotópjai érintik (Gyulakeszi 14-95 ha, átlag 67ha; Diszel 73-104 ha, átlag 88 ha; Tapolca 12-92 ha, átlag 52 ha).

Az ökológiai és ökonómiai jellemzőket 7 főtenyező csoportba rendezték a 95/2004. (VI.3.) FVM rendeletben, melyek közül a pontszámban kifejezett jelentőségét tekintve a domborzat (40,5%), az agrometeorológia (23,3%) és a talaj (22,6%) a meghatározó. A rendeletet a 97/2009. (VII. 30.) FVM rendelettel módosították, de a pontrendszer változatlan maradt (3.táblázat). A VINGIS rendszer kiépítését követően a 97/2009. (VII.30.) FVM rendelet előírja a kataszter térinformatikai nyilvántartását is.

3. táblázat 95/2004. (VI.3.) FVM rendeletben foglalt SzThK vizsgálati rendszere és a térinformatikai modellezéséhez szükséges adatforrások (Saját szerkesztés)

Főtenyező	Altényező	Pontszám hegyvidékre		Felhasználható Adatforrás	
		Max.	%-ban		
1. Agrometeorológia	Téli fagykár	50	12.3	23.3	Tapasztalat
	Tavaszi fagykár	45	11.1		Tapasztalat
2. Talaj	Talajtípus	40	9.8	22.6	Talajterkép
	Talajképző kőzet	5	1.2		Talajterkép
	Kémhatás	5	1.2		Talajterkép
	Fizikai talajféleség	7	1.7		Talajterkép
	Vízgazdálkodás	10	2.5		Talajterkép
	Humusz	10	2.5		Talajterkép
	Termőréteg vastagság	10	2.5		Talajterkép
	Egyöntetőség	5	1.2		Talajterkép
	3. Vízgazdálkodás	Talajvíz mélység	10		2.5
4. Erózió	Erózió mértéke	10	2.5	2.5	DDM
5. Terepviszony	Lejtő	90	22.1	40.5	DDM
	Tszf-i magasság	45	11.1		DDM
	Terepfelszín	30	7.4		DDM
	Erdő közelsége	10	2.5	2.5	Kataszteri t.
	Beépítettség	7	1.7	1.7	Kataszteri t.
6. Terület hasznosítása	Üzem méret	10	2.5	2.5	Kataszteri t.
7. Útviszony	Megközelíthetőség	8	2.0	2.0	Kataszteri t.
Összesen adható:		407	100.0	100.0	



3. ábra A SzThK lejtésszög és égtáji kitétség (5.1.) szerint adható pontértékek 95/2004. (VI.3.) FVM rendelet alapján (Saját szerkesztés)

A rendszerben legnagyobb súllyal a lejtőpontérték (5.1. tényező) jelenik meg, mely tényező egyben a legrészletesebben kidolgozott pontszámítási szabállyal rendelkezik. A 16 lejtőiránynak és 5 lejtőmeredekségi osztálynak megfelelően összesen 80 kategóriát

különítettek el, melyekhez külön-külön pontszámot rendeltek (3. ábra). A pontértékek kiosztása normáleloszlást mutat.

A precíziós szőlőtermesztésben egyre pontosabb, nagy térbeli felbontású adatokra lesz szükség a jövőben, így ennek megfelelően felmerülhet az igény az értékelési rendszer térinformatikai feldolgozására is. Ehhez digitális adatforrás szükséges az értékelő rétegek előállításához, valamint a modellek futtatásához (3. táblázat). A rendszer térinformatikai modellezésére az eredmények fejezetben részletesen kitérek.

Szőlőültetvények országos térinformatikai nyilvántartása - VINGIS rendszer

A szőlőágazati támogatások kifizetéséhez szükséges SzThK-nak és az ültetvény kataszterének (HEGYIR) nyilvántartását (Szenteleki, 2007) egy térinformatikai rendszerben kezeli. Lehetővé teszi az oltalom alatt álló földrajzi jelzést, illetve az oltalom alatt álló eredet megjelölést viselő borok termőhelyi lehatárolást (2004. évi XVIII. tv.). Segítségével a szőlő-bor szektorra jutó agrártámogatásokat nyomon követhetik és ellenőrizhetik, és a naprakész adatbázisa alapján gyors elemzések végezhetnek el (Szenteleki et al., 2005; Molnár és Katona, 2006). Kialakítása 3 ütemben 2001-től indult meg. Az adatbázis fedvényeinek nagy része a pontos helymeghatározást szolgálja, míg a termőhely értékelés szempontjából fontos paraméterek közül csak a talajtani (1:100000) és a domborzatot (1:10000) leíró rétegeket jeleníti meg (127/2009. (IX.29.) FVM rendelet). A rendszer vektoros (shp) és raszteres (tif) rétegeket kezel Open Source térkép szerver segítségével (Katona és Molnár, 2005; Molnár, 2007). A hozzáférést az intézmények feladatainak ellátásához szükséges adatmennyiségre korlátozzák (Martinovich et al., 2005).

2.3.3. Gyümölcs termőhely nyilvántartása és minősítése

1982-90 között a Gyümölcs és Dísznövénytermesztési Intézet munkatársai alakították ki a hazai gyümölcsstermesztés adatbázisát, melynek részét képezi a termőhely kataszter, az ültetvénykataszter, és a feldolgozó létesítmények katasztere. A kutatóintézet feladata a talajtani szakvélemény és a helyszíni szemle alapján a telepítés előtti termőhelyi alkalmasság igazolása (termőhelyi kataszter), valamint 1500 m²-nél nagyobb területű gyümölcsültetvények nyilvántartása (ültetvény kataszter). Az adatbázis fenntartása és nyilvántartási rendszerének számítógépes fejlesztése, a szőlő kataszteri rendszereihez hasonlóan szintén állami feladat (102/2001. (XII 16.) FVM rendelet).

A gyümölcsfajok ökológiai igényei eltérnek egymástól (Soltész és Szabó, 1998), ennek megfelelően a termőhelyértékelést is fajonként külön kell elkészíteni. Az Országos Gyümölcs Termőhely Kataszter (későbbiekben: OGyTK) 17 gyümölcsfajra külön-külön készült el. A felmért gyümölcsösökből az újratelepítésre alkalmas 440000 ha-t emelték be a kataszterbe (Kállayné és Szenci, 1989), amely az évek során folyamatosan bővül.

4. táblázat Termőhelyi tényezők maximális pontértékei (Kállayné, 1993)

	Alma	Körte	Meggy	Kajszi	Őszibarack
Talaj	200	180	190	190	180
Vízháztartás	215	225	180	150	175
Besugárzás	55	45	65	60	70
Fekvés	20	30	30	45	35
Körny. visz. mag.	10	20	35	55	40
Összesen	500	500	500	500	500

A rendszert maximálisan 12%-os lejtőkre dolgozták ki. Kállayné (1993) kutatási eredményei alapján kiemeli a talajt, a vízháztartást, a besugárzást, a fekvést és a környezethez viszonyított magasságát, mint a gyümölcs termőhelyi kataszterben meghatározó fő környezeti tényezőcsoportokat (4. táblázat). A termőhelyeket 4 minősítési osztályba sorolják. Egy termőhelyre maximálisan 500 pont adható, melyet a korlátozó tényezők negatív előjelű pontértékei csökkenthetik (erodáltság, virágzaskori fagy gyakoriság, és a vízfolyás) (5. táblázat).

5. táblázat Termőhelyi tényezők maximális pontértékei alma ültetvényénél (Kállayné, 1993)

	Alma
Fekvés	20
Környezethez viszonyított magasság	10
Besugárzás	55
Talaj	200
- talajtípus	42-140
- fizikai féleség	0-20
- szerves anyag	0-40
Vízháztartás	215
- hidrotermikus koeficiens	100-160
- talajvíz mélység	0-40
- vízkapacitás	0-30
- júliusi légnedvesség	0-15
Összesen	500
Korlátozó tényezők	-154
- Erodáltság	-10-50
- Virágzás kori fagy gyakoriság	-20-95
- Vízfolyás	-3-9

Az OGyTK országos körzetek kijelölése alapján veszi figyelembe a hidrotermikus koefficiens (3db), a júliusi 14 órás légnedvességet (4db), és a radiometrikus indexet

(7db), ahol meghatározzák sorrendben a talajvízmélység és talaj vízkapacitás, a vízfolyás, és az égtáji fekvés körzetek szerint adható pontértékeit. *Soltész et al.* (2010) szerint új alapokra kell helyezni a gyümölcskatasztert, nagyobb figyelmet fordítva a tábla szintű termésbiztonságra, mely szélsőséges időjárási hatásokat is figyelembe venné. Ez a gondolat már előremutat a precíziós gyümölcsstermesztés irányába.

A kataszteri besorolás végső soron csökkenti a termesztési kockázatot, valamint hozzájárul az eredményesség növeléséhez.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataimat 3-3 eltérő adottságokkal rendelkező szőlő- és gyümölcs termőterületen végeztem. A vizsgált szőlőhegyek elhelyezkedését bemutató térképeket a 2. melléklet, a gyümölcsültetvények lehatárolását a 3. melléklet, és a mintaterületekre jellemző legfontosabb tulajdonságok összefoglaló táblázatát a 4. melléklet tartalmazza. A Csobáncon és a Sátor-hegyen földhasználat változás vizsgálatot végeztem és az ehhez kapcsoló rövid helytörténeti leírás szintén ebben a fejezetben kapott helyett.

3.1. Vizsgált szőlőhegyek

3.1.1. Csobánc-hegy

A Tapolcai-medencében, Gyulakeszi település mellett fekszik a 375 m tszf-i magasságú bazaltos tanúhegy, melynek mintaterülete megközelítőleg 300 ha. Már a XI. században fontos szerepet játszott a szőlőtermesztés a hegyet övező falvak életében (*Vajkai*, 1958). Jelenleg a tradicionális és kordonos szőlőművelés egyaránt jellemző (60-300 cm sortávolság, 60-150 cm tőtávolság), melyet kisebb felhagyott és beerdősült parcellák szegélyeznek. A Balaton-felvidékre jellemző fehér borszőlőfajtákat, Olaszrizlinget, Rajnai rizlinget és Szürkebarátot termesztnek.

Földtörténeti felszínfejődés

Alapzatát 200-240 m magasságig főként szarmata mészkő, pannóniai üledékes kőzetek (szürkésfehér és sárgásbarna homok, homokos-agyag, agyagos-márga) alkotják, melyre pontusi-pliocén korú ($3,42 \pm 0,41$ mi év) bazaltlávák és piroklasztikumok települtek (*Erdélyi*, 1939; *Kéz*, 1941; *Jugovics*, 1959; *Jámbor*, 1980; *Borsy et al.* 1986; *Bokor*, 1990; 1994b). A centrális, réteg-vulkáni jellegű tevékenység eredményeként sötétszürke aprószemcsés réteges-pados, helyenként vastagoszlopos illetve fekete tömött szövetű vékonyoszlopos bazalttípus került a felszínre (*Jugovics*, 1968).

Lóczy (1913) és *Cholnoky* (1926) a Tapolcai-medence kialakulását pliocén sivatagi deflációs folyamat eredményének tartották. A pleisztocén éghajlatváltozás hatásain túl a medence formálásában a tömegmozgás is szerepet játszott (*Bulla*, 1943). A fiatal tektonikus medence jelenlegi szintjéig főleg a szoliflukció, a kisebb patakok, illetve a defláció hatására pusztult le (*Láng*, 1958). A pleisztocén elején, a kavicsfeltárások alapján nagyobb vízhozamú ősfolyó is járt (*Mike*, 1980). *Góczán* (1960) szerint az Ősduna haladt át a Tapolcai-medence területén és 180 m-es tszf-i magasságig erodálta a

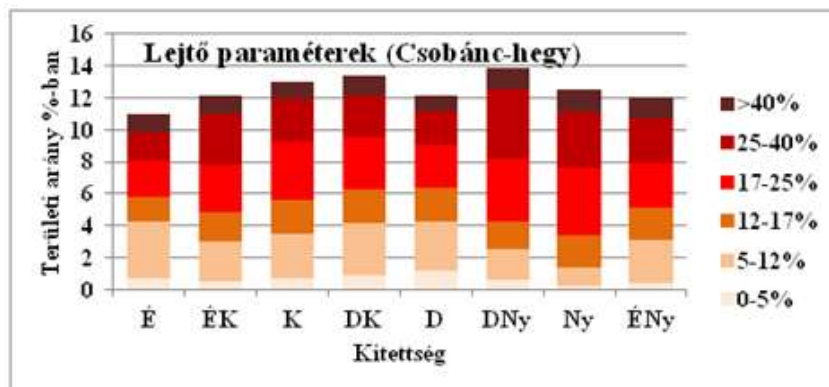
pannóniai felszínt. A hegy szoknyarészének formálásában legfontosabb tömegmozgásos folyamatok a csuszamlások révén a Csobánc-hegy felszíne változatosabbá vált (Szabó, 1996; Szabó és Fórián, 2008).



4. ábra Csuszamlásos formaegyüttes a Csobánc-hegy DNE-i oldalán (Saját felvétel:2003)

Domborzati adottságok

Felszínét a bazaltplatótól sugárirányban futó deráziós-eróziós völgyek kissé tagolják (Marosi, 1965). A lehatárolt mintaterületen a számításaim alapján a különböző kitétségű, illetve meredekségű lejtők aránya kiegyenlítettnek mondható, a vulkáni kúp formájának köszönhetően (5. és 6. melléklet). A szőlőművelés számára kedvező adottságokkal rendelkező (déli, 5-25% közötti) lankák jellemzik a hegy területének 39%-át (Fórián, 2006). A bazaltos tanúhegyek jellegzetes geomorfológiai sajátosságaiból (Bokor, 1965) adódóan a 40%-nál meredekebb térszínek nagyon kis területen, szinte kizárólagosan a bazaltsapkát határoló lejtőkre koncentrálnak.



5. ábra A Csobánc-hegy lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

Klíma

Mérsékelt meleg - mérsékelt száraz éghajlati típus uralkodik viszonylag magas júliusi átlag középhőmérséklettel (21-22°C). Télen gyakori a hőmérsékleti inverzió, amikor a medence területén hideg ködös levegő ül meg, míg a tanúhegyek kiemelkednek ebből a szintből, így jóval több napsütés éri, mely kedvez a

szőlőművelésnek. Következésképpen magas, 2050-2100 óra átlagos napfénytartammal jellemezhető (Péczely, 1981). A szubmediterrán típusú csapadékeloszlása miatt a Tapolcai-medence borultsága 60% fölé, a borult napok száma 120 fölé emelkedhet (Pécsi, 1988).

Talaj

A szoknya területén a pannon üledéken erdőtalaj, hordaléktalaj, míg a bazaltkúpon és törmelékletőjén köves gyengén savanyú erubáz talaj alakult ki (Pécsi, 1988; Madarász et al., 2011). Méréseim alapján a talaj homok, homokos-vályog és vályog fizikai talajféleségű, legmagasabb agyagtartalom 34% volt. CaCO₃ tartalom alapján közepesen és erősen meszes talajok a jellemezőek közepes és jó humusz ellátottsággal és leginkább semleges, gyengén lúgos pH-val.

Szőlőművelés

A XI. század óta műveltek szőlőt a hegyen (Vajkai, 1958), azonban csak az 1600-as évek végére vált a Csobánci uradalom legnagyobb értékévé (Kovacsics és Ila, 1988). A Badacsonyi borvidék területén a 18. században érte el a szőlőterület a maximális kiterjedését, amikor a művelt szőlőterületek még az északi kitettséggű lejtőkön is egészen a bazalt sziklák tövéig felnyúltak, melyet az 1858-as kataszteri térkép is alátámaszt. Az 1880-as évek végén a filoxéra, majd a peronoszpóra a szőlőművelés eddigi legsúlyosabb válságát okozta (Égető, 1975). A hegyi szőlők, kiváló minőséget adó termőhelyek védelme érdekében, 1897-ben borvidékbeosztást készítettek, mely alapján Csobánc, a Badacsonyi borvidék része lett (Laposa, 1988). A lankásabb déli lejtőkön a Badacsonyi Állami Gazdagág, a DK-i oldalon pedig a Gulácsi Tsz végzett nagyüzemi telepítést 1967-89 között, mely során a természetes felszínfejlődés és a korábbi antropogén formák nyomait eltüntették, és hatalmas homogén tájfoltokat alakítottak ki (tájidegen művelési mód, hosszú egyenes sorok, 3 méteres sortávolság, és 2 m magas huzalos támasz alkalmazásával).

3.1.2. Sátor-hegy

A Tokaj-hegyaljai világörökségi terület ÉNy-i határánál fekszik az abaújszántói Sátor-hegy 335 méter magas, 140 ha-os mintaterülete. Tokaj-Hegyalja a sátoraljaújhelyi Sátor-hegytől az abaújszántói Sátor-hegyig terjed - Incipit in Sátor, desinit in Sátor (Balassa, 1991). A hegyaljai szőlők első osztályú törzsterületének sorába a II. Rákóczi Ferenc 1707. évi szőlőrendtartása sorolta (Szakály, 1998), azonban periférikus

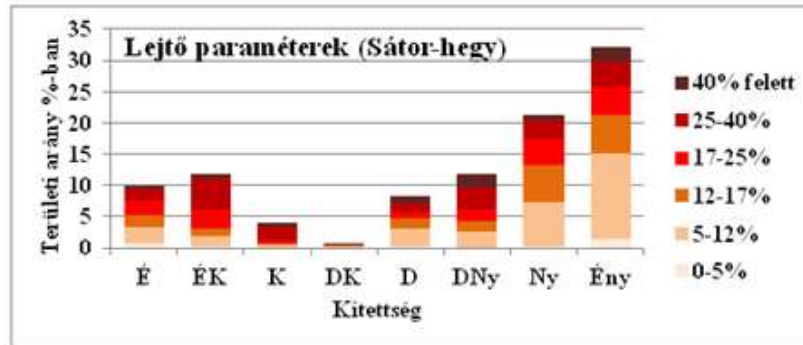
helyzetéből adódóan később a kevésbé jó 3. osztályú területek közé sorolták (Zelenák, 2007). A hegy kissé periférikus helyzete, a művelt szőlők területe az elmúlt évszázadok alatt jelentősen visszaszorult. Főként fehér borszőlőfajtákat, Furmintot, Hárslevelűt és Sárga muskotályt termesztenek hagyományos és kordonos műveléssel.

Földtörténeti felszínfejlődés

A döntően riolitos-andezites összetételű, Hernáddal párhuzamos, Gönc-Abaújszántó vulkanotektonikai fő törésvonal mentén alakult ki a Sátor-hegy (Nyizsalovszki, 2003). Boros (1996) szerint miocén bádeni emeletének elején, 14-13 millió éve kezdődött a vulkanizmus Tokaj-Hegyalján riolittufa- és lávakitöréssel. A kétfázisú (szarmata – alsó-pannon) vulkanizmusnak köszönhetően a Sátor-hegyen riolittufából és különböző riolit-változatokból álló több száz méter vastag rétegsor alakult ki. A hegylábi területeit Szarmata - Kishutai Riolit tagozat ($11,6 \pm 0,4$ millió év) riolit, csúcsrégióját alsó-pannon idejű Sulyomtetői tagozatának ($11,3 \pm 0,5$ millió év) riolittufája alkotja, a Sátor-Krakó tetőszintjén barna és fehér színű slíres riolit alakult ki (Pécskay et al., 1987; Kozák és Püspöki, 1999; Gyalog és Budai, 2004). Az abaújszántói Ördög-szikla pannon riolit lavinatufából áll, mely hévforrás tevékenység hatására kovásodott, a Tokaj–Zempléni-hegyvidék egyetlen ismert „kaptárfülkés” köve (Baráz és Kiss, 2007). A vulkáni működést követően, Pannon-tenger transzgressziója következtében sekélytengeri környezetben lavinatufa áthalmozódás és konglomerátum képződés zajlott. Pliocén (7-5 millió év) Sümegikum és Bérbaltavárium időszakában a lavinatufa legmagasabb térszíne helyi erózióbázisként szolgált, a Hernád-völgye felé hegyláb felszín alakult ki (Szepesi, 2007). A pleisztocén alatt a hegyláb felszín megsemmisült, a lávasapka felszabdaldott, a hegylábi területeken lösz halmozódott fel (Lengyel, 1956).

Domborzati adottságok

Vizsgálataim alapján a Sátor-hegy közel 60%-ára jellemző az ÉNy-i, Ny-i valamint az ÉK-i lejtőexpozíció, míg a szőlőtermesztés számára kedvezőbb délies lejtők csak 24%-os arányt képviselnek. A hegy gerince ÉNy-DK irányú, mely DK-en a Krakkó-hegy vonalában húzódik tovább, ennek köszönhetően a DK-i irányú lejtők csak nagyon minimális (0,37%) területen találhatóak meg (5. és 6. melléklet). A hegy területének több mint 50%-án a meredekebb lejtők (17-25%, 25-40%) uralkodnak, és további 11,42%-os részarányt képviselnek a 40%-osnál meredekebb lejtők (Fórián, 2008).



6. ábra A Sátor-hegy lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

Klíma

Mérsékelt hűvös- száraz éghajlati körzetben fekszik (Péczeley, 1981). A mintaterületek közül itt a legkevesebb az évi átlagos napfénytartam összege mindössze 1925 óra, ebből a vegetációs periódusra 1350-1400 óra jut (Nyizsalovszki, 2003). Az évi középhőmérséklet 8-9 C° és magas a fagyos napok száma 120-130 (Péczeley, 1981). Az éves csapadék 70 éves átlag alapján 575 - 600 mm, mely jelentős borultsággal párosul 62-64%. Hideg É-ÉK-i szélirány a meghatározó, melynek hatását a Sátor-hegy gerincvonalának futása jelentősen csökkenti (Homonnay, 1995).

Talaj

A szőlők leginkább a magasabban fekvő riolit, riolittufa területén Ramann-féle barna erdőtalajon, és csernozjom barna erdőtalajon helyezkednek el; az alacsonyabb hegyháti területen erdőtalajból képződött mezőségi talaj, vagy löszös agyagtalaj a meghatározó (Homonnay, 1995; Boros, 1999). A Sátor-hegy köves talaján már 1970-es években is előrehaladott volt az erózió (Boros, 1971).

Méréseim alapján a humusz tartalom átlagosan 3%, a hegylábi területen a humuszos réteg vastagsága átlagosan 40 cm, míg a magasabb részeken már alig éri el a 20 cm-t. A szoknya területen a felszín alatt 50-60 cm-re köves altalaj található. CaCO₃ tartalom szerint gyengén és közepesen meszes talajok a meghatározók többnyire gyengén savanyú és semleges pH értékkel. A talajok agyagtartalma a fűrasmintáim többségében 10% alatti, míg a leomlott támfalak mögötti teraszanyagban kissé magasabb 10-15% körüli.

Szőlőművelés

A Tridenti-zsinat (1545-1563) tanácskozáinak Magyarország Abaúji Tokajit küldött, melyről VII. Piusz pápa a következőt mondta: „Quod de Santoviis mittit vigemia praelis, est újvárini gloria prima soli – Amit a szántói földekről küld a szüret, az Abaúj

első dicsérete, illetve első dicséretet érdemel”. Az 1500-as években hatalmas kiterjedésű uradalmi szőlőtelepítések és pincerendszer ásás volt jellemző, és a szőlőtelepítés a Sátor-hegyen 1576 után jelentősen megnövekedett (*Homonnay, 1995*). 1641. évi Regulamentum óta Szántó a Tokaj-Hegyaljai borvidék törzsterületéhez tartozik (*Zelenák, 2007*). Hegyalján a szőlő 18. századra elérte a legnagyobb területi kiterjedését (8050 ha) és már kialakult a kultúrtáj mai jellegzetes formája (*Frisnyák, 1995*). 1848 után az uradalmi szőlők feldarabolásával apróparcellás magánszőlők létesültek (1873-ban Abaújszántón 3170 szőlőbirtokos volt), majd a filoxéra vést követően 1896-ban kezdődött az újratelepítés, azonban a déli meredek lejtőket legelőnek használták (*Homonnay, 1995*). A hegytetőn, ahol a legfelső szőlőművelési szint volt korábban vörösfenyőt telepítettek 1927-ben. 1963-ban 222 kh – 127,75 ha szőlőt műveltek Abaújszántón, mely ÁG. és Tsz. tulajdonában volt, majd 1967-ben létrejött az Abaújszántói Állami Gazdaság (*Boros, 1971*).

3.1.3. Nagy-Eged-hegy

Az 537 m magas mészkőhegy 280 ha nagyságú lehatárolt mintaterülete a Délnyugati-Bükk legdélebbi kiszögellésénél fekszik. Magyarország egyik legmagasabban fekvő szőlőtermő területe (*Mentusz, 1972*). A délies lejtőin főleg Kadarka, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Pinot Noir és Shiraz szőlőket telepítettek újra 2001 után, lejtőirányú sorokkal, terasz és öntöző rendszer nélkül.

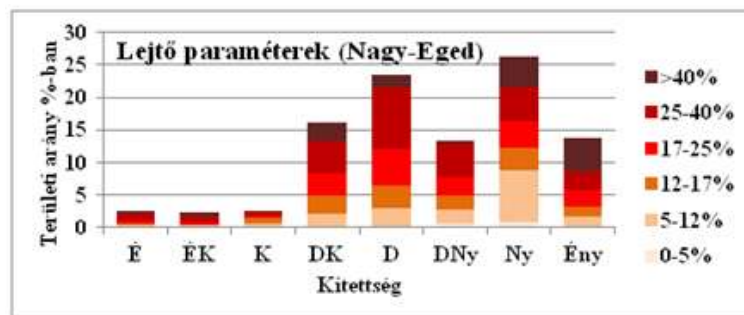
Földtörténeti felszínfejlődés

A hegy fő tömegét a felső triász, nori emeletben képződött szürke mészkő alkotja, tömegesen fordul elő benne a *Monotis salinaria* maradvány. Azonban ennél fiatalabb triász korú kőzet már nem található a Bükkben, felső triász-jura rétegek feltételezett lepusztulása alsó-eocén tönkösödés következménye (*Hevesi, 1978*). Felső-eocén bartoni kori finom sárga-fehér mészmárga és fehér nummuliteszes-lithothamniumos mészkő közvetlenül települt a triász öszletre, mely szintén gazdag foraminifera, csiga, kagyló, rák, hal és tengeri sünn maradványokban (*Sándor, 1983; Kárász, 1991*). A nummulinás mészkövet felső-eocén korú, szintén maradványokban gazdag glaukonitos márga fedi nyomokban, néhány méter vastagságban (*Schréter, 1939*). Az oligocén időszak fejlődéstörténete még nem tisztázott teljesen, a hegy délkeleti oldalán feltételezett alsó oligocén barnás-sárga agyag - kovásodott márga rétegsor található, jelentős mennyiségű levéllenyomatokkal (*Schréter, 1913*). A harmadkori (oligocén) meleg klíma bizonyítéka

az 1951-ben megtalált, első vadszőlő (*Vitis hungarica*) levéllenyomat az Egeden, melynek korát *Andreánszky Gábor* kb. 30 millió évesnek becsülte (*Kárász, 1991*). Az eocén-oligocén kőzeteit követően rétegtani hiátus jellemző a Nagy-Egeden, melyet a hegy legfiatalabb képződményei az észak-nyugati oldalon található késő-pleisztocén, holocén idejű deluviális üledékei követnek.

Domborzat

A hegy gerincvonala ÉK irányban kapcsolódik a Bükk tömegéhez, ahol egy É-D-i irányú völgy mentén jelöltem ki a hegy határát, így ennek köszönhetően kis területi részarányt foglalnak el az északias lejtők (5 és 6. melléklet). Vizsgálataim alapján a hegy mintaterületének döntő hányada a nyugati (26,3%) és a déli (23,57%) irányban húzódik, azonban a jelenleg is művelés alatt álló szőlőterületnek a 64%-a déli, további 28%-a pedig délnyugati irányú. A hegyen fokozatosan emelkedő egyre meredekebb lejtők nyúlnak a gerincig, aminek következtében a meredek lejtők (>17%) aránya 66% felett van. A meredek lejtők egyaránt jellemzik a szőlőtermesztés színterét is, a művelt terület 30,3%-a 17%-nál meredekebb, és további 28,6%-ot fednek le a 12-17%-os lejtők, így a nap beesési szöge közel merőlegesen éri a lejtőket.



7. ábra A Nagy-Eged lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

Klíma

Mérsékelt hűvös- száraz éghajlati körzetben fekszik (*Péczeley, 1981*). Az éves átlagos középhőmérséklet 9-9,5 °C; fagyos napok száma 102,5, a déli lejtőkön a fagymentes napok száma elérheti a 190 napot is egy évben. A csapadék mennyisége 700-900 mm volt 2004-2005-ben (*Zsófi, 2009*), azonban a sokéves átlag 589 mm. Az egri borvidéken a sokéves átlag szerint az évi napsütéses órák száma 1947 óra (*Bodnár, 2001*), melyet a Nagy-Egeden mért napsütéses órák száma gyakran felülmúl (2000-2100 óra). Mivel a szőlő fényigényes faj, és a szórt fényt is jól tudja hasznosítani (*Csepregi, 1997*), a nagy fényvisszaverő felület - ez esetben a világos mészkő darabok a talajban - jótékonyan járulnak hozzá a növény fejlődéséhez. Mindezt párosítva a meredek lejtőn

gyorsan lefolyó csapadék következtében kialakult vízhiányos körülményekkel (Zsófi, 2009), gyakran jellemzik a hegyet "mediterrán jellegű" klímával.

Talaj

Humuszkarbonátos rendzina talaj alakult ki, amely rendkívül könnyen erodálódik és kopár mészkő marad a felszínen (Stefanovits, 1956). Az Egedről lemosódott talajt a közeli szőlőskei erdőből odahordott földdel pótolták a 18. században (Nemes, 2000). A folyamat igen előrehaladott állapotát figyelhetjük meg a szőlőültetvények alatt a gerinc közelében 0-10 cm a humuszos talajréteg vastagsága, ezzel szemben a hegylábi területen vastag akkumulációs réteg halmozódott fel jelentős agyagásvány tartalommal (Nagy R. et al., 2012).

3.2. Vizsgált gyümölcsültetvények

3.2.1. Újfehértói ültetvény

Közép-Nyírség kistáján helyezkedik el az Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft. átlagosan 124 m magas, 270 ha-os mintaterülete, ahol meggy, alma, körte, birs és szilva ültetvények és génbankok találhatóak. A részletesebben vizsgált körte génbank 1660 fahelyet jelent (sортávolság 8 m, tőtávolság 2 m), ahol a telepített 389 körtefajta génmegőrzést szolgál.

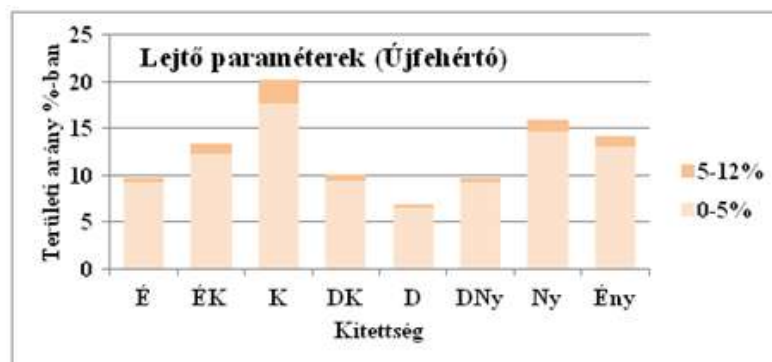
Földtörténeti felszínfejlődés

A jelenlegi domborzat kialakulására leginkább a pleisztocén időszaka alatt lezajlott felszínformáló folyamatok voltak hatással. A Pannon-beltó agyagos-homok üledékekre az É-D-i futásirányú folyók (Ős-Tapoly-Ondava, Laborc) halmozták fel durvaszemű üledéküket, majd a középső pleisztocéntól finomszemű homokot és iszapot halmoztak fel (Frisnyák, 1995). A Tisza és a Szamos a würm elején 45-50000 évvel ezelőtt tektonikus mozgások következtében az Ér-völgyében dolgozott ki széles eróziós völgyet, azonban a fentebb említett folyók még folytatták az üledék felhalmozást a Nyírségben (Borsy, 1987). A futóhomok képződés és a hozzá kapcsolódó homokformák kialakulása 20-27000 évvel ezelőtt kezdődött, a hideg és száraz éghajlat és az erős ÉNy-ÉK-i szelek hatására. A Beregi-Szatmári-síkság és a Bodrogló süllyedésének következtében a felső-pleniglaciálisban 18-20000 éve a Tisza északnak fordult és a hegységkeret felől érkező folyókat magába gyűjtve a Nyírség területét állandó vízfolyás nélkül hagyta (Martonné, 2001). A Nyírségben a pleisztocén alatt 3 nagyobb

futóhomok-mozgási időszakot említenek, melyek között talajképződés, valamint lész felhalmozódás zajlott, melynek nyoma Újfehértó határában is nyomon követhető (Lóki, 2000).

Domborzat

A Nyírségben félig vagy részben kötött futóhomokforma együttese jellemzőek: deflációs laposok, garmada, szélbarázda és maradékgerinc. Az ültetvénytől északra egy valószínűsíthetően deflációs mélyedés található, melyek homokanyaga az ültetvény területén halmozódott fel (9. melléklet). A szélirányban hosszan, egymással párhuzamosan elnyúló keskeny szélbarázdák és maradékgerincek jól tanulmányozhatóak a lejtőkitettségi térkép segítségével. Ennek köszönhetően a gyümölcsültetvények közül a legváltozatosabb mikro-domborzattal rendelkeznek (7. és 8. melléklet). Azonban megállapíthatjuk, hogy ez a változatosság csak néhány méteres szintkülönbséget jelent, és ennek megfelelően nagyon enyhe (0-5%) lejtők jellemzik a mintaterület 92,06%-át, és 12%-nál meredekebb lejtő nem is található a mintaterületen.



8. ábra Az újfehértói mintaterület lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

Klíma

Mérsékelt meleg, száraz, hideg télű éghajlat jellemzi, az átlagos csapadékösszeg 550-600 mm (Péczeley, 1981). Évi átlagos napsütéses órák száma 1960-2100 óra, mely átlag havi 173 órát jelent, éves átlag középhőmérséklet 9,5 °C.

A nyírségi területeken a növénytermesztés szempontjából legfontosabb a tavaszi szélérózió elleni védekezés. Továbbá az erőteljes felmelegedés miatt, a növényzet nélküli homokfelszín gyorsabban kiszárad, ezért a terület egyik legjellegzetesebb vonása a levegő alacsony páratartalma, gyakori az aszály (Lóki, 2000). Ezt a problémát felismerve több gyümölcsösben telepítettek öntözőrendszert, valamint alkalmaznak fűvesítést a sorközökben.

Talaj

Az ültetvényen belül humuszos homok és réti talajok a jellemzőek. Vízháztartási szempontból a talaj a „lyukas edény” típusba sorolható, igen aszály érzékeny (Várallyay, 2010). Talajtani felméréseink alapján a terület fizikai félesége homok, homokos-vályog. A szemcseméret megoszlás vizsgálata (száraz szitálás) alapján is megállapítható volt, hogy a talajban a durva homok szemcseméret aránya igen magas. Az egyes rétegekre jellemző homokfrakció arányok között jelentős eltérést nem találtam. A talaj felső rétege humuszban szegény, kémhatása gyengén savanyú. A talajvízszint 250 cm alatt található.

3.2.2. Siófoki ültetvény

A Somogyi parti síkon, siófok mellett fekszik a Siófoki Gyümölcsstermesztési Zrt. 133 m átlagmagasságú, 300 ha-os mintaterülete. Nyugatról a Cinege-patak, DNY-ÉK irányban pedig a Békás-tói-vízfolyás tektonikus eredetű völgye határolja. Az 1959-es felmérés szerint Siófok körzetében jelentős őszibarack termőterület volt, amely a gyümölcskataszter szerint termesztésre kiválóan alkalmas (Kállayné, 1993). Jelenleg cseresznye, meggy, őszibarack, kajszibarack, körte és birs ültetvényeket találunk itt.

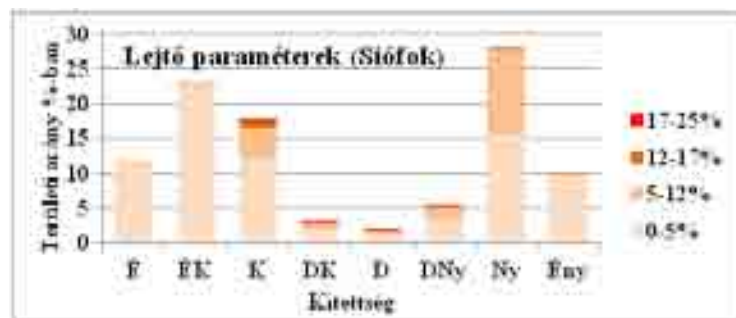
Földtörténeti felszínfejődés

A terület felszínfejlődése szorosan kapcsolódik a Balaton kialakulásához. A vékony pannon üledékek Siófoknál 40-70 m vastagságtól DNY-D irányban fokozatosan vastagodnak (Marosi és Szilárd, 1981). Pliocéni folyóvízi hordalékkúp üledéket tártak fel a siófoki területen, melyet Láng (1958) cikkében idézett földtani térkép alapján agyag és homok alkot, míg Szilárd (1965) kutatásában kavicsos hordalékot is említ. Véleménye szerint a külső-somogyi feltárások közül itt a legmagasabb (70%) a kvarc aránya és csak 20%-a mészkő, melyet a középhegységi kvarckonglomerátum lepusztulásával magyaráz. Az alsó-pleisztocéntől kezdődően a kiemelkedő középhegység felől párhuzamosan futó szerkezeti vonalak tagolták a felszínt, amit a hegység felől lefutó vizek foglaltak el és folyóvízi hordalékot halmoztak fel (Mike, 1980). Az ÉÉNY-DDK-i irányú völgyekben a szakaszos süllyedék következtében hordalékkúp sorozatok alakultak ki, melyek ma É felé fokozatosan a mai Balaton szintje alá süllyedtek. Az új pleisztocén során a Balatoni-árok besüllyedése és a Balatontól délre fekvő hátaik kiemelkedése következtében a meridionális völgyek feldarabolódtak és a Balatoni-árok felé - ellenkező irányban - kimélyültek. A Siófoki-részmedencében

vízborítás csak a késő-pleisztocén legvégén alakult ki (Cserny, 2002). A Balaton felé tölcéserszerűen bővülő völgyeket a magasabb vízállások idején a tó vize borította kb. 112-114 m tszf-i magasságig (Szilárd, 1965). A Kis-Koppány és a Balaton között lösztakaró halmozódott fel a würm során (Marosi és Szilárd, 1958).

Domborzat

Az ültetvény déli részén halad keresztül ÉK-D-i irányban a Balatoni-medence és a Sió vízgyűjtőjét elválasztó vízválasztó vonal (Balaton környékének geomorfológiai térképe). A legmagasabb pontja a déli kiszögeléskénél található (9. melléklet). Méréseim alapján a vízválasztótól északra az ültetvény a Balaton irányába fokozatosan lejt, melynek köszönhetően a terület jelentős része (44%) északias kitettségű (7. és 8. melléklet). A Cinege-patak tektonikus völgye felé a nyugati lejtésirány a domináns (28%), mely a terület geológiai fejlődéstörténetéből következik. A területet döntően nagyon enyhe (0-5%-os lejtő 78,4%) lejtőmeredekség jellemzi, melyet az ültetvény határvonala mentén meredekebbek lejtők szegélyeznek.



9. ábra A siófoki ültetvény lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

Klíma

Az évi 2100 óra körüli napfénytartammal Siófok térségének napsütése csak kevéssel marad el az ország napfényben leggazdagabb Duna-Tisza közti tájaitól (Martonné, 2001). Az uralkodó szélirány az ÉNy-i illetve a DNy-i. A Balaton közelsége miatt jelentékenyen módosítja Siófok mikro klimatikus értékeit, Kakas (1958) mérései alapján mérséklődik az éjszakai és a hajnali lehűlés, valamint a levegő páratartalma szinte valamennyi évszakban nagyobb az országos átlagnál. A jégesők előfordulási gyakorisága az elmúlt 20 évben megnőtt, és az 1950-es évektől vizsgálva leggyakrabban áprilisban és augusztusban fordult elő (Szenteleki et al., 2010c). A fagymentes időszak ápr. 5 - okt. 30 között van, vagyis évente mintegy 208 napig tart (Marosi és Szilárd, 1990).

Talaj

A Balaton part közelében vályog mechanikai összetételű, kedvező vízgazdálkodású, igen jó termékenységű, mészlepedékes csernozjomok képződtek (*Marosi és Szilárd, 1990*). Az ültetvényben homokos vályog – vályogos agyag fizikai tulajdonságokkal rendelkező talaj található, maximális agyagtartalom 46% (*Nagy, A. et al., 2012*). A talaj humusztartalma közepes illetve jó; semleges - gyengén lúgos kémhatású; közepes mésztartalmú.

3.2.3. Nagykanizsai ültetvények

A Gyümölcskert Zrt. tulajdonában lévő 3 nagyobb gyümölcsültetvény mintaterülete Szepetnek (171 m átlag magasságú, 233 ha), Surd (átlagosan 178 m magas, 84 ha) és Zalasárszeg (átlag 170 m magas, 179 ha) közigazgatási területén található. A Kelet-Zalai-dombság (kistájcsoport) ezen belül a szepetneki és a surdi ültetvény az Egerszeg-Letenyei-dombság területén, míg a zalasárszegi telepítés a Zalaapáti-háton helyezkedik el. Mindhárom ültetvényen főként almatermésűeket termesztnek, illetve Szepetneken meggy is található. Surdon főként Farold-87 és vad alanyon 'Bosc kobak', 'Vilmos', 'Packhams', 'Triumph', 'Conference' és 'Clapp' körte fajtákat telepítettek, 5x3 méteres térállással. Az alkalmazott koronaforma, szabadorsó.

Földtörténeti felszínfejlődés

Dél felé egyre vastagodó felső pannon homokos, agyagos üledék felhalmozódás, a pannóniai beltó üledékei találhatóak meg, majd szakaszos kiemelkedését követően ÉÉNY-DDK irányú, tektonikus vonalakat követő meridionális völgyek alakultak ki a pliocén és pleisztocén során (*Marosi és Szilárd, 1981; Martonné, 2001*). *Cholnoky* (1918) ezeket a felső-pliocén meridionális völgyeket szélbarázdáknak tekintette, azonban a 19. század második felében már komplex eredetű folyamatokkal magyarázták kialakulásukat: tektonikus, folyóvízi erózió és defláció. A pliocén végi-pleisztocén eleji 200 m vastagságot elérő folyóvízi üledéket, egykori ősmedernyomokat (Ős-Duna) mutattak ki a mai Principális-csatorna vonalán (*Marosi és Szilárd, 1958; Mike, 1980*), mely a Drávába torkollott (*Góczán, 1960*) Belezna és Surd körzetében. Alsó-pleisztocén második felében az Ős-Zala a kiemelkedő Keszthely-Gleichenbergi-hátságtól északra tartott, majd a középső-pleisztocénben a Túrjei kaptúrát követően ismét délnek fordult a süllyedő Felső-Kapos-Kalocsai-süllyedék felé (*Gábris és Mari, 2007*). Az ültetvények a

különböző mértékben löszös üledékkel fedett kiemelkedéseken létesültek, néhol a felszínen még pannon agyagmárga is található.

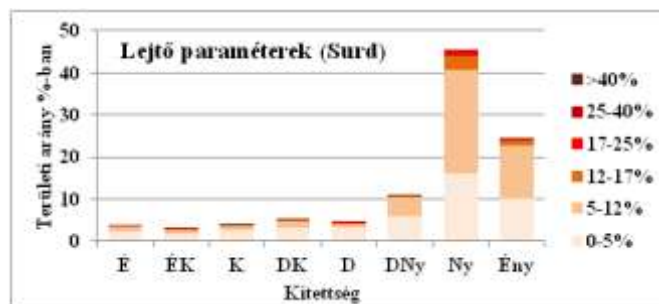
Domborzat

A gyümölcsültetvények a meridionális völgyek között kiemelkedő hátakon létesültek (9. melléklet). A szepteteki és a surdi ültetvényekre a geológiai fejlődéstörténetéből adódóan a nyugatias fő lejtésirány a jellemző, és méréseim alapján a terület több mint 90%-án 12%-nál enyhébb lejtők uralkodnak (7. és 8. melléklet). Az ültetvények közül a szepteteki területen foglalják el a legnagyobb területet a délies fekvésű lejtők, melynek a részaránya (35,24%) megközelíti a nyugatias lejtőkét (36,79%), valamint jellemzően magas az enyhe lejtők területi részaránya.



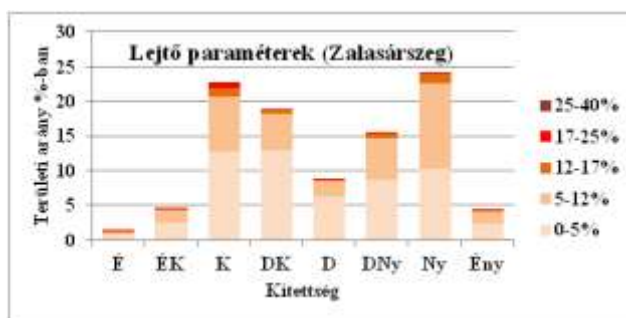
10. ábra A szepteteki ültetvény lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

A surdi ültetvény nyugatias irányú dőlése a legmeghatározóbb (80,02%), ahol a viszonylag egyenletes lejtést az ültetvény középső részén töri meg egy kissé meredekebb lejtőszakasz.



11. ábra A surdi ültetvény lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

A legváltozatosabb mikro-domborzata a Nagykanizsa környéki ültetvények közül a zalasárszegi gyümölcsösnek van. A terület közepén halad keresztül DNy-ÉK irányban a hát gerincvonala, ennek következtében a keleties (46,7%) és a nyugatias (43,91%) lejtők aránya közel azonos. A legmagasabban fekvő gerinc vonal mentén a lejtés enyhe, melyet mind két oldalról meredekebb domboldal szegélyez.



12. ábra A zalasárszegi ültetvény lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban (Saját szerkesztés)

Klíma

Az Alpok közelsége, az óceán és a Földközi-tengeri enyhe hatása érvényesül, így az országos átlagnál csapadékosabb, szelesebb, és kissé kiegyenlítettebb a klímája - mérsékelt hűvös, mérsékelt nedves (Péczeley, 1981). Az évi átlagos csapadék mennyisége 700-800 mm (Martonné, 2001), eloszlása kiegyenlítettebb a többi mintaterülethez képest. A gyakori borultság miatt kevesebb a napsütéses órák száma évi 1800-1900. Az évi középhőmérséklet 9,8-10,2°C. A gyümölcsstermesztés szempontjából sokéves adatsor alapján nagy a tavaszi fagyveszély, a fagyos napok száma és a leghidegebb (-6 °C) áprilisi napok száma kissé magas; valamint az 1990-es évektől megnőtt a jégesők előfordulási gyakorisága, melyek leggyakrabban júniusban tapasztalhatóak (Szenteleki et al., 2010a,c).

Talaj

A telepítési jegyzőkönyvek szerint nem karbonátos humuszos homoktalajok (jó vízáteresztő képességű, aszály érzékeny) és Ramann-féle barna erdőtalajok (20-30 cm vastag humuszos réteggel); míg a Géczy-féle talajtérkép szerint szürke erdőtalajok (a humuszos réteg vastagsága 25 cm) található az ültetvényekben. Jó a víznyelő és raktározó képessége, viszont humuszban szegény, kevés benne a nitrogén, a kálium és a foszfor. A talajvízszint mindhárom ültetvényénél 250 cm alatt van.

3.3. A térinformatikai modellezés és az alkalmazott vizsgálati módszerek

3.3.1. Domborzati adatok

A terepi felméréseknél TRIMBLE JUNO PDA eszközt és két terepi adatgyűjtő szoftvert (DigiTerra Explorer 6 Professional, ArcPad 8); a terepi távolság mérésekhez

lézeres távmérőt (Leica Distro 1'), valamint 2 cm pontosságú járókereket, magasság méréshez Sokkia szintezőműszert alkalmaztunk.

Természetes domborzat

A 1:10000-es méretarányú topográfiai térképek digitalizálásával, a szintvonalak és magassági pontok alapján minden mintaterületre digitális domborzat modellt (DDM) állítottam elő. Minden mintaterület természetes domborzatának általános jellemzéséhez a lejtőkategóriát a mezőgazdasági termelésnek megfelelő nemzetközileg elfogadott osztályok alapján - 0-5%, 5-12%, 12-17%, 17-25%, 25-40%, >40% (*Góczán és Szász, 1971; Molnár, 1983*), a lejtő irányultságot pedig 8 osztatú szélrózsa alapján határoztam meg. Az eredményeket a 3.1. és 3.2. fejezet tartalmazza. A DDM alapján elkészítettem minden mintaterületre a talajfelszínre érkező direkt besugárzás térképét, feltételezve a tiszta égboltot és a földrajzi szélességhez tartozó maximális besugárzást (az adott cellára érkező összes besugárzási érték Watt óra/m²-ben). A térképeket a geostatistikai vizsgálatoknál, valamint az SzThK térinformatikai adaptációjánál használtam fel.

A gyümölcsös mintaterületek jellemzéséhez a DDM-et alapul véve elkészítettem a tágabb környezetére vonatkozó relatív relief térképeket (1km²-re eső magasságkülönbség) és a fajlagos reliefenergia számítását 10 m szintkülönbségre vonatkoztatva (*Kerényi, 1976; Ádám, 1980*). Lefolyás modellezést végeztem (*Telbisz, 2007*), mely alapján vízgyűjtő lehatárolást és "völgy"sűrűségi érték (1km²-re jutó lefolyáshossz km-ben) számítását készítettem. Ezen kívül DDM alapján topografikus nedvességi index – TWI térképeket állítottam elő. Eredményeimet a 4.1.1. fejezetben részletezem.

A szőlőhegyek domborzatát az SzThK-ban foglalt pontrendszer szerint - 16 lejtőirányt és 5 lejtőmeredekségi osztályt alkalmazva is értékeltem (4.5.1. fejezet).

Mesterséges domborzat

A szőlőhegyek minél részletesebb agroökológiai potenciáljának felmérésére a terasz-támfal rendszer részletes vizsgálatát végeztem el újszerű megközelítésben. A Csobáncon és a Sátor-hegyen felmértük a támfalak aktuális állapotát, a hosszát, a magasságát, és a különböző típusú támfalsérülések (falhas, omlás, és a talajleomosódás) gyakoriságát. Megmértük a támfalak koronáján és a lábánál felhalmozódott talaj vastagságát. Vizsgáltam a támfal pusztulás és az azt körülvevő teraszszinteken jellemző területhasználat kapcsolatát. 4 alaptípust különítettem el: művelés alatt álló terasz, közelmúltban felhagyott terasz magas füves vegetációval (<5 év), közelmúltban

felhagyott terasz bokros - füves vegetációval (5-25 év), és a hosszú ideje felhagyott terasz cserjés-fás növényzettel (>25 év).

3.3.2. Talajtani adatok

A talaj paraméterek és a támfal szerkezetkárosodás közti kapcsolat feltárássá talajminta vételezést folytattunk a Csobáncon és a Sátor-hegyen 2006-2010 között a már lebomlott támfalak mögött előkészített teraszanyag szelvényeiből. A Sátor-hegyen 7 mintavételi ponton (82 db minta), a Csobáncon további 7 mintavételi ponton (79 db minta) történt 10 cm-ként mintavétel a leomlott támfalak szelvényeiből a feltételezett omlási szintig (összesen 161 db minta). A talajminták feldolgozása a (DE-TEK) Földtudományi Tanszékcsoport laboratóriumában, valamint a (DE-MÉK) Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet laboratóriumában történt. A talajmechanikai összetétel analízist megelőzően a mintákat desztillált vízben felfőztük, hogy a durvább közettörmelékről leválasszuk a finom frakciót. A szemcseméret analízis során nem vizsgáltam a 10 mm-nél nagyobb méretű közettörmelék arányát. A leiszapolható rész (<0,02 mm) tömeg %-ban határoztam meg (*Filep, 1979*). A talajmintákon elvégeztük a szemcseösszetétel (száraz szitálás, Köhn-pipetta-ülepítés), pH (H₂O, KCl), humusztartalom (Tyurin módszer) és mésztartalom (Scheibler-féle kalciméter) mérést (*Buzás, 1993; Félegyházi et al., 1999*). A talaj makroelem tartalmát a röntgen fluoreszcenciás spektrometria (XRF) elvén működő hordozható NITON XL 700 műszer segítségével mértük. Az előkészített 50 g finom frakciót (<0,2 mm) fóliazacskón keresztül 60 mp-ig mértük, háromszori ismétléssel.

Az újfahértói gyümölcsültetvény területére 1:5000-es méretarányú üzemi talajtérkép alapján talajerózió becslési számításokat végeztem. A térinformatikai feldolgozás során az Egyetemes Talajvesztési Egyenlet - USLE (*Wischmeier és Smith, 1978*) átdolgozott általános talajvesztési egyenletét - RUSLE (*Renard et al., 1997*) alkalmaztam.

3.3.3. Ültetvényre vonatkozó adatok

Az újfahértói mintaterület spektrális vizsgálatára radiometriailag és geometriailag korrigált légi hiperspektrális felvételt használtam (térbeli felbontás: 1,5 m, a felvételezés időpontja 2009.06.29.). A felvételek az FVM Mezőgazdasági és Gépesítési Intézet és a (DE-MÉK) Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet által közösen üzemeltetett AISA DUAL szenzorral készültek (*Tamás et al, 2009, Nagy A. et al., 2012; Tolner et al., 2010*).

A hiperspektrális rendszer paraméterei:

- Hullámhossz: 400-2450 nm (EAGLE: 400-970 nm és HAWK: 970-2450 nm)
- Spektrális mintavétel: 1,2-10 nm
- maximálisan 498 csatorna.

A vegetáció elemzés során a tanító területek (gyümölcsös, gyepek, szántó, talajfelszín) kijelölését terepbejárás előzte meg. Az ültetvény adatait Dr. Szabó Tibor bocsájtotta a rendelkezésemre, mely az ültetvény faj és fajta összetételét, és telepítési adatait egyaránt tartalmazta. A spektrális hasonlóságot két spektrum között a Spektrális Szögértékelési Módszer (SAM - Spectral Angle Mapper) segítségével határoztam meg (*Kruse et al.*, 1993), amely az adott terület referencia spektrumára vonatkozik. A 2009-es év rendkívüli időjárása (kora nyári aszály, melyet heves jégverés követett júniusban) a növényzetre jelentős hatást gyakorolt, mely a spektrális értékeken keresztül nyomon követhető. Azonos spektrális szögértékkel (0,1 radian) elvégezve az osztályozást a gyepek túlzott mértékű kiterjedése volt jellemző. Ennek az anomáliának a kiküszöbölésére különböző küszöbértékeket (radian) alkalmaztam: gyepek - 0,08 radian, a gyümölcsös - 0,2 radian. Továbbá a növényzet egészségi állapotának (klorofill tartalom, víz-stressz) meghatározása céljából vegetációs indexeket számítottam (6. táblázat).

6. táblázat A számított vegetációs indexek

Normalizált Differencia Vegetációs Index - Normalized Difference Vegetation Index (<i>Tucker, 1979</i>)	$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$
Vörös él Normalizált Differencia Vegetációs Index - Red Edge Normalized Difference Vegetation Index (<i>Sims és Gamon, 2002</i>)	$NDVI_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705}}$
Módosított Vörös él Normalizált Differencia Vegetációs Index - Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index (<i>Sims és Gamon, 2002</i>)	$mNDVI_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705} - 2\rho_{445}}$
Módosított Vörös él Index - Modified Red Edge Simple Ratio (<i>Sims és Gamon, 2002</i>)	$mSR_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{445}}{\rho_{705} + \rho_{445}}$
Nedvesség Stressz Index - Moisture Stress Index (<i>Hunt és Rock, 1989</i>)	$MSI = \frac{\rho_{1599}}{\rho_{819}}$

Normalizált Differencia Vegetációs Index (NDVI): a közép infravörös (NIR; 730 – 1100 nm) és a vörös (R; 580 – 680 nm) hullámhossztartományok reflektancia értékeinek felhasználásával számítottam. Mivel ezen spektrumok szoros összefüggést mutatnak a klorofill tartalommal, a biomassza mennyiségének és a levélfelület meghatározására használják. Eredményként -1 és 1 közötti értéket kapunk, ahol a zöld

vegetáció intenzitása szerint 0,2 és 0,8 között található (Tucker, 1979). Az általam alkalmazott további 3 index (Sims és Gamon, 2002) szintén a vörös él tartományban bekövetkező növényi klorofill tartalom változásának meghatározására szolgál.

Az MSI érzékeny a lombzat víztartalmában bekövetkező változásokra, ahogy a víztartalom növekszik az 1599 nm-en a reflektancia szintén növekszik (Hunt és Rock, 1989). Referenciaként a 819 nm szolgál, mivel a víztartalom változás alig érzékelhető ezen a hullámhosszon. Az index értéke 0-3-ig terjed, ahol a zöld vegetáció 0,4 és 2 között értékkel rendelkezik. A magasabb érték nagyobb víz-stresszre és kisebb víztartalomra utal.

3.3.4. Földhasználatra vonatkozó adatok

Vektorizálás során a pontosabb és részletesebb kataszteri szelvények jelentették az alapot, azaz a légi fényképek esetében is a kataszteri telekhatárok megőrzésével történt a feldolgozás, csak abban az esetben változtattam meg az adott földhasználati egység határát, amennyiben az a teleken belül egybefüggő területet fedett le. Ezzel a módszerrel kiszűrtem ki a georeferálásból és a szerkesztési hibákból eredő határvonal változásokat, hogy ténylegesen a művelési ágak között történt változást vizsgáljam. A feldolgozás időben visszafelé haladva történt. A jelenlegi állapotból, az erdők és parkok elhelyezkedéséből vontam le következtetést a korábbi állapotra vonatkozóan.

Az eltérő földhasználati kategóriák összehasonlíthatósága érdekében 8 főcsoportot különítettem el: Szőlő-1; Kert, Gyümölcsös-2; Rét, Legelő, Gyep-3; Szántó-4; Felhagyás-5; Erdő-6; Kivett-7; Út-8. A kivett kategóriába tartoznak a már használaton kívüli mélyutak, vízmosások is.

A térbeli kapcsolatok erősségét a területhasználat és a domborzat között lineáris regressziós modellel vizsgáltam meg. Független változóként a következő adatokat használtam fel: DDM-ből származtatott adatok – magassági zónák térképe, lejtőmeredekség, lejtőkitettség, besugárzás (solar radiation); talajtulajdonságok interpolált térképei; úttól való távolság; erdő közelsége; SzThK lejtő pontszám, valamint SzThK összpontszám.

3.3.5. Szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai modellezése

A 95/2004. (VI.3.) FVM rendeletben foglalt pontrendszer alapján két mintaterületre (Sátor-hegy, Csobánc) előállítottam a komplex termőhelyi alkalmasságot meghatározó tényezők rétegeit. A pontrendszer térinformatikai feldolgozásához szükséges pixel

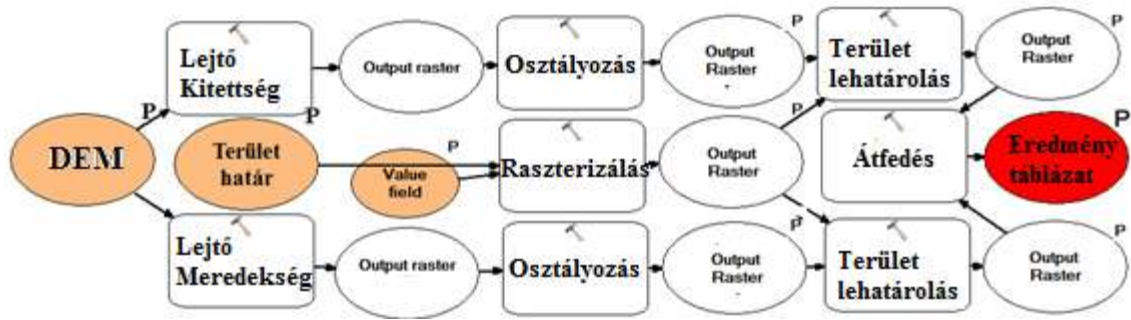
felbontás megállapításához és a domborzat értékeléséhez egy további mintaterületet is bevontam a vizsgálatba (Nagy-Eged). A rendeletben megfogalmazott 7 főtenyező közül a talaj (2), terepviszony (5), terület hasznosítása (6), útviszony (7) főtenyezőkre többlépcsős térinformatikai eljárással állítottam elő a pontértékeket bemutató térképsorozatot; míg az agrometeorológia (1), vízgazdálkodás (3), és az erózió (4) főtenyezőkhöz a hegy egész területét jellemző azonos pontszámot rendeltem. A domborzatot és a földhasználatot leíró főtenyezők előállításához 1:10000 méretarányú topográfiai térképeket és 0,5 m pixel felbontású ortofotókat dolgoztam fel. A talaj értékszám rétegeket a Kreybig és a Géczy talajtérképek (1:25000), illetve a földtani térkép (1:100000) adatai alapján állítottam elő.

3.3.6. A térinformatikai és statisztikai módszerek

A térinformatikai adatfeldolgozás során kulcsfontosságú a felbontás (pixel méret) helyes megválasztása. A hazai 1:10000-es topográfiai térképek terepi vertikális pontossága a felszíni változások következtében jelenleg $\pm 0,5 - 1,5$ méter között mozog, továbbá az ezek alapján előállított digitális ortofotók X Y koordináta pontossága pedig $\pm 0,60$ m és $\pm 0,70$ m körüli (Winkler, 2003; 2004). Meyer és Martínez-Casasnovas (1999) vizsgálataihoz 25 m-es felbontást alkalmazott, Szabó (2006) min. 10 m-es felbontást javasol a megfelelő lejtőmeredekség és kitettség ábrázolásához. A mintaterületek raszteres modelljének meghatározásához előzetes vizsgálatokat végeztem, melynek eredményeként egységesen 5x5 m-es raszter felbontást választottam a paraméterek és változók térbeli modellezésére.

Az eltérő vetületi rendszerű, papír alapú szelvények és légifelvételek georektifikációja Erdas 9.1 szoftver segítségével, másod és harmadfokú polinominális, Nearest Neighbour módszerrel történt (megengedett maximális 0,03 RMS hibahatár mellett). A helyenkénti torzulások esetében a térbeli pontosságot ArcGIS 9.2 szoftverkörnyezetben Spline módszer alkalmazásával javítottam.

A mintaterületeket leíró adatrétegek előállításához paraméterezett modelleket készítettem ArcGis ModelBuilder segítségével. Erre példa a 13. ábrán látható modell. Térképi rétegek statisztikai leíró adatit, korrelációját a Spatial Analyst és a Spatial Statistics moduljai segítségével határoztam meg.



13. ábra Lejtő tulajdonság meghatározására szolgáló paraméterezett modell (Saját szerkesztés)

SPSS 17. szoftvert környezetben végeztem Kolmogorov-Smirnov tesztet a normalitás megállapítására, valamint lineáris és parciális korrelációt a kapcsolat erőségének meghatározására, főkomponens analízist, illetve lineáris regressziót többféle modell alkalmazásával (Sajtos és Mitev, 2007). Az adatok tulajdonságainak illusztrálására többféle diagram típust használtam.

4. EREDMÉNYEK

Az eredményeimet a precíziós szőlő- és gyümölcsstermesztés logikai modelljének (1. melléklet) megfelelő sorrendben mutatom be, az adott témakörökből a releváns mintaterületekre vonatkoztatva.

4.1. Domborzati adottságok

A fejezet első felében, a gyümölcsültetvények DDM-ből származtatott mutatóinak részletes elemzését mutatom be, majd a második részében a szőlőhegyeken jellemző mesterséges domborzati elemeket vizsgálom meg. A mintaterületek általános geomorfológiai kategóriák szerinti bemutatását a 3.1. és 3.2. fejezetben közlöm.

4.1.1. Természetes domborzat értékelése

Az OGYTK-ban (*Kállyané*, 1993) 3 tényezőnél (fekvés, környezethez viszonyított magasság, besugárzás) és 2 korlátozó faktornál (erodáltság, vízfolyás) alkalmazható a DDM-re alapozott modellezés és kiértékelés. A termőhelyi összpontszámot tekintve az OGYTK-ban fajtól függően eltérő súllyal, de maximálisan 20%-os aránnyal szerepel a domborzati tényező (fekvés, környezethez viszonyított magasság), míg az SzThK esetében jóval magasabb (33%) a pontszámában kifejezett súlya.

A gyümölcsültetvények és környezetük domborzata

Az ültetvények fő tengelyeit követő lejtő profilok szerkesztésével, meghatároztam a kumulatív szintkülönbséget (9. és 10. melléklet). A domborzat részletesebb elemzéséhez a tágabb környezetüket figyelembe véve, DDM alapján elkészítettem a Partsch-féle relatív relief térképeket (szintkülönbség méterben 1km^2 -en; 11. melléklet), a völgsűrűségi térképeket (1km^2 -re jutó völgyhossz km-ben), valamint ezek újraosztályozását követően meghatároztam az 1 km^2 -re jellemző domborzattípust (12. melléklet).

Átlagosan a legalacsonyabbnak az alföldi, kis szintkülönbséggel jellemezhető újfahértói ültetvény, valamint annak tágabb környezete számít a tengerszint feletti magasság (9. melléklet) alapján. Az ültetvényen belül itt a legnagyobb a lejtők tagoltsága (10. melléklet), azonban a kis magasságkülönbség következtében a kumulatív szintkülönbség értékei mindkét metszet irányában, valamint a 100 méteres távolságra vetített kumulatív szintkülönbségnél is alacsony (7. táblázat).

A Balaton felé lejtő siófoki ültetvényen mérhető a tengerszint feletti magasság legalacsonyabb értéke (112 m) a gyümölcsösök közül, ugyanakkor az ültetvényen belül itt mutatható ki a legnagyobb szintkülönbség (43,75 m) is. A lejtőprofilok alapján a felszín tagoltsága kiegyenlítettebb, egyenletes lefutású, de jelentékeny mértékű a szintkülönbség. Hosszanti irányban 100 méterenként 4,07 méter kumulált szintkülönbség mutatható ki. A keresztirányú metszeten jól kirajzolódik a vízválasztó határozott kiemelkedése is (9. és 10. melléklet). A relatív relief értékek alapján gyengén tagolt dombsági területre jellemző értéket kapott az ültetvény, míg a tágabb környezetében, leginkább az ültetvénytől délre erősebben tagolt (73,87 m/km²) dombsági felszín a jellemző. Az ültetvényt meredek lejtőjű mélyebb völgyek határolják, mely jelentősen megnöveli az 1km²-re jutó relatív relief értékét.

A szakirodalmi források alapján (*Justyák és Pinczés* 1976; *Diófási*, 1985; *Soltész et al.*, 2010) a 150 méternél alacsonyabban fekvő újfehértói és a siófoki terület nagy része fagyveszélyesnek számít. Ezt alátámasztja a körtefajták fagykárosodási vizsgálatának eredménye is, mely szerint Újfehértón a károsodott termőrügyek aránya többszöröse ugyanazon fajta nagykanizsai ültetvénye esetén (*Göndörné et al.*, 2004).

Magasság szerint a Nagykanizsa környéki ültetvények helyezkednek el legmagasabban, mely ültetvényen belüli közepes szintkülönbséggel párosul, egyedül a zalasárszegi terület közelíti meg csak a Siófokon mérhető értéket. Mindhárom esetben a hosszanti tengely irányában enyhébb mértékű a lejtés, mely szintén a terület geológiai felszínfejlődésének a következménye. Surdon tapasztalhatjuk a 100 méterre eső legnagyobb kumulatív szintkülönbséget, annak ellenére is, hogy a lejtő kevésbé tagolt. Szintén itt mérhető a legnagyobb átlagos relief érték, mind a telepítést, mind pedig a tágabb környékét tekintve, mely a többi ültetvényhez viszonyítva kedvezőtlenebb lejtőszerkezetre és hidrológiai viszonyokra utal.

A gyümölcsösök tágabb környezete minden esetben tagoltabb. Az összesített adatok (7. táblázat, 12. melléklet) alapján a gyümölcsösök területének jelentősebb hányada a gyengén tagolt síksági domborzati típusba sorolható, míg Siófokon és Surdon az ültetvény határvonalát követő jelentős függőleges szintkülönbség következtében tagoltabb a domborzat. A tető helyzetben lévő szepetneki ültetvényt lehetne kiemelni - mind a tengerszint feletti magasság, a relatív relief, mind pedig a lejtő meredekség érték és a lejtősség alapján, kedvezőbb adottságokkal rendelkezik a gyümölcsös számára.

7. táblázat A gyümölcsültetvények és a tágabb környezetének összehasonlító domborzatot bemutató adatsora digitális domborzat modell alapján (Saját szerkesztés)

			Újfehértó	Siófok	Szepetnek	Surd	Zalasárszeg
Ültetvény területére vonatkoztatva	Tszf-i mag. (m)	Min	119,00	112,5	152,50	161,25	150,00
		Max	129,00	156,25	180,00	198,75	190,00
		Átlag	124,15	133,37	171,6	178,80	170,51
		Különbség	10,00	43,75	27,50	37,50	40,00
	R. relief (m/km ²)	Min	6,60	14,89	20,27	25,58	22,54
		Max	12,03	58,23	26,61	53,12	36,87
	A. Metszet	K.Szintkül.	51,46	64,33	83,09	94,91	80,41
		Távolság	1780	1833	1533	813	884
		m/100m	2,89	3,51	5,42	11,67	9,10
	B. Metszet	K.Szintkül.	27,23	76,53	64,81	62,60	96,39
		Távolság	1800	1881	3100	1400	2562
		m/100m	1,51	4,07	2,09	4,47	3,76
	Lejtősségi pontérték		39,65	120,66	81,81	314,71	264,43
	Lefolyás	Hossz (m)	2006	1371	466	515	740
		Max. (km ²)	1,32	0,82	0,99	0,35	1,20
	TWI	Min	6,82	6,11	6,33	6,08	5,78
Max		15,18	16,27	14,39	13,07	14,47	
Átlag		9,42	9,76	9,82	8,42	8,79	
Szórás		1,30	1,29	1,15	1,11	1,17	
Tágabb környezetét tekintve	Tszf-i mag. (m)	Min	112,80	102,05	132,00	136,25	117,50
		Max	136,20	223,75	245,00	232,50	302,50
		Különbség	23,40	121,25	113,00	96,25	185,00
	Relatív relief (m/km ²)	Min	4,01	8,75	14,29	21,71	8,67
		Max	17,40	73,87	76,71	77,35	128,98
		Átlag	8,90	35,05	26,38	46,50	41,38
		Szórás	2,60	18,48	10,06	16,49	24,71
	"Völgy" sűrűség	Min	4,86	0,48	2,83	3,09	3,63
		Max	10,67	10,90	9,26	10,30	10,04

A domborzat kiértékeléséhez szorosan hozzátartozik a szintén DDM-ből származtatható lefolyással és összegyülekezéssel kapcsolatos mutatók számítása. Az ültetvények területén meghatározó a csapadékvíz felszíni lefolyásának térbeli lehatárolása, az úgynevezett vízvázlató vonal parcellákon belüli helyzetének meghatározása a megfelelő talajvédelmi eljárások megtervezése érdekében. A domborzati modell alapján meghatároztam a 25 km²-nyi területről lefolyó vizek becsült futásvonalát, és a vízvázlató határát. Az 1km²-ről lefolyó vizek futásvonalát ábrázoltam (13. melléklet). Az ültetvényeken belül meghatároztam a felszíni lefolyás összhosszát és az összegyülekezési terület maximális kiterjedését km²-ben (7. táblázat). A völgyek geomorfológiai értelemben vett határa a szintvonalak 120 foknál nagyobb kiszélesedésénél húzható meg (Félegyházi et al., 1999), ebben az esetben azonban a lefolyási térképek segítségével számítottam "völgy"sűrűséget. Továbbá a DDM alapján topografikus nedvességi index – TWI (Dobos, 2001; Sorensen et al., 2006) számítást végeztem (14. melléklet).

Az ültetvényeken belüli összesített lefolyáshossz (7. táblázat) alapján kiemelkedik Újfehértó, melyet Siófok és Zalasárszeg követ. Azonban ha az ültetvény teljes területéhez viszonyítjuk Újfehértó (1,17%), Surd (0,98%), Siófok (0,75%), Zalasárszeg (0,67%) és Szepetnek (0,32%) sorrendet állíthatjuk fel. A nyírségi területen nem beszélhetünk ilyen fejlett "völgy"hálózatról, sokkal inkább a homokdombok közötti, kisebb lefolyástalan területek felé tartó felszíni összefolyásról.

Meghatároztam, hogy az ültetvény területén lefolyó, vagy átfolyó vizek mekkora területről gyűlnek össze (7. táblázat). Újfehértó után, Zalasárszegen kaptam a legnagyobb értéket (1,2 km²), ahol a telepítésen kívülről, északi irányból is érkezik lefolyó víz (13. és 14. melléklet). Szepetneknél hasonlóan magas értéket kaptam, a parcellák közé ujjszerűen beékelődő, mély völgyekben végződő felszíni lefolyás futásvonalai következtében. Surdnál csak 0,35 km²-ről gyűlik össze a víz, azonban ennek jelentős része egy parcellán belül összpontosul. A "völgy"sűrűségi értékek mind az 5 mintaterület környezetében megfelelnek egy közepesen tagolt dombsági völgyhálózat értékeinek, azonban Újfehértó esetében ezt a völgy­sűrűségi értéket fenntartással kell kezel­nünk.

A nedvességi index alapján Szepetneken kaptam a legmagasabb átlag értékeket, mely hidromorf hatást jelez. A surdi ültetvény teljes területére vetítve a TWI értékek alacsonyabbak az egyenletes lejtőknek (10. melléklet) és a gyorsabb lefolyásnak köszönhetően. Azonban az ültetvény ÉNy-i részén található parcella az átlagosnál magasabb TWI értékkel jellemezhető (a telepítés éve 2001).

8. táblázat A termésmennyiség és a domborzati tényezők Spearman-féle korrelációs értékei a surdi ültetvény esetén ($p < 0,01$, $p < 0,05$) (Saját szerkesztés)

	2009	2010	2011	2012
Tszf. magasság	-0,47	-0,40	-0,06	0,55
Lejtő meredekség	-0,21	-0,50	-0,04	-0,74
Besugárzás	0,35	-0,18	0,07	0,42
TWI	0,11	0,31	0,13	0,30
Lefolyás	-0,13	-0,04	0,17	-0,17

A surdi ültetvény termés adatait (4 év, 5 különböző parcellában, 280 db fa, 3 fajta: 'Vilmos', 'Packham's', 'Bosc kobak'; 15. melléklet) összevettem a domborzat modellezésből származó értékkel (8. táblázat). A vizsgált 4 év éghajlatát tekintve jelentős különbségek tapasztalhatóak. A 2009-es és a 2012-es év az átlagosnál melegebb és szárazabb volt. A 2010-es kiemelkedően csapadékos év után, 2011 szélsőségesen száraz év volt kivéve a rendkívül csapadékos július hónapot. Ennek köszönhetően 2011-ben minden parcellánál függetlenül a telepítés évétől és a fajtától

jelentős volt a termésmennyiség csökkenése (15. melléklet). Továbbá a már említett ÉNy-i parcellánál a telepítést ki kellett vágni (betegség), így a 2012-es adatokban már nem szerepel a 2001-es telepítésű parcellák termésmennyiség adata.

A regressziós vizsgálat kimutatta, hogy az általam modellezett tényezők közül a táblázatban szereplők befolyásolják a termésmennyiséget. Általában közepes erősségű a korreláció a tengerszint feletti magassággal, mely 2009 és 2010-ben negatív előjelű, mivel az alacsonyabban (175-165 m) fekvő parcellákon nagyobb termésmennyiséget mértek. 2012-ben az ÉNy-i parcella kivágásával a korreláció iránya megváltozott.

A rendkívül csapadékos 2010-ben a TWI értékkel mutatott korreláció értéke nagyobb volt továbbá megnőtt a lejtő meredekség szerepe is, mely negatív irányával jelzi, hogy a lejtőszög növekedésével csökkent a termésmennyiség. Míg a rendkívül aszályos 2011-ben csak a TWI értékkel és a lefolyással volt nagyon gyenge korreláció kimutatható.

A domborzati tényezők vizsgálata alátámasztotta azt a gyakorlati tapasztalatot ezen a viszonylag nagy szintkülönbségű területen, hogy a legmagasabban fekvő parcellák átlagos években is vízhiányosak voltak, míg a lejtőalján fekvő parcellák káros vízbőségtől szenvedtek. Ez a káros vízbőség a már említett parcellán kipusztuláshoz vezetett.

A vizsgált gyümölcsösök közül tengerszint feletti magasságuk alapján csak a dunántúli ültetvények helyezkednek el Papp (2004) által ideálisnak tartott 150-200 m között, azonban a lejtő meredeksége és lefutása alapján kissé kedvezőlenebb a surdi és a zalasárszegi ültetvények helyzete. Mindkettő hosszú, egyenletes, de nagy esésű lejtőkkel rendelkezik, ahol lejtőirányú sorokban történik a művelés, mely különösen erózióveszélyes. Az eredményeim rámutattak a domborzati és a topografikus nedvességi index értékei alapján a surdi parcella betegségeinek okára, mely megfelelő tereprendezéssel mérsékelhető.

A domborzat és az ültetvény együttes modellezése hiperspektrális adatok alapján

Az újfahértói körte génbank termőterületéről besugárzási értékek számításához a terepi mérések és a hiperspektrális felvétel adatai alapján terepmodellt készítettem. A vizsgálatnál abból az elvből indultam ki, hogy azonos fajon belül is a kisebb lombozattal rendelkező fák pixeljeihez alacsonyabb reflektancia értékek rendelhetők, míg a nagyobb zárt lombozathoz magasabb érték kapcsolódik (Tamás és Nagy, 2009). A beteg, ritka és kis kiterjedésű lombozathoz tartozó pixelek jelentős mértékben az

egyéb felületről (talaj, aljnövényzet) visszaverődő reflektancia értékeket is magukba foglalják. A lombzat jellemzőit a számított NDVI értékek tükrözik (15. melléklet). NDVI értékek (hisztogram elemzés) alapján újraosztályozást végeztünk a mintaterületen, ahol 4 fő kategóriát különítettünk el, melyek területi kiterjedése a 9. táblázatban látható.

9. táblázat A körte ültetvény NDVI értékei hiperspektrális felvétel alapján (Saját szerkesztés)

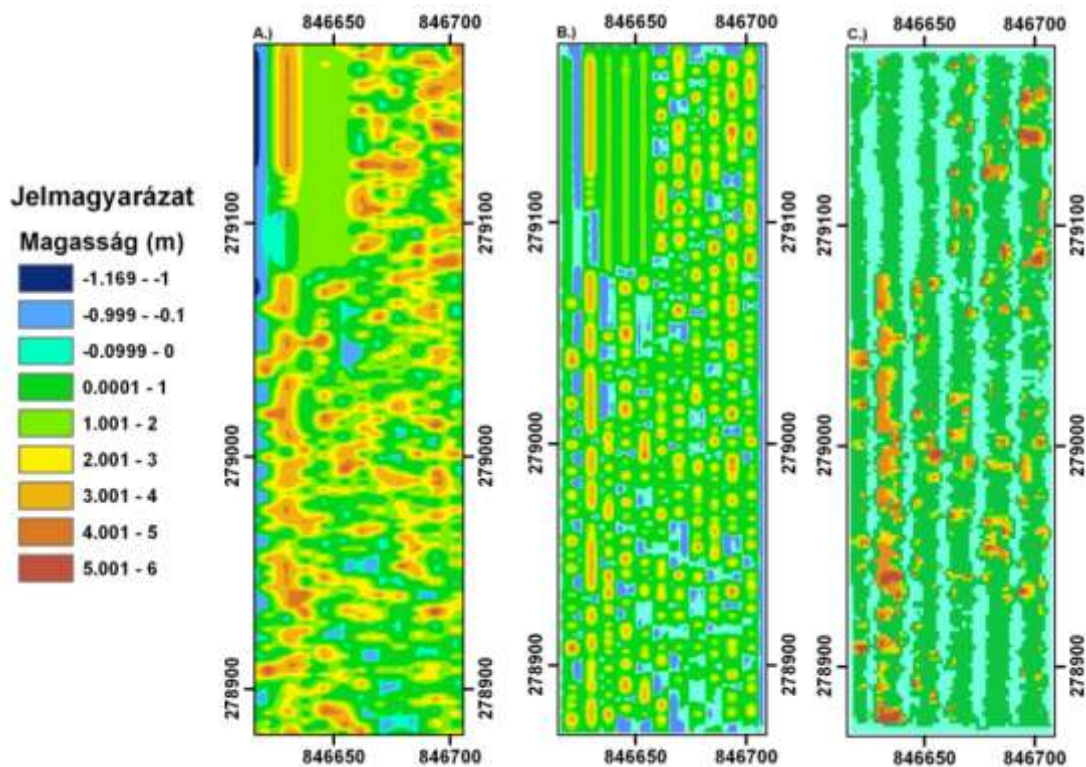
Borítás	NDVI érték	Terület
1.Talaj, növényzet nélkül	0 - 0,029	0,889 ha
2.Füves, gyomos	0,03 - 0,29	0,674 ha
3.Gyenge lombzat	0,3 - 0,49	0,925 ha
4.Sűrű, egészséges lombzat	0,5 - 0,79	0,464 ha
Összesen:		2,952 ha

A vizsgálni kívánt jelenség, jelen esetben a besugárzás és az evaporáció, természetétől függően kell megválasztani a felbontást, ezért a megfelelő térbeli felbontásnak ezt tükröznie kell (1pixel =2,25 m² vagy ennél jobb). A vizsgálat eredményét tovább lehet javítani a térbeli felbontás növelésével de ez a jelenlegi légi technológiákkal igen költséges. Mivel az egészséges lombzattal rendelkező gyümölcsfák besugárzást módosító és árnyékoló hatása jelentékeny, a hiperspektrális adattér szűrésével hatékonyan lehet csökkenteni. A spektrálisan keveredő pixeleket ki lehet szűrni, amennyiben ez a vizsgálat szempontjából fontos akkor ezeket a Fuzzy, Bayesian statisztikai eljárásokkal valószínűségi alapon lehet tovább elemezni, azonban terjedelmi okok miatt ezeknek az ismertetésére jelen dolgozatomban nem térek ki.

Az ültetvény korona kiterjedésének és magasságának modellezésére 3 modell típust értékeltem, A.) vektoros pontok interpolációja alapján, B.) vektor pontok és vonalak interpolációja és C.) spektrális index (NDVI) alapján. A kapott eredményeket az alábbiakban foglalom össze.

A. módszer: A fa magassági értékeket tartalmazó (pont) rétegből a specifikus mintavételezésből adódóan az interpolálás eredményeként a korona magasságára vonatkozó felszínt kaptam, mely a matematikai függvény alkalmazásából adódóan az adattal nem jellemezhető cellákhoz is magassági adatot rendel. Csupán a mért fakorona magassági adataiból végzett interpoláció a füvesített sorközökre és a szabad talajfelszínre hibásan „túl”magasított és „alá”becsült értékeket eredményez (14/A. ábra). Az ültetvény magassági értékei az elvégzett három módszer közül a legnagyobb szórással (1,29) és a legkisebb minimummal (-1,169) jellemezhető.

B. módszer: A sorközök talajfelszínének magassági értékének megadásával (0 m), melyet LEGO-GIS módszerrel (Bódis, 2008) integráltam a domborzatmodellbe, sem kaptam helyes eredményt. Mivel így a fa magassági adataihoz képest (pont minta) a sorközök értékei (vonal minta) túltreprezentáltak lesznek, mely jelentékeny mértékben eredményezi a magassági értékek „alul”becslését (14/B. ábra). Itt a maximális érték 5,25 m, amely közel 1 méterrel alacsonyabb a terepen mért legmagasabb fakorona (6,1 m) nagyságához képest, illetve a minimum -0,79 m lett. Az A és B interpolációs módszer hibája, hogy a magassági értékek nem követik megfelelően a lombkoronák magasságát és térbeli kiterjedését. Ezért a közepes (kis lombozat), vagy az alacsony (füves sorköz) NDVI értékkel rendelkező területek magasságának meghatározáshoz további műveletek elvégzése szükséges.



14. ábra Az interpolációs műveletek eredménytérképei a körte génbankban Újfehértón (A.) Fakorona magasságának alapján (pontminta); B.) Fakorona magasság és a sorköz magassága alapján (pont és vonal minta); C.) NDVI értékek alapján (területi mintavétel) (Saját szerkesztés)

C. módszer: Logikai boolean műveletek segítségével leválogattam az egyes terepi elemekre vonatkozó pixeleket külön-külön rétegekbe. Így egyértelmű hozzárendeléssel meghatároztam minden „ismeretlen” cella magassági értékét. A rétegek matematikai módszerrel történő egyesítését követően megkaptam az ültetvény magassági modelljét, mely már az ültetvény „érdességét” igen plasztikusan ábrázolja (14/C. ábra). Az alkalmazott interpolációnak köszönhetően a terepen mért maximális famagassághoz

képeket csak 21 cm-es eltérést mértem. A módszer hiba forrása, hogy az ültetvény északi harmadában található új telepítés kicsi, vagy ritka lombkoronája miatt NDVI értékei alapján a második (füves) kategóriába került.

10. táblázat A növénymagassági értékekből végzett interpolációs műveletek eredménytérképeinek leíró statisztikája; valamint pixel szintű magasságkülönbség az NDVI alapján készült magassági modellhez képest (Saját szerkesztés)

Eredmény térkép	Interpolált felszín értékei				Eltérés a C eredményhez képest			
	Min.	Max.	Átlag	Szórás	Min.	Max.	Átlag	Szórás
A	-1.1690	5.7140	1.5550	1.2900	-5.5230	2.1690	-0.7719	1.1689
B	-0.7974	5.2543	0.7267	1.0293	-4.2268	4.3859	0.0546	0.9969
C	0.0000	5.8958	0.7905	0.9705	-	-	-	-

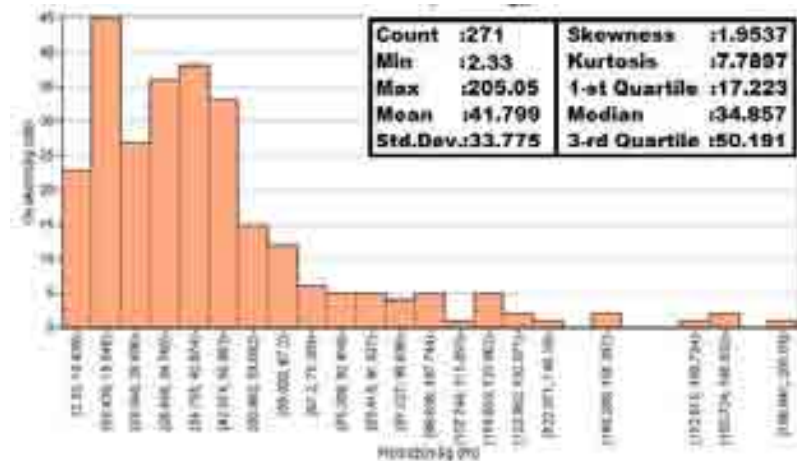
A digitális domborzatmodellhez hozzárendeltem a növényzeti magassági modellt, mely alapján létrehozott terepmodell a 16. mellékletben látható. Ennek alkalmazásával elkészítettem az ültetvényre vonatkozó direkt besugárzás térképét július hónapra, feltételezve a tiszta égboltot és a földrajzi szélességhez tartozó maximális besugárzást. A térkép az adott cellára érkező összes besugárzási értéket mutatja Watt óra/ m²-ben (17. melléklet). A direkt besugárzási térkép értékei alapján megadható közelítő értékkel az adott fa energetikailag lehetséges, equivalentens evaporációja, amely az öntözéstervezésnél alapadatként vehető figyelembe. A FAO Penman-Monteith (*Allen et al.*, 1998) egyenletében a radiáció MJ /m²/ nap értékkel van megadva, amelyet az átszámító faktor használatával equivalentens evaporációvá (mm/nap) konvertáltam, ami megfelel a párologtatás látens hője inverzének ($1/\lambda=0,408$): Equivalentens evaporáció [mm/nap] = 0,408 * Radiáció [MJ/ m²/nap]. A vegetációs időszakon belül 4 napot véletlenszerűen kiválasztottam, melyre a direkt besugárzási értékek alapján kiszámítottam az átlagos evaporációs értéket (mm/nap), 04.21-én átlagosan 5,6; 07.21-én 7,7; 08.21-én 6,5; és 09.22-én pedig 3,8 mm/nap párolgás várható tiszta égbolt mellett.

4.1.2. Mesterséges domborzat értékelése

A termőhelyi értékszámot többek között a domborzat és egyéb termőhelyi paraméterek kapcsolata határozza meg, ugyanakkor a szőlőterületek domborzatának értékelése a mesterséges, antropogén felszín elemeinek - a terasz-támfal rendszer – vizsgálatával lehet csak teljes. Azért, hogy megállapítsam a jellemzően pusztuló formakincs főbb paramétereit és a köztük fennálló kapcsolatot, távolsági és magassági méréseket; valamint talajminta vételezést folytattunk. A talajlaboratóriumi mérések eredményeit a 4.2.1. fejezetben közlöm.

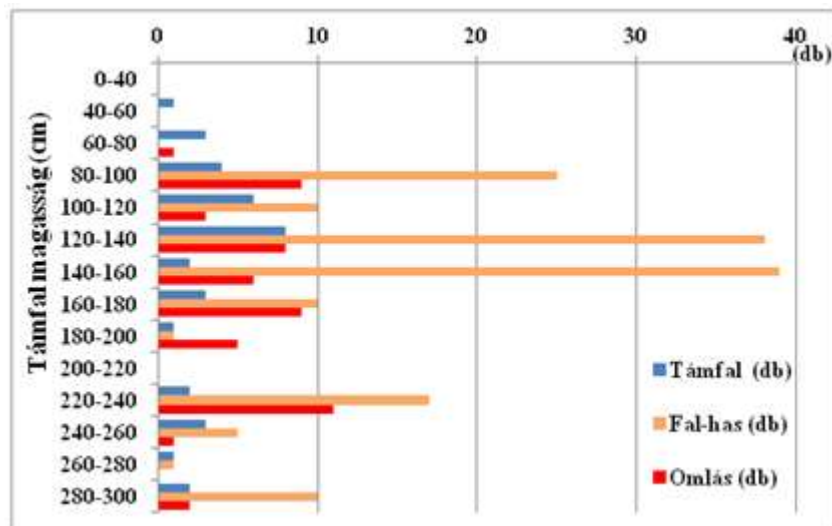
Sátor-hegy

Összesen 269 db támfalat és 2 db földrészút térképeztünk fel (18. melléklet). Méréseink alapján a térbeli távolságuk 0,53 - 112,98 m, az átlagos távolság 20,75 m. A támfalak átlagos hossza 41,79 m, és 48%-uk a 25-40% meredekségű lejtőkön épült.



15. ábra A feltérképezett támfalak hossza (Saját szerkesztés)

A magassági és távolsági méréseken túl részletesebb méréseket végeztünk 36 db támfalon. A részletesen felmért támfalak teljes hossza 1574,2 m; magassága 48-300 cm között változik, átlagmagasság 149,3 cm (szórás 66,56). A részletesen felmért támfalak magassága és a szerkezeti hibák száma közötti korreláció közepes erősségű (falhas előfordulás: 0,61; omlás előfordulás: 0,45; együttesen: 0,62; $p < 0,01$). Tehát a magasabb támfalakkal gyakrabban fordulhat elő valamilyen szerkezeti károsodás.

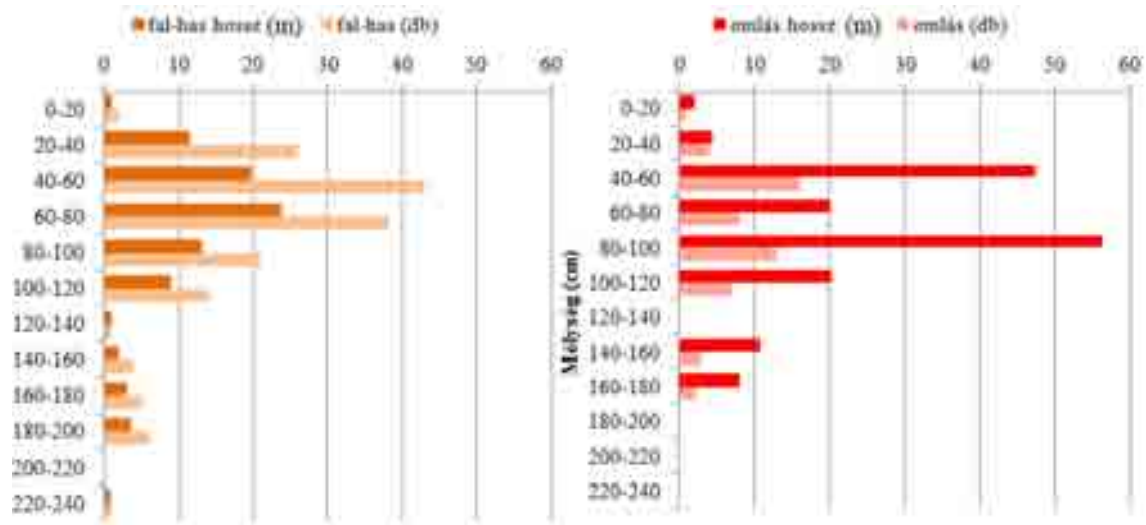


16. ábra A támfal sérülések megjelenési gyakorisága a különböző magasságú támfalak esetén (Saját szerkesztés)

A teljes magasságot tekintve a 100-140 cm magas támfalak gyakoribbak (16. ábra). Jelentősebb mennyiségű támfalsérülést a 60 cm-nél magasabb falaknál mértünk, a

szerkezeti károk száma a 120-140 és 140-160 cm magas támfalaknál a legnagyobb. A hisztogram alapján a 220-240 cm magas támfalak esetében egy másodlagos maximum mutatható ki a szerkezeti károk számát tekintve. A támfalak sérüléseinek átlagos gyakorisága 35 db/100 m, melyből a teljes leomlás aránya 10,81 db/100 m.

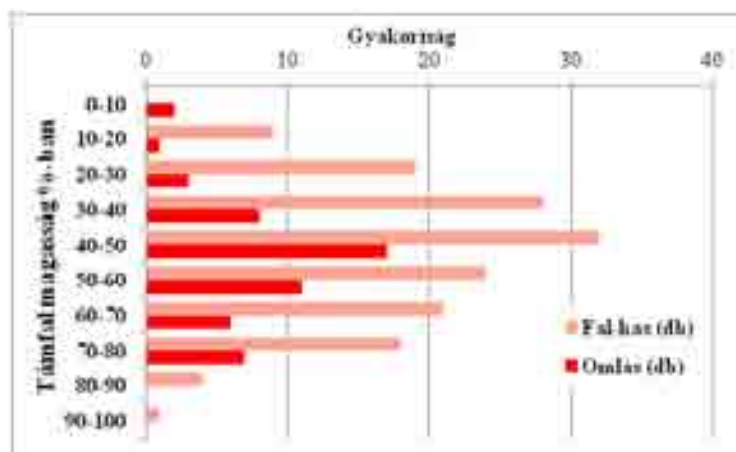
A támfalsérülések koronától mért mélysége 20-230 cm-ig terjed (17. ábra). A falhasak 20-230 cm mélységben jelennek meg, melyek térbeli kiterjedése 0,3-4,2 m között változik (átlag 0,5 m). A szerkezet teljes kibomlása, leomlása 20-180 cm mélységben volt megfigyelhető, 3,1 m átlagos kiterjedéssel (0,2-10,6 m).



17. ábra A támfalak szerkezeti sérüléseinek összesített hossza (m-ben) és előfordulási száma (db) a támfal koronájától mért mélység (cm) szerint (Saját szerkesztés)

Az omlások teljes hossza átlagosan 1,7-szerese a falhasak hosszának, azonban a falhas előfordulások darabszáma 1,9-szerese az omlások számának. Mindkét jelenség előfordulási száma az eketalp (40-60 cm) mélységében a legnagyobb, azonban a jelenségek oldalirányú kiterjedését tekintve a maximumok mélyebbre kerülnek. A támfalak teljes magassága és a jelenségek koronától mért mélysége között a szignifikáns ($p < 0,05$) korreláció értéke a falhas esetében 0,52; az omlások esetében 0,82. Ez alapján a magasabb támfalaknál egyre mélyebbre kerül az omlás talp szintje.

A 18. ábrán látható a szerkezeti kár megjelenési mélysége a támfal teljes magasságának (100%) arányához viszonyítva. A támfal magasságának az 50%-nál jelenik meg a legtöbb károsodás, azonban *Carl és Richter* (1989) eredményeivel ellentétben a szerkezet alsóbb szakaszaiban is igen jelentős előfordulás mutatható ki.



18. ábra Támfal sérülések gyakorisága a támfalak teljes magasságának arányában (Saját szerkesztés)

11. táblázat A támfalak szerkezeti sérüléseinek gyakorisága a vegetációs állapot szerint (Saját szerkesztés)

	Művelés alatt	Felhagyás (<5 év)	Felhagyás (5-25 év)	Felhagyás (>25 év)	Összesen
Támfal mag. (cm)	70-250	110-160	72-300	48-300	48-300
Támfal (db)	10	6	13	7	36
Támfal hossz (m)	556,9	223,8	491,8	301,7	1574,2
Hiba szám (db)	197	101	155	98	551
Hiba hossz (m)	65,3	38,2	109,9	75,7	289,1
Hiba szám/100 m	35,37	45,13	31,52	32,48	144,5
Relatív eltérés	35,37	9,76	-13,61	0,96	-
Hiba hossz/100 m	11,72	17,07	22,34	25,09	76,22
Relatív eltérés	11,72	5,35	5,27	2,09	-

A Cinque Terre-ben (Carl és Richter, 1989) tapasztaltakhoz képest, a Sátor-hegyen jelentősebb arányú támfalsérülés mutatható ki, a vizsgált támfalaknál a 100 méterre jutó károk száma, és ebből az omlások száma is közel 10-szerese (11. táblázat). Különösen magas a művelés alatt álló területen a károk, és ebből az omlások száma, a Cinque Terre-ben tapasztalt 0,92 és 1,87 db omlás /100 m arányhoz képest. Ha az egyes vizsgálati fázisok közti különbséget – relatív eltérést - tekintjük, akkor látható, hogy a legtöbb sérülés még a művelési fázisban jelenik meg és a felhagyott teraszoknál már nem nő számottevően a károk száma. Sőt a felhagyás 2. szakaszában lévő támfalaknál arányában kevesebb számú károsodást mértünk fel.

Megvizsgáltam, hogy a szerkezeti károk hossza milyen mértékű a támfalak hosszához képest. Az eredményeim alapján elmondható, hogy már a művelés alatt a támfalak hosszának 11,72%-a sérült és ez az arány kismértékben növekszik a felhagyást követő években. A felhagyás 2. szakaszában már említett darabszámbeli csökkenés ellenére a károk kiterjedése nagyobb, melyből arra lehet következtetni, hogy ebben a szakaszban már az omlások kiszélesedése a jellemző.

Ennek a jelenségnek oka lehet, hogy a kisparcellás szőlő gyenge jövedelmező képessége miatt a gazdák érdektelenné válnak, mivel az utóbbi évtizedben már nem tudtak erőforrást fordítani a talajvédő építmények szakszerű javítására.

Kiss et al. (2005) szerint általában a magasabban fekvő és nehezebben megközelíthető teraszokat hagyták fel hamarabb így azok rosszabb állapotban vannak, mint a később felhagyottak. Azonban a vizsgálataim alapján ez nem jelenthető ki egyértelműen, a jelenleg is művelés alatt álló teraszok támfalai gyakran rosszabb állapotban vannak, mint a már zárt erdő területen találhatóak, melyek pusztulásának sebessége lecsökkent. *Richter és Block* (2001) kutatásai alapján 60% körüli az omlás valószínűsége a művelt területeken, vagy a frissen felhagyott kultúrák esetén, amely az általunk mért értéknél jelentősen magasabb. Ennek oka valószínűleg a támfalak jelentős magasságbeli különbségében keresendő.

A talajáthalmazódás szintén gyakori jelenség a művelés alatt álló teraszok esetében. Minden támfalnál előfordult a koronán átbukó, lemosódó talaj, mely a támfalak teljes hosszának átlag 10,52%-án okozott károsodást. A jelenség leginkább olyan támfalagnál figyelhető meg, ahol a tám alatt és felett is művelés folyik. A korona felett 10-60 cm vastag talajréteg halmozódott fel, illetve a támfal lábánál maximálisan 70 cm üledéket mértünk (19. ábra). Azonban két esetben tapasztaltuk a tám fekéjének erózióját (30 cm mélységig), mindkettő a legmagasabban elhelyezkedő művelt szőlőterületen van, és felette erdő található. A felmérés alapján átlagosan 13 cm talaj halmozódik fel a támfal koronáján és 14,18 cm pedig a lábánál, (szórás 18,1; 26,8).



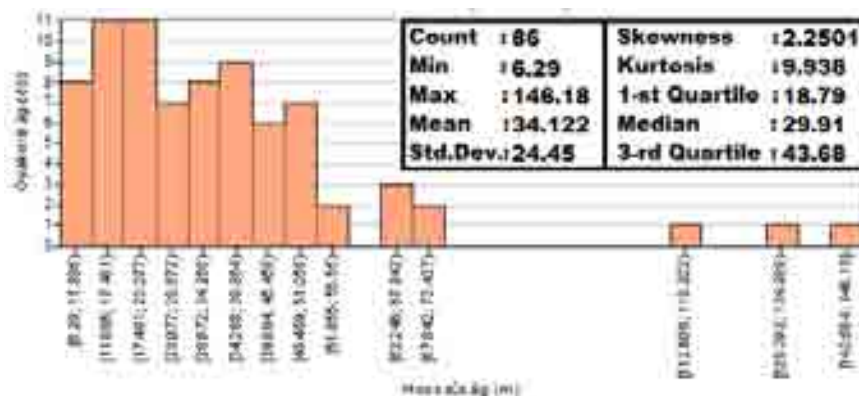
19. ábra A támfal omlás kiszélesedő fülkéje - magassága 200 cm; illetve a művelés alatt álló parcella talajjal elfedett támfala - Eredeti magassága 110 cm, koronán felhalmozódott talaj vastagsága 45 cm, támfal előtt felhalmozódott talaj magassága 70 cm (Saját fotó: Sátor-hegy, 2008)

Csobánc

A Csobáncon, a Sátor-hegyhez viszonyítva később, a 18-19. században hozták létre, a szőlőműveléshez kapcsolódó tájlemek többségét (*Laposa*, 1988). Mivel a Csobánc-hegyen a pannon üledékek dominálnak, a támfalépítésre alkalmas bazalt mennyisége

csak a bazaltplató határán, a törmelékeltető területén számottevő, így a támfalak méretét nem a lejtőszög határozza meg elsődlegesen, hanem a rendelkezésre álló kő mennyisége. A szoknya terület alsó szakasza felé haladva egyre alacsonyodnak a támfalak és gyakran csak 1 sor kőből állnak. A felépítő bazalttörmelékek átmérője ritkán haladja meg a 40 cm-t (Fórián, 2008). A fal leomlását, szétesését előre lehet jelezni egy támfal kiboltosodásával, mely a támfal mögött szuszpendált finomszemcsék koncentrációjának a következménye. A homokos talajokon ez nagyobb jelentőségű és gyakoribb jelenség, mint az agyagos talajok esetén (Richter és Block, 2001), melyet a vizsgálataim is alátámasztottak. Mind méretükben, mind pedig állékonyságukban elmaradnak a Sátor-hegy támfalaihoz képest, valamint többszöri visszarakás következtében már nehezen állapítható meg az eredeti állapotban lévő szakaszok helye illetve hossza. Az újrarakott falak homlokzata meglehetősen egyenetlen, koronájuk hiányos, így a szerkezetkárosodás vizsgálata jelentős hibával terhelt, ezen okok miatt számos esetben a támfal eredeti magasságát is csak durva becsléssel tudtam elvégezni. Igen nehéz pontosan megállapítani a falhas megjelenési helyét és kiterjedését, így a 12. táblázatban a támfal károkra vonatkozó adatok csak közelítő értéket jelölnek.

A felmért 86 támfal hossza 6,29-146,18 m között változott, a magasságuk 50-250 cm volt (18. melléklet). A Sátor-hegyhez képest a támfalak átlagos hossza kisebb, valamint 100 méternél hosszabb támfalat is csak 3 esetben mértünk fel, melynek oka a domborzat jelentős változékonyságában keresendő. Továbbá a leghosszabb támfalak a hegy lábánál a legenyhébb lejtő meredekség mellett figyelhetőek meg.



20. ábra Hisztogram a felmért támfalak hossza szerint (Saját szerkesztés)

41 helyen tapasztaltunk valamilyen mértékű omlást, 72 támfalnál a felső korona hiányát, és csupán 6 esetben mértünk fel teljesen ép támfalat. 65 helyen jelöltünk falhaszt, melyből 31 támfalnál nem volt egyértelműen meghatározható a jelenség oka és jellege (12. táblázat).

12. táblázat Felmért támfalak tulajdonságai és a szerkezet károsodások becsült értékei a Csobáncon (Saját szerkesztés)

	Művelés alatt	Felhagyás (<5 év)	Felhagyás (5-25 év)	Felhagyás (>25 év)	Összesen
Támfal mag. (cm)	50-200	50-250	80-150	100-250	50-250
Támfal szám (db)	32	25	20	9	86
Támfal hossz (m)	1272,17	736,58	767,22	151,74	2927,71
Falhas szám (db)	~32	~17	~9	~7	~65
Omlás szám (db)	15	8	10	8	41
Hiba hossz (m)	~652	~274	~137	~24	~1087
Hiba szám/100 m	~3,69	~3,39	~2,47	~9,88	~19,43
Relatív eltérés	3,69	-0,3	-0,92	7,41	-
Hiba hossz/100 m	~51,25	~37,19	~17,86	~15,81	~122,11
Relatív eltérés	51,25	-14,06	-19,33	-2,05	-

A szerkezet károsodás gyakoriságát vizsgálva, megállapítható, hogy a művelés alatt álló támfalagnál a teljes hosszának megközelítőleg 50%-án volt mérhető valamilyen szerkezetkárosodás, a közelmúltban felhagyott teraszok esetében már 37%, míg a sűrű cserjés, és az erdős hosszú ideje nem művelt telkeknél az arány 18%, valamint közel 16% (12. táblázat). A Sátor-hegyen mértekhez képest ez a jelentős különbség a támfalak szerkezete és az alapkőzet tulajdonságai miatt adódnak.

A falhas megjelenése és a térbeli kiterjedése, valamint hogy a hibás újrarakás eredményét látjuk-e nem volt egyértelműen megállapítható. Falhas átlagosan 2-3 méterenként jelenik meg a művelt szőlőknél, gyakran hosszú egybefüggő szakaszon keresztül (max. 23 m). Ezért, ha a támfalakat külön-külön vizsgáljuk a támfalsérülések hosszából 56-75%-át teszi ki. A felhagyás idejének növekedésével azonban lecsökken az arány. Az omlások esetében ez az arány 25-44%, és részaránya a felhagyást követő években egyre nő. Az omlások hossza 2-13 méter.

A támfalak szerkezetének egyenetlensége nem tette lehetővé, hogy a támfal koronájának eredeti magasságát és így a szerkezeti hibák kiinduló mélységét megbecsüljük. Továbbá a megindult szerkezetromlás nagyon rövid idő alatt a fal alapjáig terjedt ki, így a szerkezeti károk és a tám eredeti magassága közti kapcsolatot nem állt módomban részletesebben megvizsgálni. Ezt a vizsgálatot a hasonló alapkőzetű és geomorfológiájú közeli Badacsonyon lenne célszerű elvégezni, hogy megállapíthassuk, a támfalmagasság és a károsodások megjelenési mélysége közti kapcsolatot pannon üledék esetében.

A Sátor-hegyen és a Csobáncon leginkább a tavaszi (április-május) időszakban számoltak be a gazdák támfalomlásról, Carl és Richter (1989) Cinque Terre-i

megfigyeléseikhez hasonlóan. A támfalak alapvető jellemzői (szerkezet, magasság, állékonyság) jelentősen különböznek egymástól a Sátor és a Csobánc-hegyen, mely az építmények pusztulásának folyamatában is meghatározó szerephez jut. Mindkét mintaterületen a művelés alatt álló parcelláknál mutattam ki nagyobb szerkezetkárosodási arányt. A szőlőművelés megszűnésének a talajerózióra nézve lehet pozitív hatása is, a felhagyást követően a természetes vegetáció ismét megjelenik, amely a talajerózió kockázatának csökkenését eredményezheti (Mihály, 2005), amelyet a vizsgálati eredményeim is közvetve alátámasztanak. A bokros vegetáció lombzata csökkenti a talaj felszíni erózióját, azonban az évelő fás szárú vegetáció jelenléte a támfalakra nézve jelentékeny veszélyeztető tényező a gyökérnyomás mechanikai erejének következtében. A Sátor-hegyen a bokros vegetációjú felhagyott parcellákon a támfal hibák közül az omlások nagyobb térbeli kiterjedése a jellemző. Általánosságban kijelenthető, hogy a támfalszerkezetek pusztulása korlátozhatja a művelést, valamint rontja az agroökológiai potenciálját.

4.2. Talajtani tulajdonságok vizsgálatának eredményei

A fejezet első felében a támfalak teraszanyagából vett talajminták adatainak feldolgozását mutatom be (Sátor-hegy, Csobánc), majd az újfahértói gyümölcsös területére elvégzett talaj erózió kockázati becslés eredményeit.

4.2.1. A szőlőteraszok talajának vizsgálata

A mintaterületek alapkőzete a Csobáncon pannóniai üledékes, szürkésfehér és sárgásbarna homok, homokos-agyag, agyagos-márga (Borsy et al. 1986; Bokor, 1990; 1994b), míg a Sátor-hegyen pannon riolit, riolittufa, fehér színű slíres riolit (Pécskay et al., 1987; Kozák és Püspöki, 1999; Gyalog és Budai, 2004), mely a támfalak kialakításában is kiemelkedő jelentőséggel bír.

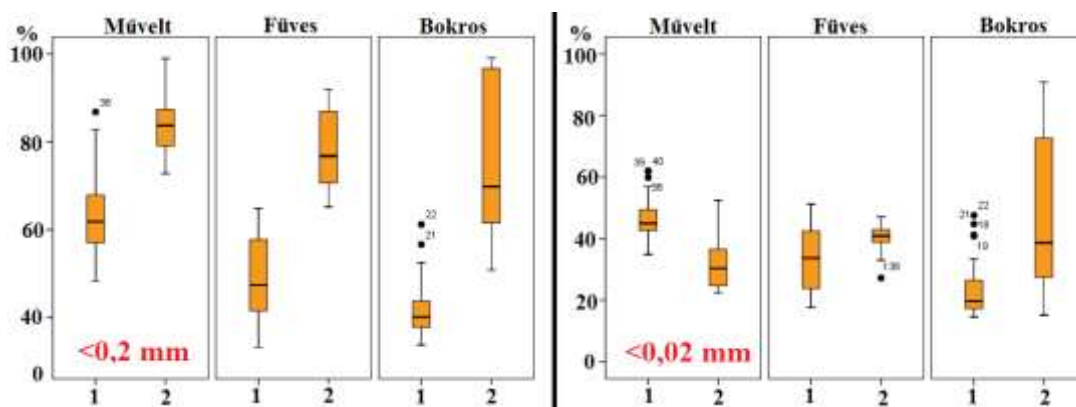
A Csobáncon átlagosan 20%-kal magasabb a finom frakciók aránya, és ezen belül is a finomhomok jelentősebb részarányt képvisel. Ezzel szemben a Sátor-hegyen a szemcsemegoszlás sokkal kiegyenlítettebb (19. és 20. melléklet). A leomlott támfalak mögött a teraszanyagot csak a feltételezett omlás mélységig mintáztuk meg, hogy megvizsgáljam a talajadottság és a szerkezet károsodás közti kapcsolatot. A két legmélyebb szelvényen keresztül mutatom be a két mintaterületre jellemző teljes szemcsemegoszlási görbe futását (20. melléklet).

13. táblázat A minták leíró statisztikája (Saját szerkesztés)

		<0,2	<0,02	<0,002	pK KCl	pH H ₂ O	CaCO ₃	humusz
Sátor-hegy	Medián	52,70	39,30	6,01	5,73	6,96	6,94	1,38
	Szórás	12,55	12,88	2,72	1,24	1,16	2,21	1,25
	Minta varianciája	157,41	165,77	7,37	1,53	1,35	4,87	1,56
	Minimum	33,29	14,52	0,93	3,57	4,31	3,51	0,21
	Maximum	86,80	62,02	15,45	7,19	8,08	13,46	6,45
	Átlag	52,79	35,84	6,3	5,67	6,77	7,11	1,62
	Mintaszám	82						
Csobánc	Medián	80,42	37,69	16,53	7,06	7,87	12,15	1,30
	Szórás	12,57	15,75	7,18	0,55	0,56	11,47	1,29
	Minta varianciája	157,89	248,06	51,58	0,30	0,32	131,49	1,67
	Minimum	50,86	15,16	5,23	5,74	6,36	3,31	0,27
	Maximum	99,08	90,78	34,2	7,70	8,33	44,44	5,45
	Átlag	79,39	39,64	14,24	6,87	7,71	16,00	1,66
	Mintaszám	77						

A vizsgálat során 10 mm-nél nagyobb közettörmelék arányát már nem vettem figyelembe, mivel feltételezem, hogy a támfal pusztulás folyamatában a nagyobb vízadszorpciós képességgel rendelkező 0,2 mm-nél finomabb szemcsék részaránya a meghatározó. A Kolmogorov-Smirnov-próba alapján a <0,2 mm és a <0,02 mm szemcsék aránya mutat normál eloszlást, míg a többi vizsgált paraméter nem, ezért Spearman-féle korrelációt kellett alkalmaztam.

Szemcseösszetétel

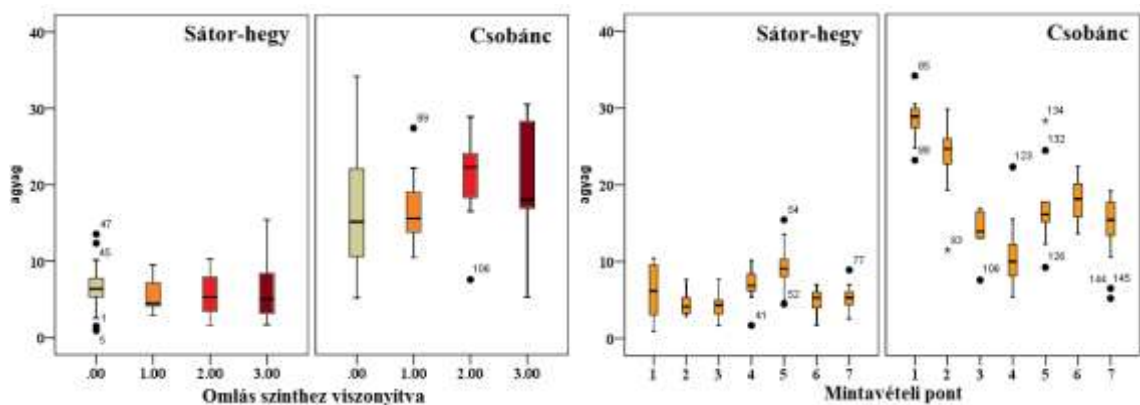


21. ábra A <0,2 és a <0,02mm-nél kisebb szemcsék részarányának statisztikai mutatói a vizsgálati helyek (1: Sátor-hegy; 2: Csobánc), valamint az állapot szerint (Saját szerkesztés)

A grafikonok (19. melléklet) a finom (<0,2 mm, valamint a <0,02 mm) szemcsék részarányát mutatják az egyes mintavételi pontokon a támfal koronájától mért mélység szerint, melyen jól elkülönülnek a Sátor-hegy 4 és 5 pontok bolygatatlan fekkőzetének értékei, ezért erre a mélységre vonatkozó adatot már nem vontam be az elemzésbe.

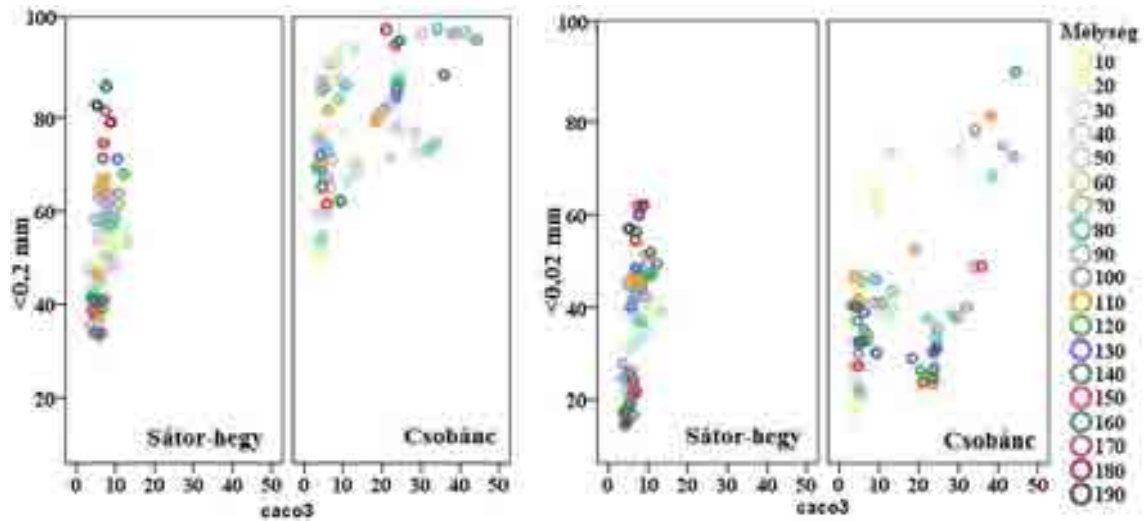
A szemcseméret és a támfal magassága, illetve az omlási szint koronától mért távolsága között nem mutatható ki statisztikai kapcsolat, azaz a szemcseeloszlás a

támfal magasságától statisztikailag független. A finom szemcsék részesezésében a két mintavételi helynél jelentős különbség van (21. ábra). A finom homok frakció nagyon meghatározó a csobánci mintákon, nélküle már jobban hasonlítanak egymáshoz az adatsorok. Egy jelentős kivételt a Csobánc bokros környezetéből származó minták képeznek, ahol a szórás továbbra is magas maradt (19. melléklet; 21. ábra). Ezekre az alapkőzetből eredő különbségekre, enyhe hatást gyakorol a művelési állapot ($r = -0,21$ és $-0,29$; $p < 0,01$). Az omlástól mért távolság és a $< 0,02$ mm szemcseméret között gyenge korrelációs ($r = -0,21$ $p < 0,01$) kapcsolat áll fenn, azonban a $< 0,2$ mm frakciónál ez nem állapítható meg. A $< 0,2$ mm szemcsék aránya közepes korrelációt mutat a pH KCl (0,68) a pH H₂O (0,70) és mésztartalommal (0,59), míg az $< 0,02$ mm-nél kisebb frakciónál jóval gyengébb kapcsolatot ad (0,29; 0,38; 0,39). A víz segítségével a talajban legmesszebb az agyagszemcse jut el, leghamarabb a finom homok, durva és finom iszap válik ki a szemcsék felületén – belső kolluviáció (Szendrei, 2000; Fehér, 2007). Véleményem szerint ez a folyamat játszik szerepet a támfalak sérüléseiben, ennek bizonyítására megvizsgáltam az agyagtartalmat és az omlás szintjéhez viszonyított távolság kapcsolatát és gyenge korrelációt kaptam ($r = -0,19$; $p < 0,05$), mely egy részt az alapkőzetből eredő különbségek következménye (22. ábra). A Csobáncon észlelt nagy szórásnak a mintavételi helyek közötti eltérés az oka. Másrészt az agyagtartalom a támfal koronájától mért mélységgel összevetve szintén változatosságot mutatott, egy szelvényen belül akár több maximum is előfordulhat: a felszín közelében, 40-60 cm valamint a 90-100 cm mélységű zónában is. Az előző fejezetben tárgyaltam a támfalsérülések gyakorisága és a koronától mért távolság közti kapcsolatot, mely alapján több mélységben is előfordultak szerkezetkárosodások. Mivel azonban a mintázott szerkezetek már leomlottak, nem áll módomban megállapítani, hogy a leomlás előtt esetleg volt-e valahol több szerkezeti hiba is (pl.: falhas).



22. ábra Az agyagtartalom az omlás szintjéhez viszonyítva (3: omlási szint, 2: 10-20 cm, 1: 20-30 cm, 0: zónán kívül), valamint a mintavételi pontonként részletezve (Saját szerkesztés)

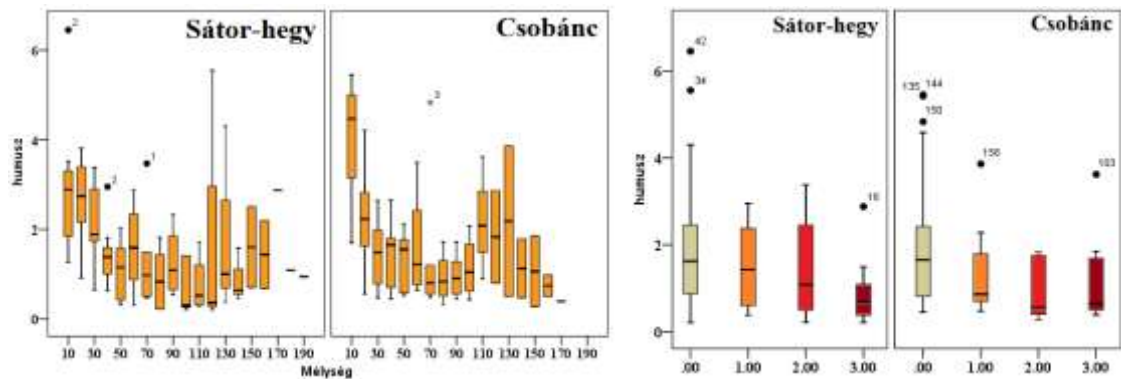
Mész tartalom



23. ábra Mész tartalom és a szemcseméret kapcsolata a koronától mért mélység szerint (Saját szerkesztés)

A minták mésztartalma 3,51% és 44,44% között változott, a szórás mértéke a Csobánc-hegyen nagyobb. A mésztartalom és a szemcseméret között közepes erősségű (0,59; 0,39) korrelációs kapcsolat áll fenn ($p < 0,01$). Feltételeztem, hogy a műveléssel kapcsolatos kezeléseknak a hatása kimutatható lesz, azonban sem a művelési állapottal, sem pedig a támfal koronától mért távolsággal nincs statisztikailag leírható kapcsolat.

Humusztartalom



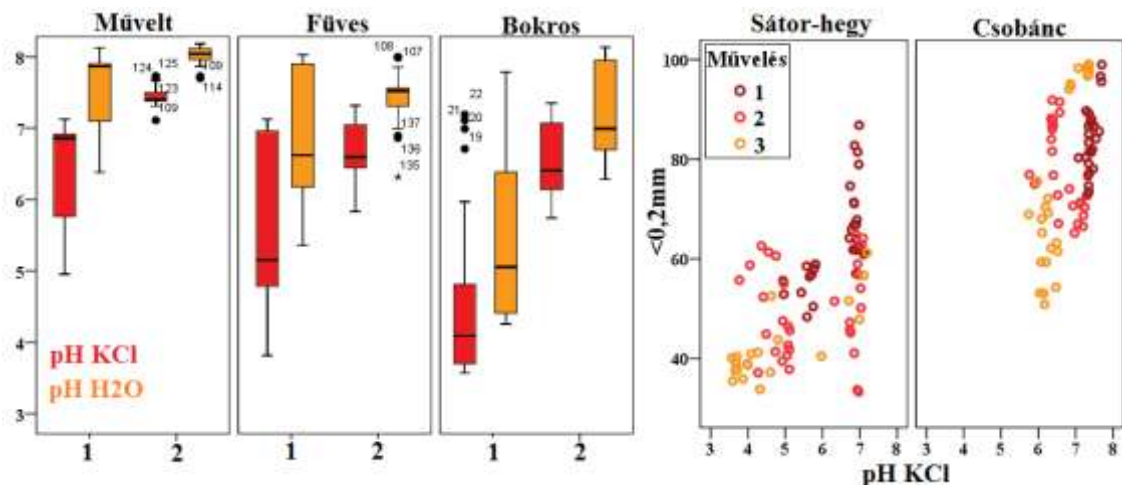
24. ábra A humusztartalom mennyisége a támfal koronájától mért mélység függvényében; valamint az omlási szinthez viszonyítva (3: omlási szint, 2: 10-20 cm, 1: 20-30 cm, 0: zónán kívül) (Saját szerkesztés)

A humusztartalom kissé megnő a felszín közeli 0-30 cm-es, a 60 cm-es és a 110-130 cm-es rétegben. A 110 cm-es zónában ez a Csobánc esetében határozottabban jelenik meg, melyet a mediánok magasabb értéke is jelez. A humusztartalom és a támfal koronájától mért távolság között közepes korreláció mutatható ki (0,40, $p < 0,01$), az omlás szintjétől mért távolság közti kapcsolatot szintén közepes $r = -0,44$ ($p < 0,01$), mely

az előző mérés eredményéből is következik, azaz az omlás helyétől távolodva nő a humusz mennyisége.

pH

A minták többsége semleges vagy gyengén lúgos kémhatású, azonban a Sátor-hegy esetén savas értékeket is mértünk, mind a vizes, mind pedig a KCl-os oldatban, mely talajsavanyodási problémát feltételez (Szabó, 2004). A talajsorozatokban a kémhatást tekintve nem tapasztalható jelentékeny változás a támfalak korona szintjétől valamint az omlás szintjétől mért távolsággal összevetve. Közepesnél valamivel erősebb a kapcsolat a <0,2 mm frakciótartományt tekintve ($r=0,68$; $0,72$; $p<0,01$), míg az iszapnál finomabb szemcsék arányával csak gyenge korrelációs értéket kaptunk ($r=2,95$; $0,38$; $p<0,01$). A hely (háttérváltozó), mint az alapkőzet által befolyásoló tényező hatását megvizsgáltam és jelentősen csökkent a korreláció értéke.



25. ábra pH értékek statisztikai mutatói a vizsgálati helyek (1: Sátor-hegy; 2: Csobánc;), valamint a művelési állapot (1:művelt, 2:fűves, 3:bokros) szerint (Saját szerkesztés)

A pH értékek és a művelési állapot között szintén közepes erősségű kapcsolatot tártam fel ($r=0,45$; $0,49$ $p<0,01$), azonban ezt jelentékenyen befolyásolja a finom szemcse részaránya és a mésztartalom hatása.

Röntgen-fluoreszcens spektrometria alkalmazása

A <0,2 mm-nél kisebb szemcseméretű előkészített mintákon végzett röntgen-fluoreszcens spektrometria alkalmazásával nyert elemtartalom adatokat hasonlítottam össze a talaj pH értékeivel. A mintákban a NITON műszerrel mérhető koncentrációban a Rb, Zn, Ni, Fe, Ti, Ca, K, Cl volt jelen. Egyetlen kivételtől eltekintve nem mutattak normál eloszlást, így szintén Spearman-féle korrelációt alkalmaztam. Az elem

koncentrációk és a humusztartalom között nem volt kapcsolat, egyedüli kivétel a titán koncentráció ($r=0,3$; $p<0,01$).

14. táblázat Az elemtartalom és egyéb tulajdonságok közti Spearman korrelációs értékek ($p<0,01$; $p<0,05$) (Saját szerkesztés)

	<0,2	<0,02	<0,002	pH KCl	pH H2O	CaCO3	Rb	Ni	Fe	Ti	Ca	K	Cl
Rb	-0,70	-0,19	-0,74	-0,60	-0,59	-0,36							
Ni	0,31	-0,03	-0,41	0,47	0,45	0,18	-0,51						
Fe	-0,07	0,15	0,42	0,16	0,17	0,03	-0,06	0,59					
Ti	0,19	0,46	0,07	0,12	0,19	0,11	-0,30	0,27	0,61				
Ca	0,56	0,04	0,23	0,73	0,65	0,36	-0,65	0,53	-0,02	-0,24			
K	-0,69	-0,16	0,52	-0,67	-0,64	-0,45	0,89	-0,60	-0,08	-0,10	-0,79		
Cl	-0,40	-0,07	-0,74	-0,42	-0,34	-0,47	0,41	-0,37	0,09	0,29	-0,65	0,66	
Zn	-0,49	-0,29	-0,23	-0,22	-0,23	-0,26	0,60	-0,60	1,81	-0,29	-0,15	0,48	0,23

A talajban lévő fémek mobilitása általában pH függő (Szabó, 2004; Farsang et al., 2011), mely az eredményeimen is nyomon követhető, azonban közvetlen kapcsolatot sem a támfal koronájától, sem pedig az omlás szintjétől mért távolsággal nem tudtam igazolni.

A tényezők együttes értékelése

15. táblázat Faktor analízis (rotált faktorsúly) eredménye, elemszám 159 (Saját szerkesztés)

Variancia %	Komponens						
	32,5	12,9	12,2	9,3	8,5	5,8	5,1
	1	2	3	4	5	6	7
Finom	.852	-.295	.022	-.010	.216	.064	-.124
Agyag	.816	-.152	.076	.074	-.301	-.072	-.174
Iszap	.773	.100	.150	-.189	.135	-.275	.232
Rb	-.696	.420	.100	-.385	.001	-.045	.349
pH H2O	.680	-.175	.029	.328	.560	.021	-.020
K	-.646	.518	.032	-.442	.004	-.024	.267
pH KCl	.643	-.288	-.027	.367	.489	.135	-.016
Ca	.303	-.897	-.019	.092	-.005	.182	-.144
Cl	-.185	.884	-.088	-.076	-.016	.151	.054
CaCO3	.463	-.639	.107	-.152	.312	-.164	.104
Ti	.420	.593	-.026	.523	.058	-.176	-.213
Omlástól felfelé	-.139	-.015	-.921	-.064	.108	.164	-.006
Omlás zóna 0_30	.080	.012	.837	.077	-.048	-.026	-.004
Mélység	.040	.030	.690	-.032	.026	.680	.133
Humusz	.175	.214	-.614	.143	-.198	.044	.216
Fe	-.064	.215	.006	.875	.059	-.167	.156
Ni	.171	-.308	.059	.861	-.018	.070	-.022
Művelés	-.062	-.003	.023	.022	-.917	-.102	.056
Magasság	-.106	.015	-.249	-.103	.143	.905	.136
Zn	-.142	.053	-.089	.081	-.058	.161	.890

A faktor analízis alapján 5 komponenst különítettem el (86,35%), ahol az első komponens a teljes variancia 32%-át magyarázza. A humusztartalom az egyetlen

tényező, amely a mélység adatokkal került egy komponensbe, tehát nem független (15. táblázat). A két hegyre külön-külön is elkészítettem a faktor analízist. A legfontosabb különbség, hogy a Csobánc esetében a három szemcse frakciótartomány együttesen a második komponensben jut a legnagyobb szerephez, melyben a mésztartalom is megtalálható.

A vizsgálatok alapján az omlástól mért távolságot 35%-ban határozza meg az első komponensben található tényezők együttese, míg az omlási zónát csak 27%-ban. A kémiai nyomelemek közül a rubidium mutatott korrelációt a finom frakcióval.

Gyenge szignifikáns kapcsolatot tártam fel az agyag, a <0,02 mm frakciótartomány és az omlás szintjétől mért távolság között, míg ez a kapcsolat nem áll fenn a szélesebb intervallum (<0,2 mm) esetén. Tehát azt feltételezem, hogy az omláshoz közelebb az egyre finomabb szemcsék megjelenése valószínűbb. Ezt megerősíti a gyenge korrelációs kapcsolat a frakciótartományok és az omlás szintjétől mért távolság között, tehát a hipotézisemet részben igazoltam, mely szerint az omlás megjelenésében szerepe van a szemcseméretnek. Ezt a kapcsolatot befolyásolja az alapkőzet típusa is, mely szerint a Sátor-hegyen jelenlévő jelentős mennyiségű durva törmelék között egyenletesebben tud a finomabb frakció egyre mélyebbre vándorolni, míg a Csobáncon a többségében finomhomokos (adszorpciós képességgel rendelkező) üledékben a folyamat mértéke eltérő.

4.2.2. Talajerózió kockázat elemzése gyümölcsültetvényben

Gyümölcsültetvényben akár 57-117 t/ha talaj is lepusztulhat 50 év alatt (Tóth et al., 2001). Abban az esetben ha a művelés nagy területeket érint és hosszú időn keresztül fejt ki hatását az erózió mértéke jelentősen megnő, ami elsősorban a homokon és löszön kialakult talajokat érinti. Mivel gyümölcsösökről van szó, amelyek talaja már több mint 50 éve művelés alatt áll, az erózióveszély jelentősen befolyásolja az agroökológiai potenciál mértékét. A gyümölcs termőhelyi kataszter szerint adható talaj pontérték meghatározható a szőlő termőhelyi potenciál vizsgálatnál bemutatott módon. Erre hasonló példával szolgál a talajtípusok országos szintű értékelése is, melyet Szenteleki et al. (2011) dolgozott ki a meggy termőképességére vonatkozóan.

A gyümölcs termőhely értékelő rendszerében korlátozó tényezőként az erodáltság jelenik meg (5. táblázat). Egyetértve Mezősi és Rakonczai (1997) megállapításával a potenciális erózió mértéke, vagy az erózióellenállási képesség alkalmasabb a

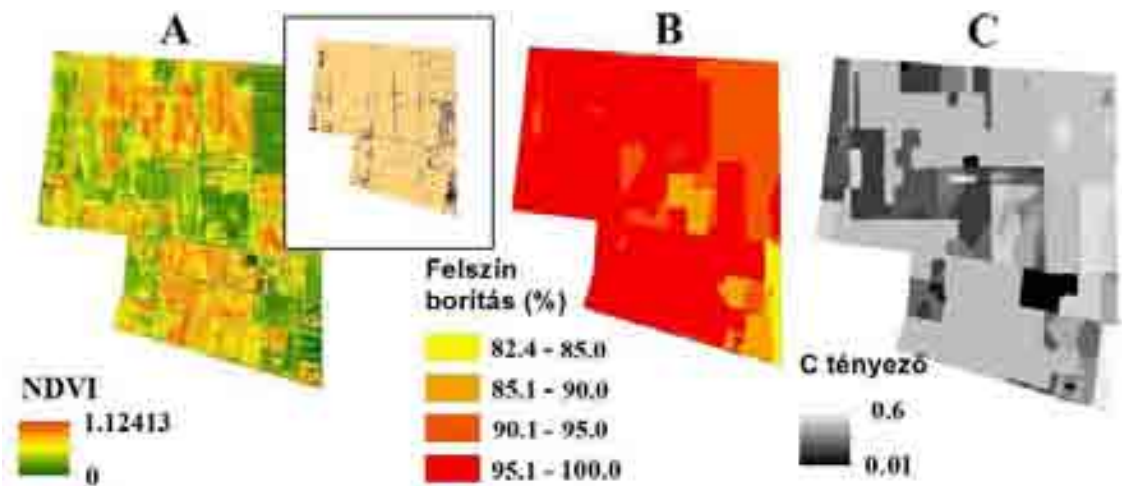
termőterület adottságainak értékelésére, mivel az erodáltság a helytelen talajművelésből is származhat, ezért ebben az alfejezetben az erózió veszélyeztettségre koncentrálok. Az alábbiakban az újfehértói ültetvény példáján keresztül mutatom be a módosított eróziós egyenlet digitális térképezési módszerét (RUSLE). A vizsgálat célja a talajfoltok közti különbség kiemelése. Újfehértón átlag 600 mm csapadék hullik egy évben, azonban a 2010-es évben a havi átlag több esetben is meghaladta a 100 mm-t, valamint napi 50 mm-es értéket is regisztráltak (Nagy P.T et al., 2011). Mivel az extrém csapadékok alkalmával, a rövid, heves záporok lényegesen nagyobb, akár 25-szörös eróziós potenciállal rendelkeznek, mint a hosszantartó csendes esők (Kerényi, 1991), a modellezés során törekedtem ennek figyelembe vételére az egyenletben alkalmazott R tényező meghatározásával.

Az ültetvény mérete nem tette lehetővé a differenciált csapadékintenzitási értékekkel (R tényező) történő számítást, így annak értékét konstansként állapítottam meg az ültetvény egész területére. A 30 perces maximális csapadékintenzitási mérések hiányában, a mérvadó csapadékeloszlási adatok alapján a következő 3 csapadékos év típust modelleztem: egy száraz évre adható 250, egy átlagos csapadékos évnél megfelelő 500, illetve az intenzív esőzések szimulálására $750 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ R tényező értékkel.

A K tényezőt nomogram (Wischmeier és Smith, 1978) alapján határoztam meg. A talajminták szemcse összetételi görbéje alapján a talajok átlagosan 52% 0,2-0,1 mm méretű szemcsét tartalmaznak, míg a 0,1 mm szemcseméret alatt csak átlagosan 26%-a van. A mintaterület egészére nézve kis változatosságot mutat: homok és homokos vályog fizikai féleségű talajok vannak. A foltok az üzemi talajtérkép alapján lettek meghatározva. A korrekciós értéket alkalmazva (Foster et al., 1981) a K tényező értéke 0,051 ill. $0,047 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ lett.

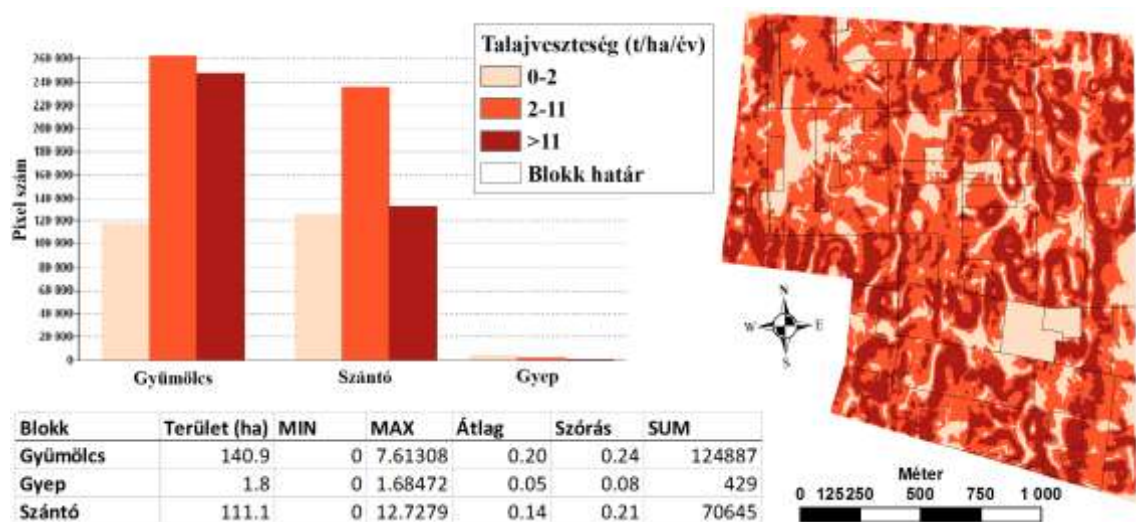
A C tényező kiszámításához az üzemtérképet és a hiperspektrális felvételt együttesen dolgoztam fel. Az NDVI index segítségével leválogattam a szabad talajfelszínt és meghatároztam annak a táblán és az egyes talajtípusokon belüli területi arányát. A kutatóállomás épületeinek környékén, parkosított, valamint betonozott felszín található, melyet egységesen egy 0,01-es értékkel láttam el (26. ábra).

L és S tényezőt az 1:10000 topográfiai térkép alapján készült DDM-ből állítottam elő (Renard et al., 1997). P tényezőt szintén konstans értéknek vettem. A kapott eredményeket átosztályoztam Centeri et al. (2003) által alkalmazott kategóriák szerint, valamint generalizálást végeztem az 1pixel méretű foltok kiszűrésére.



26. ábra C tényező meghatározása hiperspektrális felvétel segítségével, A.)NDVI alapján leválogatott szabad földfelszín, B.)Felszínborítási arány%-ban parcellánként, C.)C tényező a művelési ágak borítási aránya szerint (Saját szerkesztés)

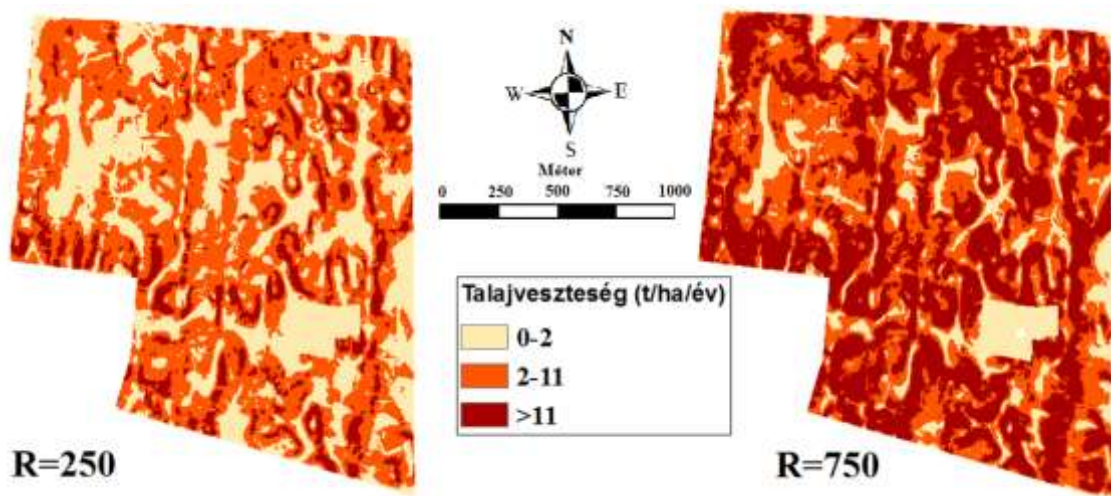
Megvizsgáltam a RUSLE egyenlet alapján elkészült térképek adatait művelési ág szerint. A szántó parcelláknál találhatóak a maximális becsült eróziós értékkel rendelkező területek (27. ábra), azonban ezek minimális kiterjedése nem befolyásolta az átlag értéket nagy mértékben. Az eredményeim alapján a gyümölcs parcelláknál a legnagyobb az átlagos becsült erózió mértéke.



27. ábra A RUSLE egyenlettel becsült erózió nagysága (t/ha/év) ($R=500 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$) csapadék erodáló képesség mellett (Saját szerkesztés)

A 16. táblázat foglalja össze a 3 különböző modell eredményeit művelési áganként. Az eróziómentes területek (1) aránya felére csökkent az R tényező növekedésével, míg az erózió által veszélyeztetett területek (3) aránya több mint a duplájára emelkedett minden művelési ágánál. Ezek alapján egy intenzív esőzéssel jellemezhető évben a

gyümölcsös parcellák területének 55%-a, a szántók 41%-a erózió által veszélyeztetett. Az erózió növényzetre gyakorolt hatását a következő fejezetben tárgyalom.



28. ábra Becsült talajvesztés mértéke ($R=250$ és $750 \text{ MJ*mm*ha}^{-1}\text{*h}^{-1}\text{*év}^{-1}$) Centeri et al. (2003) által meghatározott kategóriák szerint (Saját szerkesztés)

16. táblázat Becsült talajvesztés mértéke terület %-ban művelési áganként az R tényező változásának függvényében 1:0-2t/ha/év, 2:2-11t/ha/év, 3:>11t/ha/év; (Saját szerkesztés)

R	250			500			750		
	Gyüm.	Gyep	Szántó	Gyüm.	Gyep	Szántó	Gyüm.	Gyep	Szántó
1	28.0	76.5	39.5	15.2	63.3	21.8	10.4	48.6	15.1
2	55.9	22.0	51.7	47.3	26.5	53.4	34.0	36.1	43.5
3	16.1	1.5	8.7	37.4	10.2	24.8	55.6	15.3	41.4
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

4.3. Gyümölcsös állomány vizsgálata távérzékel adatok alapján

A spektrális indexek kiszámításának segítségével a növényzet és a domborzati, valamint talajtani adottságok között fennálló kapcsolat erősségét vizsgáltam meg az újfahértói mintaterületen. A Spectral Angle Mapper - SAM (Kruse et al., 1993) módszerrel átosztályozott felvételt használtam a felszínborítási típusok (gyümölcsös, gyep, szántó, talajfelszín) elkülönítésére.

A hiperspektrális felvétel alapján a szántó terület és a talajfelszín könnyen elkülöníthető. Az osztályozatlan kategória magába foglalja a beépített területeket, az esetleges nedves talajfoltokat és a száraz növényzetet is. Az ültetvényen belül a kicsi vagy beteg lombosított gyümölcsfák az osztályozáskor a gyep kategóriába kerültek, annak ellenére is, hogy a küszöbértéket módosítottam. Feltételezve, hogy a domborzati vagy talajtani adottságok is befolyásolják ezen foltok megjelenését, vagy kiterjedését, a vizsgálatokat az osztályozott felvétel alapján végeztem el (29. ábra).



29. ábra Oszályozott hiperspektrális felvétel (Saját szerkesztés)

Megvizsgáltam a vegetáció állapotát tükröző 5 vegetációs index (NDVI, NDVI₇₀₅, mNDVI₇₀₅, mSR₇₀₅, MSI) térkép adatainak kapcsolatát a domborzati (szintkülönbség, lejtőmeredekség, kitettség, lefolyás, TWI) és talajtani (talajtípus, K tényező, C tényező, RUSLE) térképek adataival. A pixel szintű (1,5 m felbontású) adatsoron művelési ágak szerinti lebontásban elsőként ArcGIS környezetben végeztem korrelációs vizsgálatot (21. melléklet). Majd az adatbázis méretét redukálva (5 m-es felbontás) az elemzést SPSS segítségével újra elvégeztem (22. melléklet). Az NDVI értékeket kivéve, az adatok nem mutattak normál eloszlást, így Spearman-féle korrelációt alkalmaztam.

A korrelációs értékek minden esetben nagyon alacsonyak voltak ($r < 0,45$), és az esetek többségében a mértéke is hasonló volt mindkét módszernél. A szántók esetében gyenge kapcsolatot tártam fel a domborzati- és talajtani mutatók valamint a vegetációs indexek között, míg a gyep és a gyümölcsös esetén ennek mértéke jóval alacsonyabb.

A tényezők együttes vizsgálatával a regressziós analízis során is nagyon gyenge statisztikai kapcsolatot tudtam kimutatni. A Topografikus Nedvességi Index (TWI) változása kis mértékben (2-8%) magyarázza az NDVI és az MSI index érték változását, míg a többi vegetációs indexnél a hatása nagyon minimális.

Kimutattam, hogy az adatbázis méretének csökkentése (5 m/px felbontás) nem befolyásolta a korrelációs értékeket. A szántónál a talaj C tényezője erősebb negatív irányú kapcsolatot mutat a klorofillhez kapcsolódó vegetációs indexekkel. Gyenge korrelációt az NDVI érték és a relatív magasságkülönbség között kaptam. Az MSI érték a magasságkülönbséggel, a TWI értékkel és a talajtípussal adott jobb korrelációs értéket. Az NDVI₇₀₅ index és a K tényező között állapítottam meg enyhe korrelációs kapcsolatot.

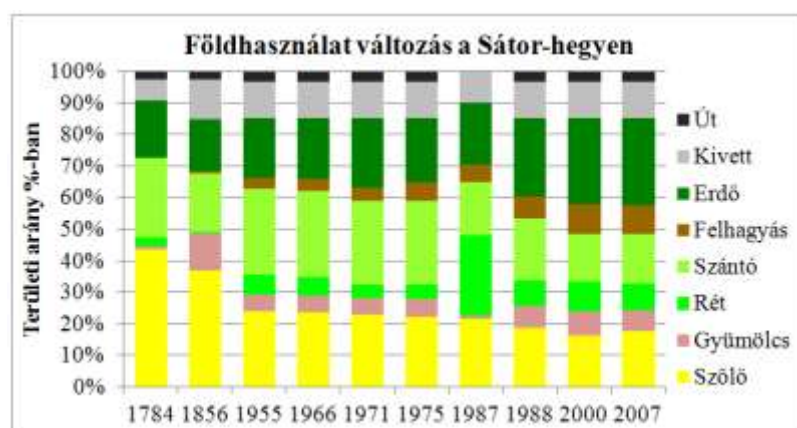
A többváltozós regressziós vizsgálat (stepwise) alapján a talajtani tényezők határozzák meg inkább a vegetációs indexek értékét, míg a domborzathoz kötődő paraméterek hatása enyhébb. A DDM-ből származtatott mutatók közül a szintkülönbség, a TWI és a lejtőirány bír nagyobb hatással, mely a gyümölcs termőhelyi kataszterénél adható pontértékek arányának is megfelel.

4.4. Földhasználat változás a szőlőterületeken

Ebben a fejezetben bemutatom néhány agroökológiai tényező és a földhasználat változás között fennálló kapcsolatot, mely alapot szolgáltat a szőlő termőhelyi pontérték és a szőlőművelés területi kiterjedése között kimutatható összefüggések megállapításához. A liguriai Cinque Terre területén az agroökológiai tényezőkön túl a társadalmi-gazdasági hatás jelentőségre hívták fel a figyelmet (Richter és Block, 2001), ezért célom, hogy a 2 vizsgált területen megállapítsam, hogy ebben az esetben is a társadalmi – gazdasági folyamatok hatása befolyásolta-e inkább a szőlőterület csökkenését. Azokat a szőlő területeket, amelyek mindegyik térképen szőlő művelési ágba tartoztak "változatlan" szőlőként említem a későbbiekben, természetesen ez nem feltétlenül jelent azt, hogy a térképpel nem ábrázolt időszakokban is szőlő volt. A függvényillesztés során, ha nem volt lényeges különbség a lineáris és az egyéb trend görbék determinisztikus együttthatójának értéke között, akkor a lineáris függvényt fogadtam el.

4.4.1. Sátor-hegy

A szőlő területi kiterjedésének változását a különböző domborzati tényezők (lejtőmeredekség, kitétség, tengerszint feletti magasság) viszonylatában a 23. mellékleten található grafikonok részletesen bemutatják.



30. ábra Földhasználati kategóriák területi kiterjedése a Sátor-hegyen (Saját szerkesztés)

A feldolgozott térképek és légifelvételek összesített adatai 1784-től fokozatos csökkenést mutatnak a szőlő és szántó esetében, míg a szőlőfelhagyás, a rét, és az erdő területének növekedése a jellemző. Ezt a tendenciát az 1987-es topográfiai térképi adatok törlik meg, amely a felvételezés módszeréből (generalizálás- nem parcella szintű felmérés) adódóan eltérő művelési ág megoszlást mutat. Jelentős az eltérés a „rét-legelő-gyep” és a „gyümölcsös-kert” műveléság esetén (30. ábra).

17. táblázat Földhasználati kategóriák területi kiterjedésének változása hektárban (Saját szerkesztés)

	Szőlő	Gyümölcs	Rét	Szántó	Felhagyás	Erdő	Kivett	Út
1784-1856	-12,68	20,52	-4,18	-12,68	1,07	-3,32	11,52	-0,25
1856-1955	-25,53	-18,51	0,00	-7,07	-1,14	-1,62	-6,73	-0,56
1955-1966	-0,64	0,06	-0,53	-0,29	0,72	0,46	0,00	0,24
1966-1971	-1,30	0,00	-3,22	-1,20	0,25	5,47	0,00	0,00
1971-1975	-0,88	-0,01	0,87	-0,28	4,08	-3,77	0,00	-0,01
1975-1987	-2,91	-8,49	39,15	-19,75	-0,94	-0,95	-6,13	0,01
1987-1988	-4,14	11,89	-33,13	6,85	2,38	10,03	6,13	-0,01
1988-2000	-4,55	1,22	2,88	-8,97	4,66	4,77	0,00	0,00
2000-2007	2,54	-2,13	-1,80	1,60	-0,66	0,51	-0,05	0,00

A Sátor-hegyen a vizsgált időszakok alatt a szőlőterület legnagyobb kiterjedése 1784-ben volt 84,49 ha, azonban meg kell jegyezni, hogy az úrbéri térképen nem különítik el a gyümölcsösöket, így 1856-ra a közel 13 ha-os csökkenés jelentős része a gyümölcsös kategória megjelenésének köszönhető (17. táblázat). Abaujszántón a filoxéra 1877-1881 között pusztított (Homonnay, 1995), míg Boros (1999) véleménye szerint csak később 1887-ben vált a szőlő fertőzötté. Az első rekonstrukció időszakáról sajnos nem sikerült térképi forrást szerezni, így az ez idő alatt történt változás mértékéről nem áll rendelkezésemre információ. 1955-re 26 ha szőlő terület csökkenést mutattam ki a térképek alapján, mely leginkább a 200 méter feletti északias kitettségu lejtőket érintette (23. melléklet). A lehatárolt mintaterületen a vizsgált időszakok alatt mindössze 10,9 hektárnyi területet borított "változatlanul" szőlő, amely a jelenlegi szőlőterület 32.26%-át fedi le.

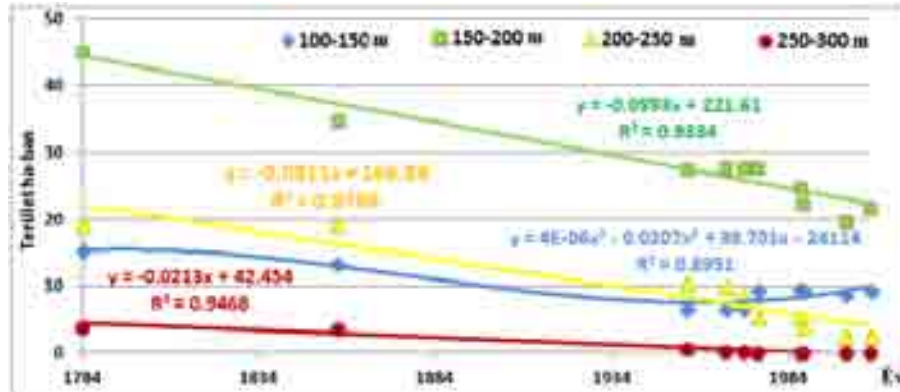
Földhasználat változás és a domborzat közti kapcsolat

Tokaj-Hegyalján a szőlőműveléshez kötődően tengerszint feletti magasság szerint Konkolyiné (1989) három zónát különített el:

- 200 m alatt, sík v. enyhe lejtővel, fagyveszélyes, kedvezőtlenebb besugárzási értékkel, nagyüzemi művelés területe;
- 200-300 m magasságban, 12-25%-os délies lejtővel, kis-és nagyüzemi ültetvények, erózió veszély, vízmosások. Sajnos ebben a zónában is már 1989-

ben jelentős parlag arányt írt le a szerző, melyet a tulajdonosok elöregedésével magyaráz.;

- 300-400 m közti zóna, nagyrészt 25%-nál meredekebb lejtővel, magas beruházási költség jellemzi, majdnem teljesen felhagyott.



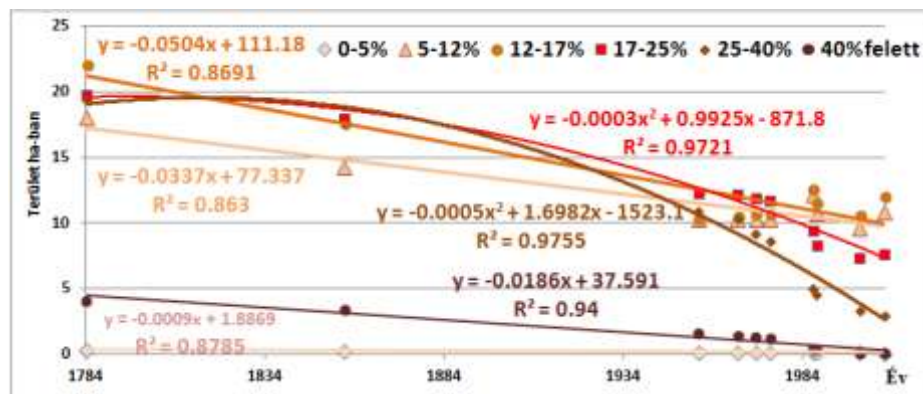
31. ábra Szőlő területi kiterjedése a különböző magassági zónákban a Sátor-hegyen a történelmi térképek alapján (Saját szerkesztés)

Megvizsgálva a magassági zónák szerinti szőlő kiterjedését megállapítható, hogy a Sátor-hegyen még a rekonstrukciós időszakokat megelőzően is főként a 200 m alatti zónában műveltek szőlőt. Hasonlóan a fent említettekhez már az 1980-as évek végére a szőlőtermelés majdnem teljesen kiszorult a 200 méternél magasabb régióból (31. ábra, 23. melléklet), azonban sokkal jelentősebb csökkenéssel számolhatunk a 150-200 m-es zónában is. A folyamatos területcsökkenés jól nyomon követhető az erős lineáris trend jellegén keresztül (rendkívül erős korreláció 250-300 m zóna $r=0,97$; 200-250 m zóna $r=0,94$; 150-200 m zóna $r=0,97$), kivételt egyedül a 100-150 m zóna képez, ahol a 70-es évekre kisebb területnövekedés volt megfigyelhető, mely azóta sem csökkent lényeges mértékben.



32. ábra Szőlő területi kiterjedése a lejtőirány szerint a Sátor-hegyen a történelmi térképek alapján (Saját szerkesztés)

Az égtáji kitértés tekintetében 2 kivételtől eltekintve lineárisan csökkenő tendencia mutatható ki (rendkívül erős korreláció mellett $>0,9$). Az É-i irányban 1856-ra egy jelentős terület (4,39 ha) szőlőművelésbe fogása következtében 3. fokú polinom írja le a változás ütemét. Továbbá az egész hegy területét tekintve nagyon kis részarányt adó DK-i irányú lejtőkön, ahol a szőlő művelés mértéke is elhanyagolhatóan kicsi (0,5 ha alatt) maradt végig az évek során, a változás szintén csak 3.fokú polinommal írható le. A hegy adottságaiból adódóan következik, hogy a szőlőművelés szintere főként a nyugatias irányú lejtők voltak, azonban ha a csökkenés mértékét figyeljük, a legkisebb arányú veszteséget a DK-i (27,09%) és a D-i (49,20%) oldal szenvedte el (32. ábra).



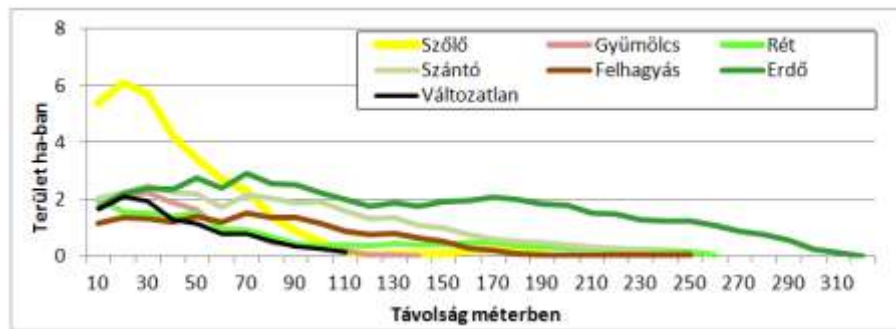
33. ábra Szőlő területi kiterjedése a lejtőmeredekség szerint a Sátor-hegyen a történelmi térképek alapján (Saját szerkesztés)

Magas determinisztikus együtthatóval jellemezhető ($R^2 > 0,8$) lineáris trend mellett, másod fokú polinommal (17-25% és 25-40%) írható le a szőlőterület csökkenése a lejtőmeredekséget nézve (33. ábra). Eltekintve a két minimális szőlőterülettel rendelkező (0-5% - 0,5 ha alatti, valamint a 40% felett - 5 ha alatti) lejtőkategóriától, a legnagyobb területi kiterjedés és a mai szőlőborítás közti legjelentősebb mértékű csökkenést a 25-40%-os lejtők területe szenvedte el (-16,5 ha, 84,7%), majd a 17-25%-os lejtők (-12,1 ha, 61,05%) következnek. A domborzati tulajdonságok együttes kapcsolatát a szőlőterület csökkenésével a SzThK szerinti értékelés alapján vizsgálom meg (4.5.4. fejezet).

Úttól való távolság és a földhasználat változás kapcsolata

Minden művelési ágnál az úttól való távolságot 0 – 320 m, 10 méteres osztásközzel (32 eset) vizsgálva, negatív irányú erős (Pearson-féle korrelációs együttható -0,76 és -0,96 között, $p < 0,01$) kapcsolat írható le. A legerősebb negatív lineáris korreláció a szántó művelési ágnál 0,96 áll fenn. Tehát az úttól távolodva egyre kevesebb szántóföld található. Azonban szembevetendő, hogy a szőlő művelési ág esetében exponenciálisan

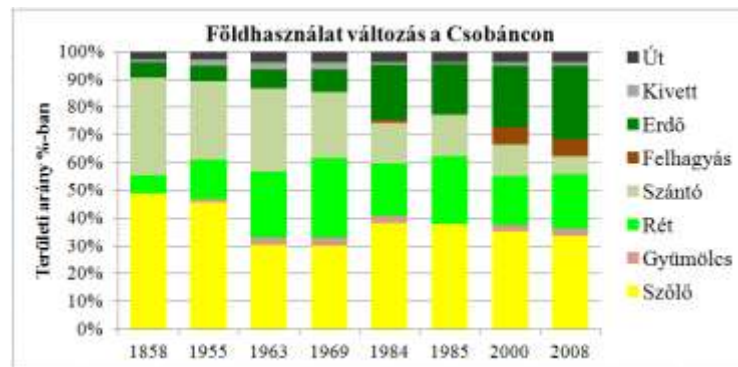
csökkenő kapcsolat van, a legtöbb művelt szőlő a központi úttól 90 méteres zónán belül található. Maximumot mind a jelenleg művelt, mind pedig a "változatlan" szőlők esetén 20-30 méteres távolságnál mutattam ki, melynek egyik oka lehet, hogy a hegyvidéki főközlekedési utak már jelenleg mélyutak, így egy kisebb bekötő úton közelíthető meg csak a telek (34. ábra). Továbbá az a tény, hogy az úthoz közel is magas az erdő és a felhagyás aránya, jelzi számunkra a terület felhagyásának mértékét is.



34. ábra Az úttól való távolság és a művelési ágak kiterjedésének kapcsolata a Sátor-hegyen (Saját szerkesztés)

4.4.2. Csobánc-hegy

A szőlő területi kiterjedésének változását a különböző domborzati tényezők (lejtőmeredekség, kitettség, tengerszint feletti magasság) viszonylatában a 24. mellékleten található grafikonok részletesen bemutatják.



35. ábra Földhasználati kategóriák területi kiterjedése a Csobáncon (Saját szerkesztés)

1858-ban gyümölcsösként mindössze 0,07 ha-t tartottak nyilván, mivel bevett gyakorlat, hogy a hegyen majdnem minden szőlőben van néhány gyümölcsfa. Az első rekonstrukció időszakáról a Csobáncon sincs térképi adatunk. Az 1951-es légi felvételt a kis felbontása miatt nem használtam fel, azonban jól látszik rajta, hogy a hegy északi oldalán a nagy kőbánya már intenzíven működik és további 3 kicsi homokbányát ekkor nyitottak meg. A bányaterület összesen 0,71 ha-os növekedést jelentett a kivett kategóriában, mely később a bánya bezárásával, gyep illetve erdő művelési ágba került

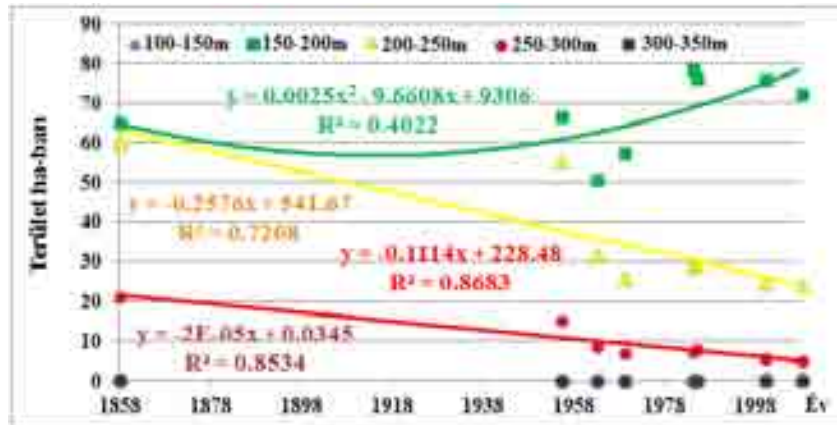
át. A 60-as években a nagyüzemi telepítés helyén szántó és rét művelési ágat jelöltek meg a kataszteri térképen, mely terület tereprendezésen esett át, és majd csak a 80-as években készült térképen szerepel ismét szőlőként a terület (24. melléklet, 35. ábra). Az 1985-ös topográfiai térképen az egy évvel korábbi légifotó alapján a gyep és az erdő művelési ágnál mutatható ki jelentősebb eltérés, továbbá a gyümölcsös együtt jelenik meg a szőlővel.

18. táblázat Földhasználati kategóriák területi kiterjedésének változása hektárban a Csobáncon (Saját szerkesztés)

	Szőlő	Gyümölcs	Rét	Szántó	Felhagyás	Erdő	Kivett	Út
1858-1955	-1.15	0.41	2.87	-2.60	0.00	-0.07	0.53	0.00
1955-1963	-5.91	0.57	3.68	0.60	0.00	0.59	0.19	0.29
1963-1969	-0.07	0.00	1.99	-2.32	0.00	0.48	-0.08	0.00
1969-1984	3.03	-0.01	-3.82	-3.50	0.58	4.25	-0.61	0.09
1984-1985	-0.04	-1.03	2.08	0.13	-0.58	-0.37	-0.08	-0.11
1985-2000	-1.03	0.81	-2.51	-1.42	2.35	1.48	0.21	0.09
2000-2008	-0.57	0.07	0.69	-1.72	-0.03	1.57	-0.01	0.01

Összességében a Sátor-hegyhez képest kisebb szőlő területcsökkenésről beszélhetünk a (-5,3 ha), mely a szőlők 30,8%-át jelentették. Valamint a Sátor-hegyhez képest nagyobb területen volt "változatlanul" művelt szőlő (26,45 ha), amely a mai szőlőterületnek a 26,06%-át teszi ki.

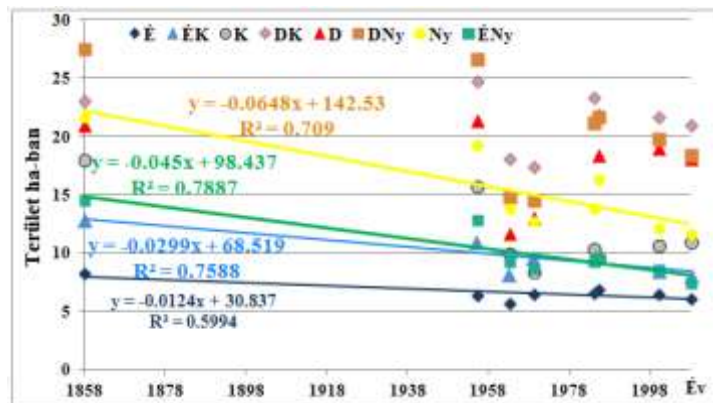
Földhasználat változás és a domborzat közti kapcsolat



36. ábra Szőlő területi kiterjedése a különböző magassági zónákban a Csobáncon a történelmi térképek alapján (Saját szerkesztés)

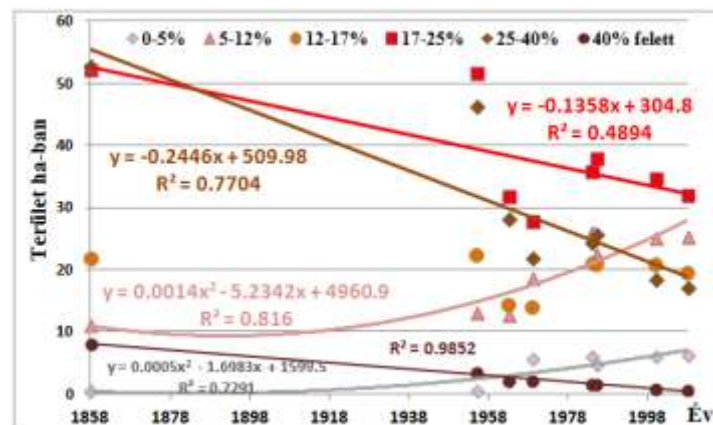
A 200 m-nél magasabb zónákban lineárisan csökkenő trend jellemző, míg 200 méter alatt szőlőterület növekedés volt tapasztalható (36. ábra). A 150-200 m-es zónában a nagyüzemi telepítés helyén a 60-as években kivágták a szőlőt, ennek következtében csak másodfokú polinommal írható le a folyamat. Amennyiben figyelmen kívül hagyjuk ezt a 2 adatot, akkor a folyamat már lineárisan növekvő lenne ($R^2=0,76$). A 100-150 m-

es zónában összesen 0,15 ha-os növekedés volt tapasztalható, amely a korábbi szintén elenyésző 0,02 ha-hoz képest 87%-os növekedést jelent ($R^2=0,74$).



37. ábra Szőlő területi kiterjedése a lejtőirány szerint a Csobáncon a történelmi térképek alapján (Saját szerkesztés)

Az északias és a nyugati lejtőknél tudtam statisztikai kapcsolatot feltárni a szőlőterület csökkenését illetően, azonban a már említett 60-as években történtek miatt a délies és a keleti lejtőknél nem tudtam ezt megtenni (37. ábra). Lényeges tény, hogy az északias lejtőkön továbbra is jellemző maradt a szőlőművelés, a három kategóriánál együttesen 13,97 ha csökkenést tapasztaltam (39,5%-os visszaesés), amely a szőlőterület legnagyobb kiterjedéséhez viszonyítva csak 9,53%-ot jelent.



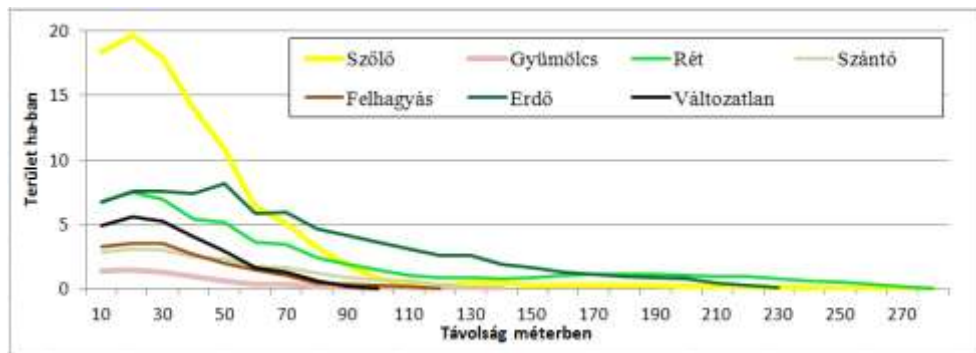
38. ábra Szőlő területi kiterjedése a lejtőmeredekség szerint a Csobáncon a történelmi térképek alapján (Saját szerkesztés)

Más bazalthegyekhez (Bokor, 1994a) hasonlóan a 60-as évekre jellemzően a meredekebb területeken már megindult a szőlők felhagyása és a teraszrendszereket pusztulni hagyták (Vajkai, 1958). A Csobánconál is kimutatható ez a folyamat, mely a 25%-nál meredekebb lejtőknél tapasztalt erős lineáris korreláció is igazol ($r=0,87$; $0,99$) (38. ábra). Mivel a 12-25%-os meredekségű területet érintette inkább a nagyüzemi telepítés, itt nem volt észlelhető statisztikai kapcsolat ($r=0,14$). Azonban a Sátor-

hegyhez hasonlóan az enyhe lejtőkön a szőlőterület kiterjedése az 50-es évektől kezdve fokozatosan megnövekedett, melyet másodfokú trenddel tudtam leírni.

Úttól való távolság és a földhasználat változás kapcsolata

Az úttól való távolságot 0 – 280 m, 10 méteres osztásközzel (28 eset) vizsgálva minden művelési ág esetén negatív irányú, közepesnél erősebb ($r=-0,77$ és $-0,98$ között, $p<0,01$) kapcsolat áll fenn a Pearson-féle korrelációval, mely itt is a szántó esetében volt a legerősebb. A jelenleg művelt és az évek során "változatlanul" maradt szőlők esetében hasonlóan a Sátor-hegyhez a maximum szintén a 20-30 méteres zónában van, és a 90 méteres zónán belül fekszik a szőlők 96,3%-a (39. ábra). Azonban a jobb minőségű földutaktól 90 méternél messzebb, egészen 260 méterig található még művelt szőlő a Csobáncon, amely már csak gyalogosan közelíthető meg, arányában 1,16%-kal több mint a Sátor-hegyen.



39. ábra Az úttól való távolság és a művelési ágak kiterjedésének kapcsolata a Csobáncon (Saját szerkesztés)

Mindkét hegy esetén a szőlőterületek fokozatos felhagyása, előrehaladott állapotban van. A lejtőszög és a szőlő területcsökkenése között erősebb szignifikáns kapcsolatot tártam fel a 17%-nál meredekebb területeken, míg az égtáji kitétségek hatása nem volt ilyen mértékű. A szőlők lecsúszása a "szoknya" területre a Csobáncon határozottabban megjelenik, míg a Sátor-hegy esetén főként a mintaterület kijelöléséből adódóan a határvonalán kívülre esett ez a zóna, így az adatokban ez nem jelent meg olyan szembetűnően.

4.5. Szőlő Termőhelyi Kataszter pontrendszerének vizsgálata

A 95/2004 (VI.3.) FVM rendeletben foglalt pontrendszer alapján két mintaterületre (Sátor-hegy, Csobánc) állítottam elő a komplex termőhelyi alkalmasságot meghatározó tényezők rétegeit, azonban a domborzat értékeléséhez egy további mintát is bevontam

(Nagy-Eged) a megfelelő felbontás meghatározása érdekében. Az (1) agrometeorológia, (3) vízgazdálkodás, (4) erózió főtenyezőkhöz kapcsolódóan nem állt kellő részletességű térképi adatforrás a rendelkezésemre, ezért ezek értékeit az egész hegy területére a legjellemzőbb konstans értékkel írtam le.

19. táblázat Alkalmazott pontértékek (Saját szerkesztés)

Tényező	Jellemző	Sátor-hegy	Csobánc	Indoklás
1. Agro-meteorológia	Téli fagykár	50	50	Hideglevegő megülésére alkalmas zárt mélyedések nincsenek a lehatárolt területen belül, közel kúp alakú hegyforma.
	Tavaszi fagykár	45	45	
3. Víz-gazdálkodás	Talajvíz mélység	5	5	Száraz, a növény által nincs elérhető közelségben a lehatárolt mintaterületen belül.
4. Erózió		7	7	A hegy egész területét tekintve nagy vonalas eróziós formák nincsenek, az árkos kimosódás a művelt parcellákban nem jellemző.

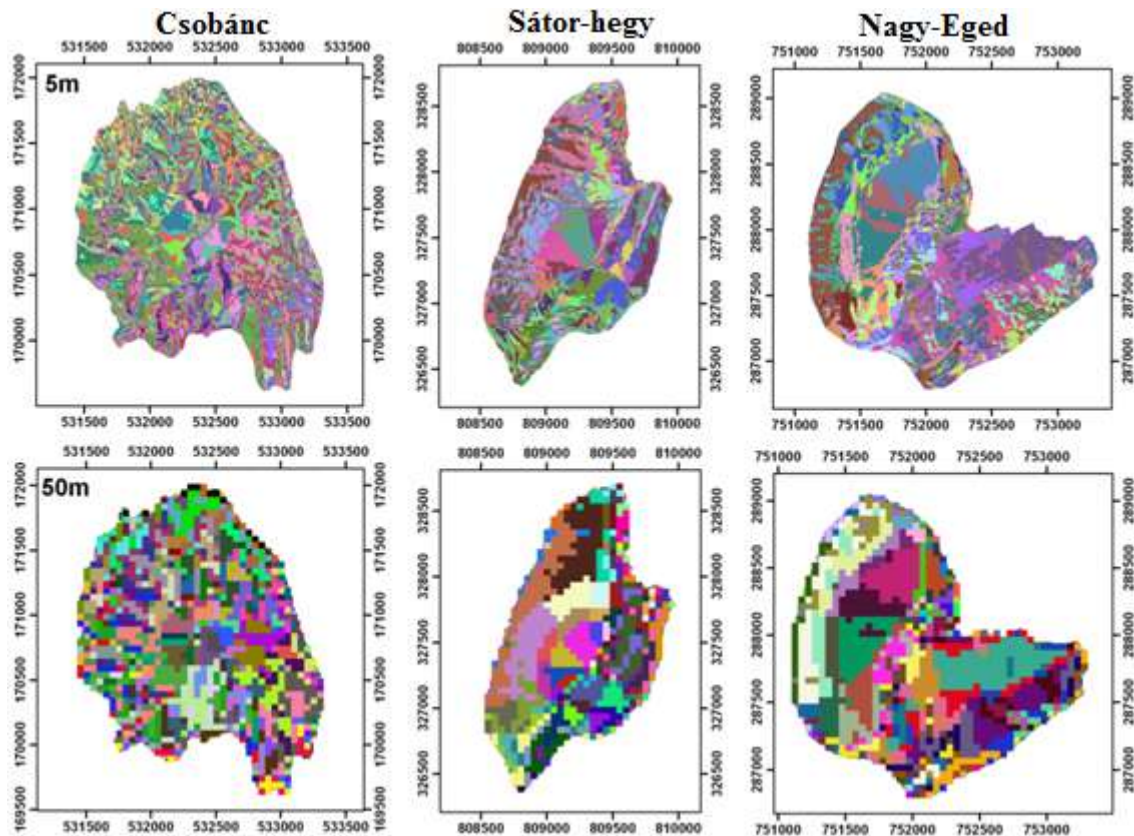
Az SzThK további 4 főtenyezőjére többlépcsős térinformatikai eljárással állítottam elő a pontértékeket bemutató térképsorozatot (25, 26, 27. melléklet), melyek közül a domborzat és a talaj témakörét az alfejezetekben részletesen mutatom be.

4.5.1. Domborzatminősítés a szőlő termőhelyi kataszter pontértékei szerint

A szőlő termőhelyi adottságait vizsgálva megállapítható, hogy a domborzat jelentős hatással van a szőlőtermés mennyiségére és minőségére, melyet a SzThK értékelési rendszerébe is beépítettek, mivel a domborzati mutatók együttesen 40%-ban határozzák meg a terület minőségi pontértékét. Ebben az alfejezetben három szőlőhegy domborzatának értékelését mutatom be a SzThK szerint adható pontértékei alapján, mely minősítési rendszer a geomorfológiában alkalmazott beosztástól eltér. Mindhárom szőlőhegyre meghatároztam a mintaterék néhány főtenyezőire adható pontértékeket, melyek közül részletesen az 5.1 tényezőre (3. ábra) adható pontszámot értékelem ki ebben az alfejezetben.

Ideális felbontás meghatározása

A pontrendszer szerint a lejtő meredekség és kitettség alapján 80 különböző csoportot jelöltek meg pontszámmal (3. ábra), amelyek hagyományos eszközökkel nehezen mérhetőek. A térinformatikai modell segítségével elvégeztem mindhárom hegyre a lejtők besorolását a 80 osztálynak megfelelően. Azért, hogy meghatározzam az ideális térképi felbontást 4 különböző pixel méretet (40. ábra, 20. táblázat) alkalmaztam.



40. ábra A lejtőbesorolás mozaikossága 5 és 50 méteres felbontásnál (5.1. tényező) (Saját szerkesztés)

Az 5 és 10 méteres pixel felbontású térképek adattartalma között nem mutatható ki jelentős különbség. Az 5 és 20 méteres felbontás között kategóriánként 0,3-1,1 terület % volt az eltérés (adatvesztés) mértéke, valamint a 80 kategóriából 3-nál mutatkozott teljes adathiány. Az 50 méteres felbontásnál már a Nagy-Eged-hegy esetén 16, a Sátor-hegyen 14, a Csobáncnál pedig 2 kategóriahiányt, illetve a megmaradó kategóriákban pedig átlagosan 0,8-2,2 terület%-nyi eltérést jelentett a teljes hegy területéhez viszonyítva. A 80 lejtőtípushoz tartozó osztályozást követően mindhárom terület esetén megvizsgáltam a legnagyobb egybefüggő homogén folt területi arányát a hegy egészéhez képest; a mindössze 1 pixelnyi területet fedő foltok arányát a foltok számához, valamint a hegy teljes területéhez képest (20. táblázat).

A Csobánc rendkívüli változatosságának köszönhetően a legnagyobb homogén folt mérete a hegy területének alig 1%-át teszi ki a felbontástól függetlenül, ugyanakkor a csupán 1 pixelt fedő homogén területek száma és aránya a felbontás csökkentésével jelentősen nő. Figyelembe véve, hogy számos hasonlóan változatos domborzatú hegy tartozik a szőlőkataszterbe, a 80 féle lejtőtípus osztályozás - mivel ez határozza meg főként a végső pontértéket - jelentősen megnehezíti a nagyobb klaszterek kialakítását.

20. táblázat Azonos kategóriába tartozó egybefüggő területek aránya pixel szám szerint a 80 lejtőkategória alapján; F: felbontás, Ö: összes pixel száma, L: legnagyobb egybefüggő terület pixel száma, A1: Ö/L arány %-ban, E: egybefüggő homogén területek darabszáma, P:1 pixelnyi területek száma, A2:E/P arány %-ban, A3: Ö/P arány %-ban (Saját szerkesztés)

80 k.	F	Ö	L	A1	E	P	A2	A3
Csobánc	5	120172	1070	0.89	8254	2873	34.81	2.39
	10	30043	264	0.88	6070	2910	47.94	9.69
	20	7511	71	0.95	2215	1161	52.42	15.46
	50	1201	19	1.58	572	338	59.09	28.14
Sátor	5	76968	2346	3.05	3380	1213	35.89	1.58
	10	19242	553	2.87	2392	1165	48.70	6.05
	20	4788	284	5.93	767	377	49.15	7.87
	50	771	64	8.30	209	117	55.98	15.18
Eged	5	114174	7520	6.59	3899	1365	35.01	1.20
	10	28451	1867	6.56	2882	1336	46.36	4.70
	20	7120	528	7.41	995	484	48.64	6.80
	50	1144	94	8.22	302	154	50.99	13.46

A nagyobb felszíni egyenetlenségtől viszonylag mentes Nagy-Egednél és a Sátor-hegynél a felbontás csökkenésével az 1 pixeles foltok aránya nem növekedett olyan mértékben, mint a Csobáncnál, illetve a legnagyobb homogén folt kiterjedése is nagyobb mértékben gyarapodott. Az eltérő habitus ellenére mindhárom hegy esetén hasonló arányú lett a mindössze 1 pixelnyi homogén lejtők aránya az összes homogén folt számához képest, a felbontás csökkentésével a 30% körüli értékről 50% felé emelkedett.

Ezek alapján kijelenthető, hogy a felbontás csökkentésével megnő az 1 pixelt fedő homogén foltok száma, és a legnagyobb homogén foltok mérete, tehát a közepes méretű foltok vagy egy nagyobb folt részévé válnak, vagy 1 pixel méretűre „zsugorodnak”. Kisebb felbontás esetén már nem tud érvényesülni mind a 80 kategória, elsimulnak a különbségek, tehát, hogy a legnagyobb térbeli és kategórián belüli pontosságot biztosítani tudjuk minimum 5 vagy 10 méteres pixelfelbontás az ajánlott.

Elvégeztem a vizsgálatot kevesebb osztállyal is (16 helyett 8 lejtőirányt alkalmazva), így 40 különböző lejtőtípust különböztethetünk meg. A 21. táblázat összehasonlító adatai alapján tagoltabb domborzat (Csobánc) esetén a 40 lejtőtípus legnagyobb foltjainak a hegy teljes területéhez viszonyítva nagyon minimális volt a javulása (1%-nál kisebb). Az 1 pixeles foltok számbeli és területi aránya az 5 méteres felbontás esetén minimálisan javult a Csobáncban, míg a Nagy-Eged esetén 5 és 10 méternél is. A Nagy-Egednél csökkent a legnagyobb kiterjedésű folt területi aránya minden felbontásnál.

21. táblázat A 40 és a 80 osztályból álló lejtőértékelés arányszámainak összehasonlítása (A1: összes pixel száma / legnagyobb egybefüggő terület pixel számának aránya %-ban, A2: egybefüggő homogén területek darabszáma / 1 pixelnyi területek számának aránya %-ban, A3: összes pixel száma / 1 pixelnyi területek számának aránya %-ban Saját szerkesztés)

	Felbontás	Különbség %-ban		
		A1	A2	A3
Csobánc	5	0.7	-1.34	-0.05
	10	0.32	3.22	0.14
	20	0.55	10.05	8.19
	50	-0.5	13.59	17.49
Sátor	5	5.21	7.02	-0.18
	10	5.21	3.16	-1.63
	20	-0.9	7.87	2.99
	50	2.85	13.46	10.76
Eged	5	-1.19	-5.94	-0.68
	10	-0.81	-6.29	-2.14
	20	-1.96	4.84	2.16
	50	-2.98	15.51	9.62

Azaz a 40 osztály alkalmazásánál, néhány esetben kevésbé szélsőséges a foltok mérete szerinti elkülönülés – kevesebbnek adódik mind az 1 pixeles foltok száma, mind pedig a legnagyobb foltok mérete is. A két osztályozás (40 vagy 80 kategória) között nem volt olyan jelentős mértékű különbség kimutatható, hogy indokolt lenne a jóval részletesebb osztályozás alkalmazása az 5 és 10 méteres felbontás esetén. A fenti értékelés alátámasztotta azt a hipotézist, hogy térinformatikai domborzatmodellezés alapján a jelenlegi 80 kategória helyett, már 40 kategóriával is hasonló adatbiztonságot lehet elérni, azaz a besorolás minősége nem romlik.

Az összpontszámot leginkább meghatározó 5.1. tényező alapján a térinformatikai rendszerben való feldolgozásnál az ideális felbontás mértéke 5 és 10 m, amely esetében még értelmezhető a jogszabályban meghatározott 80 lejtőtípus. A 20 és az 50 méteres felbontás már kategória veszteséggel járó adathiány jelenthet, továbbá a mozaikosnak mondható területek változatossága sem csökken a kisebb felbontásnál. Vizsgálataim alapján, megállapítható, hogy térinformatikai szempontból nem indokolt 80 lejtőtípus megkülönböztetése, elegendő 40 kategória, mert nincs jelentős eltérés a két mérés eredményei között 5 és 10 méteres felbontás mellett.

A besugárzás hatása az lejtőviszony (5.1) tényezőn belül

Mivel ebben rendszerben az agrometeorológiai főtényezőben nem kapott szerepet a besugárzási érték, így feltételezem, hogy ezen a lejtőparaméteren keresztül jelenik meg a kataszterben. A matematikai úton kiszámolt, normál eloszlású pontértékek (3. ábra) következtében a lejtésszög és égtáji kitettség pontértékei esetében néhol az északias lejtők pontszáma meghaladja a délies lejtők pontszámát. Vegyük például az ÉÉNy-i 13-

20%-os lejtőt, melynek pontértéke (33) jóval magasabb a délies 30%-nál meredekebb lejtőknél, ugyanakkor a lejtőre érkező besugárzási értékek ennek ellentmondanak.

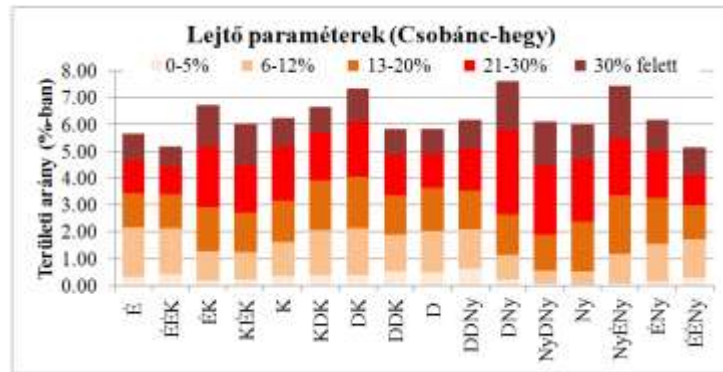
A 3 mintaterületen elkészítettem a szőlő vegetációs időszakára április 10 - október 10 (Brazsil, 2001) vonatkozó teljes szoláris radiáció térképét, melyet összevettem az 5.1 tényező szerint adható pontértékkel és a korreláció mértéke közepesnek bizonyult (Nagy-Eged $r= 0,44$; Sátor-hegy $r= 0,62$; Csobánc $r= 0,61$; $p<0,01$). A vizsgálatot elvégeztem a Nagy-Eged-hegy délies művelt parcelláinak kivágatára is, mely a mintaterületek közül a leghomogénebb felszínformák tekintetében, és a korreláció így gyengébbnek (0,37) bizonyult. Mind a négy esetben a lejtőpontértékre nézve a lejtőmeredekség volt a meghatározó a regressziós elemzés alapján, míg a kitettség hatása jóval kisebb. A lejtőmeredekség 31-68%-ban magyarázza a lejtőpontoszámot, míg a lejtőkitettség csak 5-24%-ban, mely az 5.1 tényező pontszámítási módszeréből is következik.

Az eredmények alapján, minél homogénebb egy lejtő, annál határozottabban jelenik meg a lejtő meredeksége és iránya a végső pontértékben, ezzel egy időben a besugárzási értékek annál kisebb mértékben magyarázzák az 5.1 lejtőtényezőt. Tehát az 5.1 lejtőparaméter a besugárzási értékeknek csak részben felel meg. Mivel a lejtő meredekség a kitettséghez képest nagyobb mértékben magyarázza a végeredményt, valószínűsíthető, hogy a művelési nehézségek súlyozott szerephez jutnak ebben a tényezőben. A lejtős területek hátrányai közé tartozik, hogy művelése nehezebb. Laposa József (1988) számításai szerint akár 50%-kal is drágább lehet a termelés, mint a síkterületen.

A domborzat értékelése a lejtőtípusok szerint

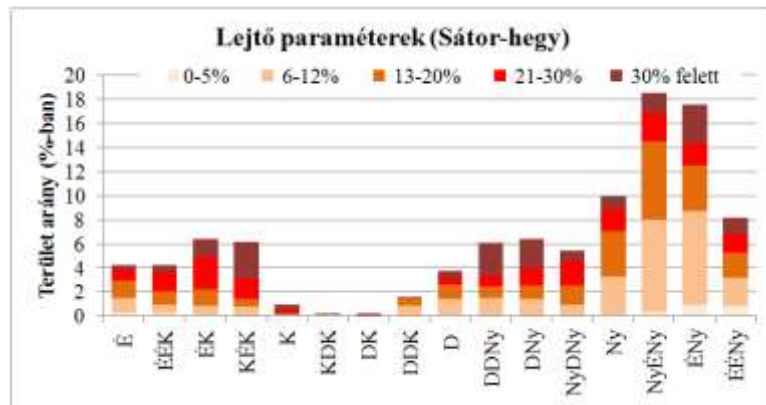
A továbbiakban a legnagyobb adattartalmú (80 osztály) 5 méteres felbontású rétegeket elemzem ki. A Csobáncon a különböző lejtőparaméterekkel jellemezhető foltok összesített kiterjedését tekintve hasonló területi részarányt képviselnek, mely egyrészt a hegy közel szabályos vulkáni kúp formájának köszönhető. A grafikonon (41. ábra) látható, hogy az összesített adatok alapján a különböző meredekségű lejtők hasonló nagyságú területet foglalnak el minden égtáj irányában. A maximum érték a DNy-i 21-30%-os lejtőknél mérhető (3,12% területi arány), míg a minimum a Ny-i 0-5%-os lejtőknél (0,06% területi arány). A foltok térbeli elhelyezkedése Csobáncon, a

másik két hegyhez képest, mozaikosabb képet mutat, ennek ellenére a foltok átlagos mérete 0,25 terület% körül van mindhárom helyen.

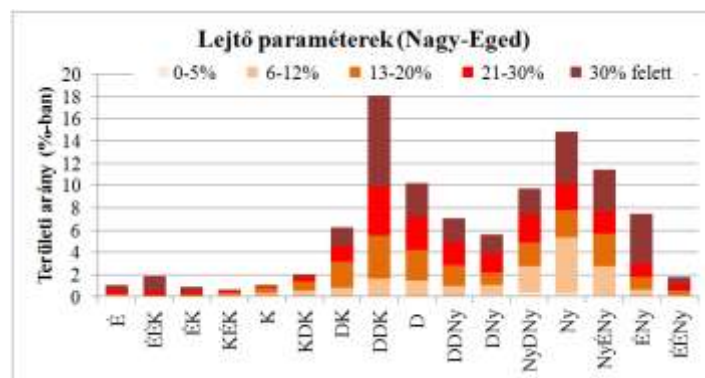


41. ábra A Csobánc-hegy lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban a szőlőkataszter kategóriáinak megfelelően (Saját szerkesztés)

A Sátor-hegyen az ÉNy-i és a NyÉNy-i 6-12%-os lejtők (7,78% ill. 7,6%) foglalják el a legnagyobb területét a hegynek, ezzel ellentétben a KDK és DK-i lejtők együttes aránya nem éri el az 1 terület%-ot sem, mely a hegy gerincének irányából következik.



42. ábra A Sátor-hegy lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban a szőlőkataszter kategóriáinak megfelelően (Saját szerkesztés)



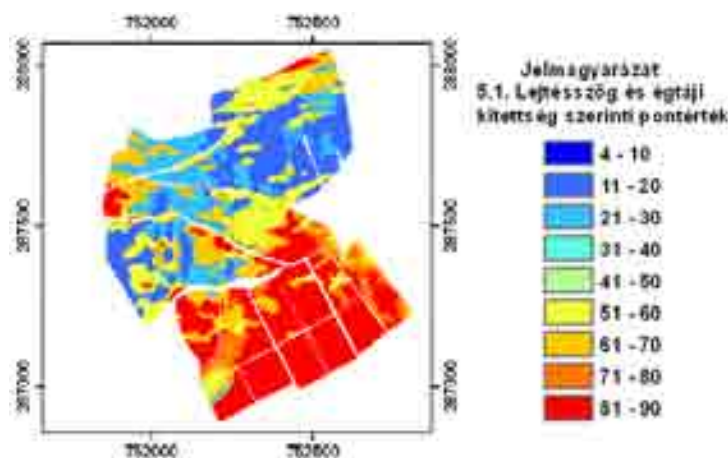
43. ábra A Nagy-Eged lejtő tulajdonságainak területi aránya %-ban a szőlőkataszter kategóriáinak megfelelően (Saját szerkesztés)

A Nagy-Egeden a DDK-i 30%-nál meredekebb lejtők (8,22%) képviseltetik magukat a legnagyobb területen, mely egyrészt a jelenleg is művelt szőlőterületek színhelye.

Az összesített pontszámok alapján a Nagy-Eged kapta a legjobb pontértékeket a három hegy közül (25. melléklet, 22. táblázat). Magas a legjobb pontszámmal (60-90 pont) rendelkező lejtők aránya (35,9%), azonban jelentős az alacsony pontszámmal (4-30 pont) rendelkező lejtők területi kiterjedése (39,54%) is, még a kiváló minőséget termő délies művelt területeken is (44. ábra).

22. táblázat A SzThK lejtésszög és égtáji kitettség (5.1 tényező) szerint adható pontértékek területi megoszlása a mintaterületeken (Saját szerkesztés)

Pontérték	Területi arány %-ban				Összesített pontértékek		
	Csobánc	Sátor-hegy	Nagy-Eged		Csobánc	Sátor-hegy	Nagy-Eged
4 - 10	10,48	13,26	11,42	Össz	5145312	319447	5250879
10 - 20	14,67	13,24	20,46	átlag	42,81	41,50	45,99
20 - 30	11,18	10,89	7,66	medián	40	42	50
30 - 40	15,48	11,98	5,71	szórás	24,59	23,63	26,58
40 - 50	9,93	14,96	5,02	min	4	4	4
50 - 60	12,82	15,80	13,83	max	90	90	90
60 - 70	8,62	8,40	13,86				
70 - 80	6,97	3,69	8,70				
80 - 90	9,84	7,77	13,34				
	100,00	100,00	100,00				

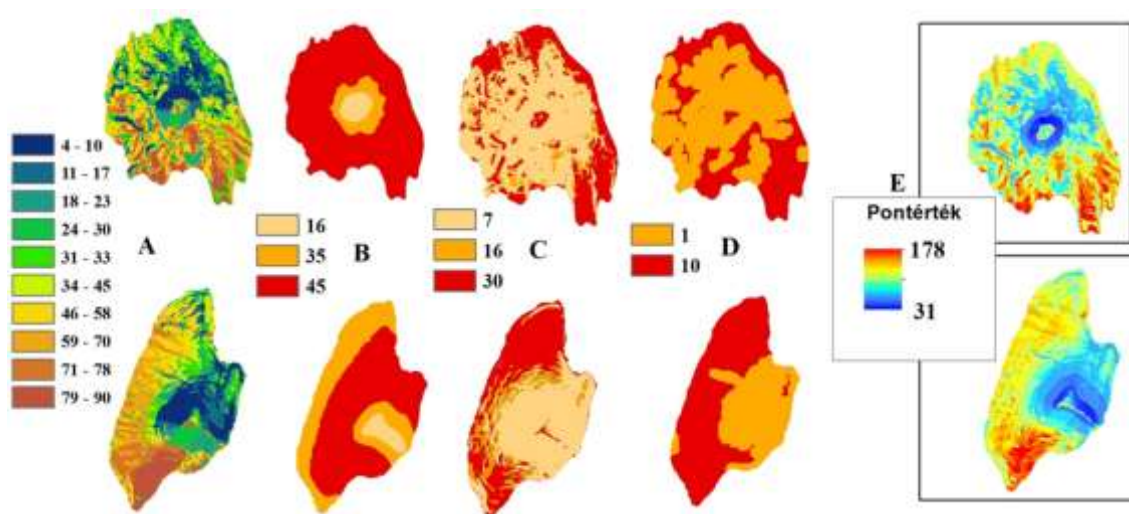


44. ábra A Nagy-Eged délies művelt szőlőparcelláinak pontértékei 5.1 tényező szerint (Saját szerkesztés)

A (5) terepviszony tényező meghatározása

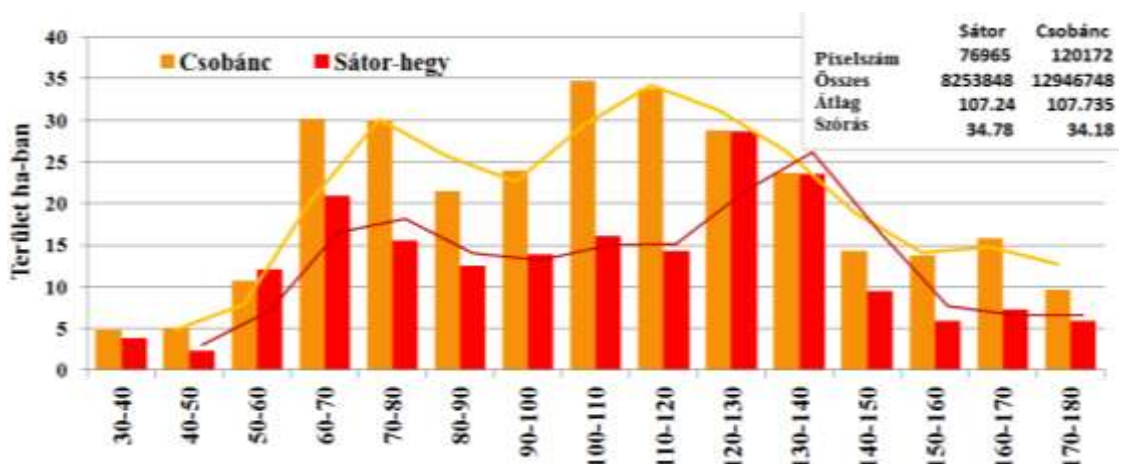
A főtényező meghatározásához az alapot az 1:10000 topográfiai térképek, valamint az (5.4) erdőközelség és (5.5) beépítettség esetén pedig a 0,5 m pixelfelbontású ortofotó jelentette. A terepfelszín (5.3) (45/C ábra) értékeléséhez 3 szempontot kellett figyelembe venni: 1. a terület teraszírozást igényel, 2. tereprendezéssel alkalmassá tehető, 3. egyenletes, egyirányú lejtő, teraszírozást nem igényel. Mivel 12% feletti meredekségnél javasolt a terasz kialakítása (Molnár, 1983; Thyll, 1992), a 2.

szempontnál a 12-17% közötti, míg az 1-nél a 17%-nál meredekebb lejtőket válogattam le. A 3. szempontnál az egyenletes egyirányú lejtő is feltétel volt, így a 12%-nál enyhébb lejtők térbeli kiterjedését is meghatároztam és a 0,5 ha-nál - átlagos birtok méret (Sidlovits, 2008) - nagyobb kiterjedésű foltokat jelöltem ki, amely nem felelt meg ennek a kitételnek az előző csoportba soroltam át. A 0,5 ha-nál nagyobb erdő és a felépítmény hátrányos közelségét 50 méterben határoztam meg (45/D ábra). A beépítettség fokának meghatározása 100 ha területű pufferzónák egybemetszésével történt és mindkét hegy esetében a teljes hegyterületre egyformán 3 pontszámot kaptam, melyet a fentebb bemutatott rétegekhez adtam.



45. ábra A terepviszony pontértékének meghatározása a Csobáncon és a Sátor-hegyen A.)lejtőszög és égtáji kitételtség, B.)tengerszint feletti magasság, C.) terepfelszín, D.)erdő közelsége (Saját szerkesztés)

A lejtő értékelésnél látható adottságbeli különbségek (41, 42. ábra, 22. táblázat) ellenére az 5. tényező pontszáma mindkét hegy esetében hasonlóan alakult (46. ábra).



46. ábra A (5) terepviszony pontértékének histogramja (Saját szerkesztés)

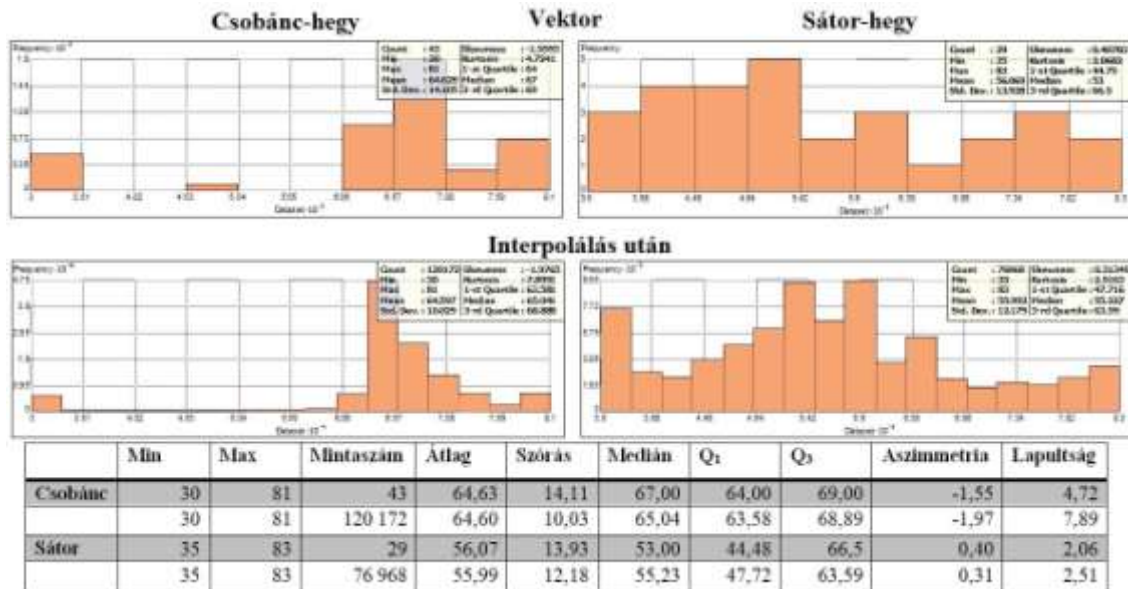
Megvizsgáltam a statisztikai kapcsolat erősségét a lejtő (5.1), valamint a terepviszony (5) és a termőhely értékelő összesített pontszám között. A regressziós vizsgálat alapján a lejtőtulajdonság a terepviszony pontszámokat több mint 70%-ban (Sátor-hegy $r=0,90$ Csobánc $r=0,87$; $p<0,01$), míg a termőhelyi összpontszámot több mint 50%-ban (Sátor-hegy $r=0,84$ Csobánc $r=0,74$) határozza meg. Az SzThK rendszer bemutatásánál a részletezett pontarányok alapján ez az érték 49% és 22,5% volt, mely jelentős különbségnek számít. Véleményem szerint ez a túlreprezentáltság a többi tényező nagyfokú homogenitásának és az adható pontértékek kis varianciájának köszönhető.

4.5.2. A talaj tényező pontértékének meghatározása

A jogszabályban meghatározott analóg hagyományos értékelési rendszer szerint előállítottam a talaj (2, 3, 4 főtenyező) értékszám rétegeket Sátor és Csobánc-hegyekre a Kreybig, valamint a Géczy talajtérképek (1:25000), illetve a földtani térkép (1:100000) adatai alapján. A Géczy-féle térképeknél nehézséget jelent, hogy az erdőterületre nem ad elegendő információt. A vektoros rétegekkel végzett műveletsor eredményeként egy meglehetősen mozaikos, éles határral rendelkező eredményt kaptam. Mivel az elsődleges eredményt 10 alkategória (2,3,4 főtenyezők együttesen) pontértékeinek összesítéséből nyertem, az adatok szórása ennek megfelelően tükrözi ezt "szaggatottságot" (QQ plot 26. melléklet). A természetben a különböző talajtani tulajdonságok nem rendelkeznek olyan éles határral, mint ahogyan ez a vektoros eredménytérképen látható. Tudományos szempontból indokolt lenne minden altényező rétegén elvégezni egy "simító" geostatistikai alapú interpolációt (Gauss, kovariancia alapú, szférikus modell), hogy a térbeli folytonosságot biztosítsuk, azonban ez az altényezőknél adható pontértékek között lévő jelentős különbséget is elsimítaná, így az összpontszámot számottevő mértékben torzítaná (pl.: termőréteg vastagsága: 0 vagy 10 pont; vízgazdálkodás: 0,1,4,6, vagy 10 pont). Azért, hogy megtartsam a pontrendszer sajátosságait és a tudományos elveket is, csak a vektoros eredménytérképen végeztem el poligon alapú interpolációt az azonos értékű poligonok összevonását követően. A kiinduló mintaszám (multi-poligon) 43 és 29 volt (47. ábra).

A standardizált RMS értéke mindkét esetben megközelítette az 1-et (Csobánc 0,78, Sátor 0,89), tehát elfogadhatom az eredményt. Az interpolálás után tapasztalható volt a főbb leíró statisztikai értékek eltolódása - a szélső értékek aránya kissé megnőtt, a köztes értékek jobban közelítenek a normáleloszláshoz, de lényeges eltérést az adatok

eloszlásában nem eredményezett, tehát elfogadhatónak ítélem az eredményt. A pontszámokat tekintve a Sátor-hegy minimuma és maximuma kissé magasabb ugyan a Csobánc értékeinél, azonban az átlag és a kvartilisek alapján összességében kissé alacsonyabb minősítést ért el a talajtényezőt tekintve (47. ábra).



47. ábra Talajtényező vektoros és a raszteres eredménytérképeinek hisztogramja (Saját szerkesztés)

Megvizsgáltam az összesített talaj pontszám és a termőhelyi összpontszám közti statisztikai kapcsolatot, mely alapján a Sátor-hegynél 32%-ban, míg a Csobánc esetében csak 0,9%-ban határozza meg a végső eredményt. A Csobánc esetén tapasztalt minimális hatás annak is köszönhető, hogy a domborzat változatossága meghatározóbb, mint a Sátor-hegynél.

4.5.3. A szőlőhegyek értékelése az összesített pontszámok alapján

23. táblázat Ö: összes pixel szám, L: legnagyobb egybefüggő terület pixel száma, A1: Ö/L arány %-ban, E: egybefüggő homogén területek darabszáma, P: 1 pixelnyi területek száma, A2: E/P arány %-ban, A3: Ö/P arány %-ban (Saját szerkesztés)

	Ö	L	A1	E	P	A2	A3
Csobánc	120 172	675	0,56	19 587	8 944	45,66	7,44
Sátor-hegy	76 968	310	0,41	13 671	5 929	43,36	7,70

A modellezett tényezőtérképek matematikai összevonása után a termőhely alkalmassági térkép meglehetősen mozaikos lett (27. melléklet/E ábra), mely a domborzati tényező mintázatából eredeztethető leginkább. Az egybefüggő homogén foltok száma rendkívül nagy, melynek a közel 45%-át az 1 pixel méretűek adják, míg a legnagyobb homogén folt területi aránya az 1 terület%-ot sem közelíti meg (23. táblázat). Az általam számított pontértékeken túl feltüntettem tájékoztató jelleggel a

hegyközségben jelenleg alkalmazott ökotóphatárokat és azok pontértékeit (27. melléklet/E ábra). Ez az adatbázis a művelt szőlőparcellák értékelésére törekszik, így nem a természetes tényezők változásának határvonalát követik, hanem a parcellákét. Mindkét hegynél 5-5 ökotóp által fedett területre mutatom be az általam számított értékeket, melyek tájékoztató jellegűek (24. táblázat). Itt meg kell jegyezni, hogy a Csobáncnál több ökotóp a vizsgálati terület határvonalán is túl terjed.

24. táblázat A szőlő termőhelyi kataszteri ökotópon pontértékei és az általuk fedett területre jellemző összesített eredmények (Saját szerkesztés)

Ökotóp pontszám	Min	Max	Szórás	Átlag
Csobánc	160.00	368.00	37.15	276.34
304	215.63	344.09	28.32	265.31
273	222.97	347.51	27.40	273.35
315	225.08	368.00	33.92	304.73
304	232.17	348.35	27.85	279.95
326	160.01	358.07	33.17	275.15
Sátor-hegy	160.00	358.00	43.84	254.09
360	220.03	355.58	28.82	318.87
299	206.09	354.95	36.11	267.36
285	213.74	355.12	33.24	293.91
287	206.20	358.65	33.88	277.49
338	205.78	344.91	32.69	290.54

A területi különbségek jobb áttekinthetőségét és az esetleges zónák kijelölését a Voronoi diagram alkalmazásával oldottam meg (27. melléklet/F ábra), mely euklideszi távolságon alapuló sokszög cellákat alakít ki (Szabó et al., 2007). A vizsgálat során az 1000 m² alatti foltokat figyelmen kívül hagytam. A cellák határvonalán belül az általuk lefedett terület átlagpontszámát jelenítettem meg.

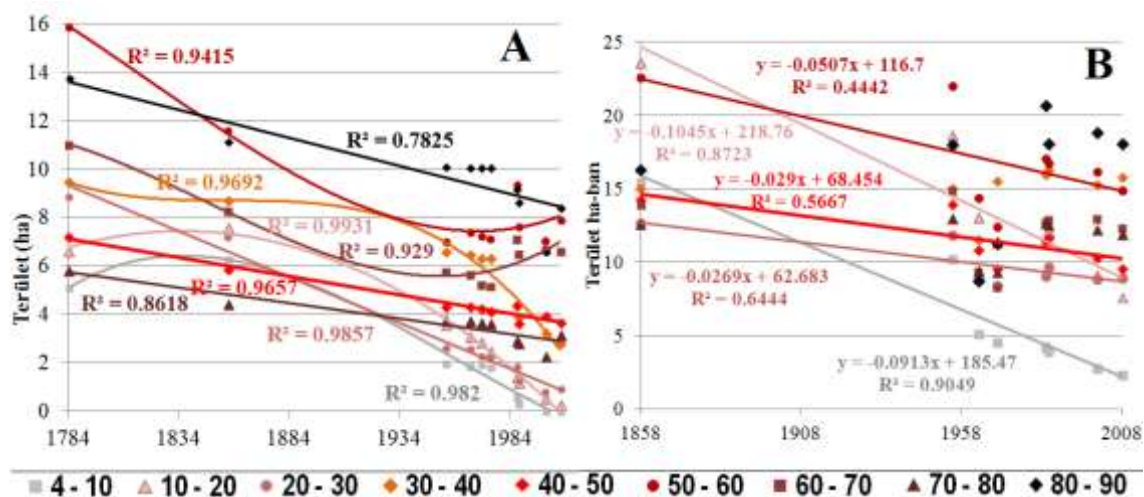
4.5.4. A földhasználat változás és a tényezők pontértékeinek kapcsolata

Megvizsgáltam a művelt szőlők területi kiterjedésének időbeli változását és a SzThk pontrendszer alapján adható összpontértékek kapcsolatát. Mivel a lejtő a domináns pontmeghatározó tényező, és a szőlő termésmennyisége és minősége jórészt a lejtőtulajdonságok hatásaiból (lejtőszög - közvetlen besugárzás) erednek, ezt külön is értékelem.

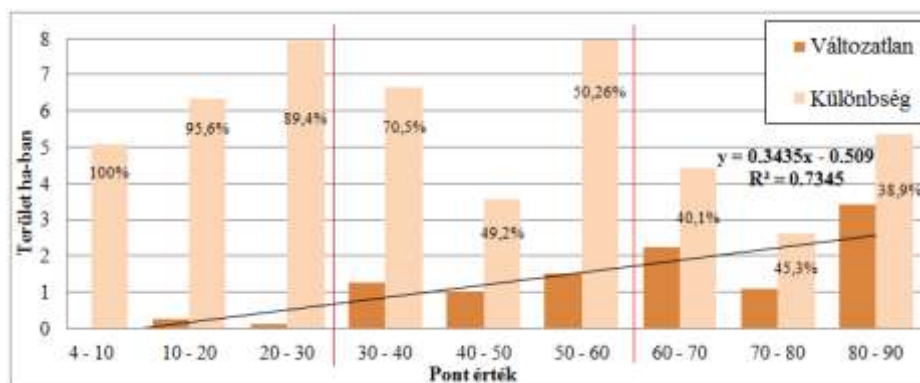
Szőlőkataszter 5.1 tényezője alapján történő értékelés

A Sátor-hegyen a szőlő területi kiterjedése minden szőlőkataszter szerinti lejtőtípus esetén fokozatos csökkenést mutat, azonban a közelmúltban főleg a magasabb pontértékkel (60-90 pont) jellemezhető lejtőkön enyhe növekedés mutatható ki (48. ábra). Minden minőségi csoport és a szőlő kiterjedése között erős statisztikai kapcsolat

($R^2 > 0,7$) áll fenn, melyből 5 eset harmadfokú polinommal írható le. Az alacsony pontértékű lejtőknel a trendvonal esése jelentős. A Csobánc esetében a kapcsolat erőssége közepesnek, illetve a regressziós görbével nem ábrázolt minőségi kategóriák esetében pedig rendkívül gyengének bizonyult, mely annak is köszönhető, hogy a déli lejtőn szántóként és rétként volt a kataszteri térképen megjelölve a nagyüzemi telepítésre előkészített jelentős méretű terület. Két esetben a 4-10 és 10-20 pontszámú lejtőknel volt erős negatív irányú lineáris regresszió.



48. ábra Szőlő területváltozása a vizsgált időszakokban és a szőlőkataszter szerint adható lejtő pontértékeinek kapcsolata a Sátor-hegyen (A); Csobánccon (B) (Saját szerkesztés)



49. ábra A vizsgált időszakok alatt "változatlanul" szőlőborítású terület nagysága, illetve a művelési ág terület változásának mértéke a 1784-2007 között az SzThk szerint adható lejtő pontértékeinek függvényében a Sátor-hegyen. A feltüntetett %-os adat a legnagyobb kiterjedés és a jelenlegi szőlőborítás arányát mutatja. (Saját szerkesztés)

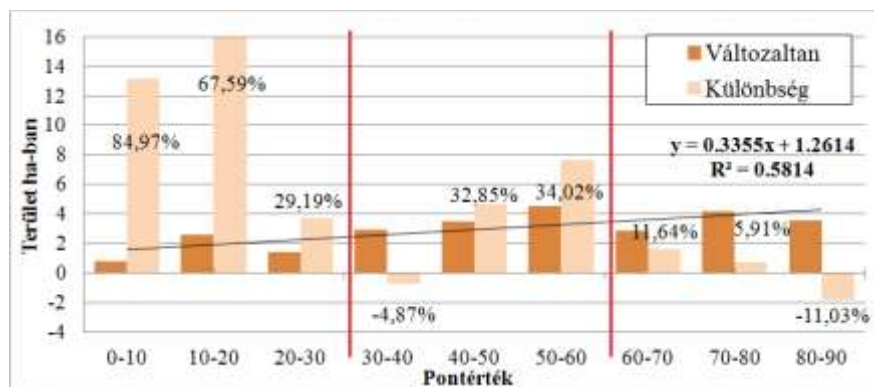
Megvizsgáltam a legnagyobb kiterjedésű (1784) és a jelenlegi művelt szőlők közti terület különbséget, valamint az évek során "változatlanul" művelés alatt álló szőlő területét a lejtők minőségi pontértékei szempontjából. A legnagyobb arányú szőlőterület csökkenés a Sátor-hegyen főleg a támfalakkal ellátott 30 pont alatti lejtőket érintette (-19,4 ha; átlagosan 95%-os csökkenés), míg a közepes (-18,2 ha, átlag 57%-os) és a

magas (-12,4 ha, átlag 41%-os) pontértékű szőlő terület csökkenése kisebb mértékű volt (49. ábra).

Az évek alatt változatlanul szőlőborítású területek és a szőlőkataszter szerint adható lejtő pontérték között erős korreláció mérhető ($r=0,86$), tehát a domborzat szempontjából kiváló lejtők a későbbiekben is nagyobb valószínűséggel maradnak művelés alatt. A korreláció erősségét gyengíti a 70-80 pontértékű lejtőknél tapasztalható kis részarány, mely annak köszönhető, hogy a hegy teljes területéből is nagyon kicsi, 3,69%-os ezen kategóriájú lejtők kiterjedése (42. ábra, 25. melléklet).

A Csobáncnál 1858 óta szintén a 30 pont alatti lejtőknél jelentős mértékű a szőlőterület csökkenése, azonban a közepes és a magas pontszámú lejtőknél ez az arány 35% alatt maradt, sőt 2 esetben még növekedett is a szőlőborítás mértéke (50. ábra). A kismértékű csökkenés, és ez a növekedés a déli lejtők nagyüzemi telepítésének a hatását tükrözi. A "változatlanul" szőlőborítású területek és a lejtő pontérték közötti kapcsolat közepesen erős ($r=0,76$).

A minőségi szőlőtermelés szempontjából a legjobb termőhelyi kategóriák arányának növekedése a kívánatos. Ugyanakkor, ha a szőlőtermelés szociális hatásait is figyelembe vesszük a szőlőtermő régióknál a helyben élő lakosság a szőlőtermesztési kultúra iránt fennmaradó érdeklődését is jelezheti ez a tendencia. Ez utóbbi különösen akkor válik fontossá, ha figyelembe vesszük a szőlőművelő társadalmi rétegek erős előregedését. A fentiek alapján a minőségi szőlőelállítás szempontjából a Sátor-hegy, míg a földhasználati-társadalmi szempontok alapján a Csobánc bizonyult kedvezőbb helyzetűnek.



50. ábra A vizsgált időszak alatt "változatlanul" szőlőborítású terület nagysága, illetve a művelési ág területváltozásának mértéke 1858-2008 között a szőlőkataszter szerint adható lejtő pontértékeinek függvényében a Csobáncban. A feltüntetett %-os adat a legnagyobb kiterjedés és a jelenlegi szőlőborítás arányát mutatja. (Saját szerkesztés)

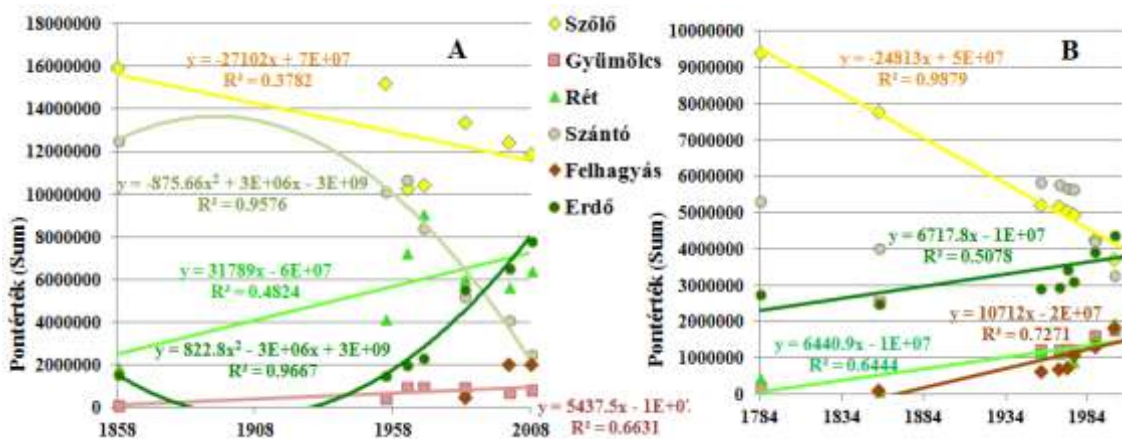
Művelési ágak és a Szőlő Termőhelyi Kataszter összpontszáma közti kapcsolat

25. táblázat A művelési ágak által fedett terület átlagpontszáma az évek során (Saját szerkesztés)

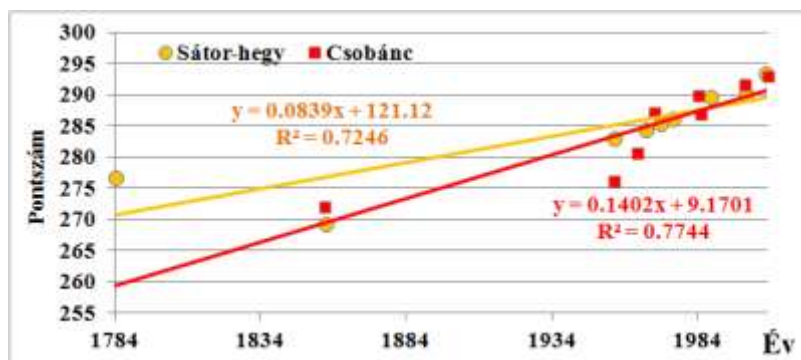
Csobánc	Szőlő	Gyümölcs	Rét	Szántó	Felhagyás	Erdő
1858	272.06	248.85	235.46	295.65		240.96
1955	276.2	298.03	248.43	297.56		236.98
1963	280.67	283.38	253.71	295.52		241.7
1969	287.21	283.38	260.23	291.24		240.69
1984	289.86	281.72	268.06	293.72	274.06	239.92
2000	291.59	286.27	266.72	298.72	273.43	245.23
2008	292.96	291.64	273.09	302.99	277.09	246.52
Sátor-hegy	Szőlő	Gyümölcs	Rét	Szántó	Felhagyás	Erdő
1784	276.67	280.91	233.05	274.30		197.59
1856	269.57	281.88	298.50	280.13	282.91	196.46
1955	283.12	298.01	245.38	277.84	236.88	199.79
1966	284.63	298.09	244.93	277.12	236.84	200.40
1971	285.77	298.09	255.53	278.19	242.31	202.88
1975	286.77	298.09	251.91	278.06	236.42	201.71
1988	289.76	297.68	260.79	279.45	252.71	206.04
2000	290.50	299.63	274.56	281.03	259.62	207.90
2007	294.41	299.27	264.64	282.89	258.89	208.40

Véleményem szerint a végbement folyamatokat legjobban minden művelési ágra az átlag értékek és az összesített pontértékek együttesen írják le, melyek jól illusztrálják a terület változási arányokat is. A legmagasabb átlag pontértékkel a szántó, szőlő és gyümölcs művelési ágak rendelkeznek. Feltűnő, hogy minden művelési ágnál az átlagpontértékben növekedés figyelhető meg (25. táblázat). A szőlőnél ez a javulás terület csökkenéssel történt egyidőben, addig az erdőnél, rétnél ez területnövekedéssel is együttjárt.

Az SzThK alapján adható pontértékek művelési ágak szerinti összpontszáma a szőlőnél volt a legmagasabb az évek során, azonban a szórás is itt a legnagyobb (Sátor-hegy 42,01, Csobánc 33,83) (51. ábra). A Csobáncon az erdőterület összpontszámának növekedése jelentősebb volt, mint a Sátor-hegyen. Továbbá a már említett nagyüzemi telepítések következtében a Csobáncon a szőlő terület változása és az összpontszám között gyenge korrelációt kaptam.



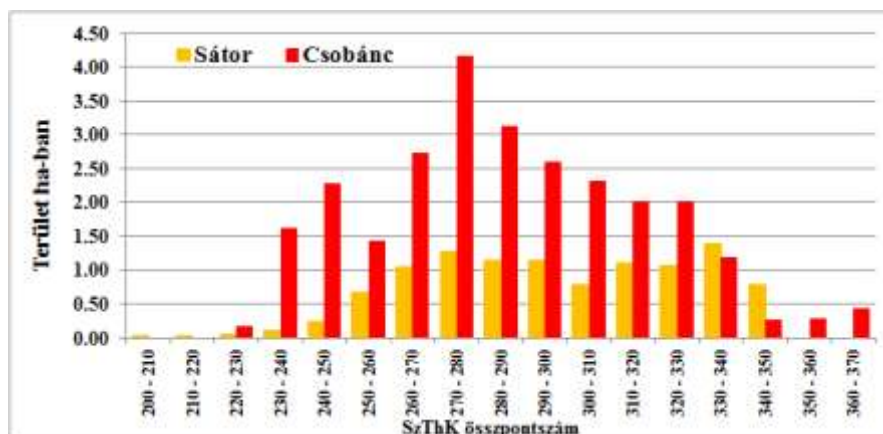
51. ábra Művelési áganként összesített SzThK pontértékek a Csobáncon (A) és a Sátor-hegyen (B) (Saját szerkesztés)



52. ábra A szőlőterület átlag pontértékének változása időben a Sátor-hegyen és a Csobáncon (Saját szerkesztés)

A szőlőterület mindkét hegy esetén az évek előrehaladtával az átlagosan jobb kataszteri pontértékű területen maradt meg, melyet bizonyít az erős statisztikai kapcsolat is (52. ábra). A Sátor-hegyen az 1856-os térkép alapján jelentős telepítés történt a kedvezőtlenebb lejtőkön, míg a Csobáncon az 1960-as évek (nagyüzemi telepítés helye) alacsonyabb pontértékei befolyásolták a kapcsolat erősségét.

Annak ellenére, hogy a Sátor-hegyen a min. 208 a max. 350 pont, a mindvégig "változatlanul" szőlők kataszteri pontértékének átlaga (298,67) magasabb, mint a Csobáncon (min. 225, max. 368, átlag 286,6).



53. ábra A vizsgált időszakok alatt "változatlanul" szőlőborítású terület SzThK összpontértékei (Saját szerkesztés)

Az évszázadok alatt leginkább az alacsony pontszámmal jellemezhető lejtők (5.1 tényező) esetén volt számottevő a szőlőterület csökkenése, melyet az erős statisztikai kapcsolat is igazolt. Az eredményeim alapján egyértelmű, hogy a szőlőkataszterben alkalmazott lejtőértékelő pontrendszer nemcsak a lejtőtulajdonságokat jellemzi, hanem közvetve magában foglalja a művelési nehézségekből eredő csökkentő tényezőt is. Ennek köszönhető, hogy a szőlő átlagosan egyre jobb összpontszámmal jellemezhető helyeken maradt meg, azonban a területcsökkenés miatt mégis az összpontszámot tekintve jelentős visszaesés mutatható ki. Az erdő, gyep és a felhagyott területek között egyaránt vannak kiváló és gyengébb csoportba sorolható területek is, melynek következményeként nem jelenthető ki egyértelműen, hogy a kedvezőtlenebb összpontszámú parcellákat hagyják fel. Az SzThK pontérték 55%-nál kisebb mértékben magyarázza a teljes művelésági változást.

Ezek alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a szőlőkataszterben alkalmazott lejtőértékelő pontrendszer alkalmas az agroökológiai potenciállal kapcsolatos vizsgálatok lefolytatására, különös tekintettel a földhasználat változásra szőlőhegyek esetén.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A hazai agroökológiai potenciál felmérések, valamint a mezőgazdasági célú tájértékelés egyik fő eszköze a térbeli adatok és kapcsolatrendszerek kiértékelése, valamint az eredmények térképi megjelenítése. A térinformatikai rendszerekkel lehetőségem nyílt a szőlő és gyümölcsstermesztés területén hazánkban még eddig kevésbé alkalmazott módszerek segítségével bemutatni a termőhelyek adottságait.

- A gyümölcsültetvények domborzatát számszerűsítve értékeltem, melyet összevetve egy mintaterület terméseredményeivel szignifikáns kapcsolatot tártam fel. Az eredményeim rámutattak a domborzati és a topografikus nedvességi index értékei alapján a surdi parcella betegségeinek okára, mely megfelelő tereprendezéssel mérsékelhető.
- Az általam kifejlesztett terepmodellezési módszer segítségével besugárzási és átlagos evaporációs értékeket számítottam, mely alapján megtervezhető az ültetvény öntözési rendszere. Az alkalmazott vizsgálati módszer egy viszonylag gyors, azonban robosztus eljárás, ennek megfelelően a talaj és az egészséges nagy lombzat elkülönítésére kiválóan alkalmas. A módszer korlátját a kicsi, vagy ritka lombkoronájú gyümölcsfák besorolása jelenti. Az ültetvényi struktúra (sor- és tőtávolság) ismerete mellett pontosan leválogathatóak a kérdéses "kevert" pixelek, majd a finomabb matematikai algoritmusok (a valószínűségi besorolás) használatával gyümölcsfajonként külön-külön megvizsgálhatóvá válik ezen területek spektrális tulajdonsága.
- Megállapítottam, hogy a vizsgált szőlőhegyeken a művelés alatt álló parcelláknál jelentős a támfalak szerkezeti károsodásának (falhas, omlás) száma és a támfal hosszához viszonyított aránya, illetve, hogy a felhagyás különböző fázisaiban lévő támfalagnál a károk száma és aránya alig emelkedett. *Kiss et al.* (2005) szerint általában a magasabban fekvő és nehezebben megközelíthető teraszokat hagyták fel hamarabb így azok rosszabb állapotban vannak, mint a később felhagyottak. Azonban a vizsgálataim alapján ez nem jelenthető ki egyértelműen. Mivel a támfalszerkezetek pusztulása jelentős területeket érint, korlátozhatja a művelést, valamint befolyásolhatja az agroökológiai potenciált, javaslok a szőlő termőhelyi kataszterébe történő új altényező beillesztését az 5.3. tényezőben - "teraszjavítás szükséges".
- Kiszámoltam az újfahértói mintaterületen a becsült talaj erózió mértékét RUSLE egyenlet alkalmazásával, három különböző csapadékos évtípusra. Megállapítottam, hogy a becsült talajveszteségi érték a szántó parcelláknál a legmagasabb, azonban a

területi kiterjedését tekintve a gyümölcsös parcellákban nagyobb az erózió által veszélyeztetett terület aránya.

- A vizsgálataim alapján a szántó művelési ág esetén volt kimutatható statisztikai kapcsolat a vegetáció állapotát bemutató hiperspektrális index térképek valamint a domborzati és a talajtani tényezők között. Azonban a gyepek és a gyümölcsösök esetén további vizsgálatokra van szükség a kapcsolatrendszer pontosabb feltárásához, melyet nagyobb térbeli felbontású felvétel segítségével célszerű elvégezni.
- A szőlőhegyek földhasználatának térbeli és időbeli változását vizsgálva meghatároztam a domborzati tényezők szerepét és súlyát. A földhasználati ágak szerint megkülönböztetve a parcellákat, rámutattam, hogy a hegyi utaktól 90 méteres távolságig található a művelt szőlők 95%-a, de már az utakhoz közel is jelentős a felhagyott területek, valamint az erdő aránya. Ez tovább hangsúlyozza a szőlőterületek tájdegradációját.
- A szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai feldolgozásánál az ideális felbontás 5-10 méter, melyet az értékelő pontrendszerben 40%-os súllyal szereplő tényező alapján határoztam meg. Megállapítottam, hogy a domborzat értékelés szempontjából nem indokolt a 80 kategória (16 égtáji kitétségi x 5 lejtőmeredekségi) használata. A 8 égtáji besorolással összehasonlítva nem volt számottevő információ csökkenés, azonban jelentősen javult a térbeli értékelhetőség, csökkent a mozaikosság mértéke. Továbbá a lineáris regresszióval történő visszaellenőrzés során bebizonyítottam, hogy a 16 lejtőirány a lejtőpontszámot kevesebb, mint 30%-ban befolyásolja. Kimutattam, hogy a lejtőpontszámokon belül a szőlő számára fontos besugárzási érték max. 50%-ig jelenik meg, mely erősen függ a terület domborzatának változékonyságától.
- Feltételezve, hogy a történelmi idők során a gyengébb minőséget termő területeket hagyták fel és a kiváló adottságú lejtőket pedig továbbra is művelik, megvizsgáltam, hogy milyen mértékben magyarázza a szőlő termőhelyi pontszám a földhasználat változását. Megállapítottam, hogy a szőlőhegyeken a művelési ág változás 55%-nál kisebb mértékben tulajdonítható a termőhelyi adottságoknak. Annak ellenére, hogy az idők során átlagosan a magasabb pontszámmal jelölhető szőlők maradtak továbbra is művelés alatt, jelentős a kiváló adottságú területeken is a felhagyás mértéke, átlagosan 40%-os csökkenés mutatható ki.

6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Tudományos eredmények:

1. Bemutattam a térinformatikai módszerekkel történő termőhely értékelés számos aspektusát; térképezési módszert fejlesztettem ki a szőlő termőhelyi kataszter tényezőinek térbeli meghatározásához, melyhez különböző adatforrásból származó információkat együttesen dolgoztam fel.
2. Meghatároztam a szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai rendszerben való alkalmazhatóságának feltételeit, valamint az ideális felbontást. Javaslatot fogalmaztam meg a hagyományos szőlő termőhelyi kataszteri pontrendszerben alkalmazott lejtőtényezők súlyának közel 50%-os csökkentésére. Ezáltal a térinformatikai kiértékelés megbízhatósága nem csökken.
3. Kimutattam a digitális domborzatmodellből származtatott indexek kiszámításával a térinformatikai térképezés fontosságát a gyümölcsültetvények agroökológiai paramétereinek vizsgálatában.
4. Légi hiperspektrális felvételből származtatott NDVI értékek alapján terepmodellezési módszert fejlesztettem ki a fa szintű evaporációs értékek számításához.
5. Feltérképeztem a mintaterületen található, az agroökológiai potenciálra hatással lévő támfalak állapotát, valamint ismertettem a degradációs folyamat jellemzőit.
6. Meghatároztam a földhasználat változásban szerepet játszó domborzati tényezőket; valamint értékeltem a folyamatot a szőlő termőhelyi kataszter pontértékeivel összevetve.

Gyakorlatban hasznosítható eredmények:

1. A kutatás során kifejlesztett paraméterezett modellek a megfelelően előkészített adatokkal lehetővé teszik a termőterületek gyors értékelését, a problematikus pontok meghatározását, valamint segít a beruházásokkal kapcsolatos tervezésben.
2. A szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai kiértékelő rendszere alkalmazható az országos térinformatikai szőlő nyilvántartási rendszerben (VINGIS), valamint részletesebb értékelést tesz lehetővé hegyközségi szinten.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A termőhelyek, vagy ültetvények agroökológiai potenciáljának meghatározásához, és a hosszú távú fenntartásához szükséges az agroökológiai adottságokban kimutatható térbeli különbségek feltárása. A precíziós szőlő- és gyümölcsstermesztésben egyre pontosabb, nagy térbeli felbontású adatokra lesz szükség az elkövetkező években, így ennek megfelelően felmerülhet az igény a termőhely értékelési rendszerek (Szőlő Termőhelyi Kataszter, Országos Gyümölcs Termőhely Kataszter) térinformatikai feldolgozására is. Ezen általános cél eléréséhez a következő részletes célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- Szőlő és gyümölcs termőhelyek értékeléséhez szükséges térinformatikai modellek kidolgozását, valamint a szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai modellezéssel történő vizsgálatát.
- Digitális domborzatmodellek alkalmazhatóságának bemutatását a szőlő- és gyümölcs termőhely értékelésében, a természetes domborzat és a hozzá szorosan kapcsolódó jelenségek modellezésén keresztül.
- A mesterséges domborzati elemek (támfalak) vizsgálatát a terasz-támfal rendszer állapotának felmérésén keresztül.
- Légi hiperspektrális felvételek elemzését a biomassa állapotának felmérése céljából.
- A földhasználat időbeli és térbeli változásának kimutatását, valamint a földhasználat változás és a természeti adottságok közötti kapcsolat (rendszer) vizsgálatát térinformatikai módszerekkel.

Vizsgálataimat 3-3 eltérő adottságokkal rendelkező szőlőhegyen és gyümölcsültetvényben végeztem.

Vizsgált szőlőhegyek:

Csobánc-hegy: A Tapolcai-medencében Gyulakeszi település mellett fekszik, a Badacsonyi Borvidék részét képezi.

Sátor-hegy: A Tokaj-hegyaljai Történelmi Borvidék világörökségi területének része, Abaújszántó mellett helyezkedik el.

Nagy-Eged-hegy: A Bükk-hegység déli részén, Eger mellett található.

Vizsgált gyümölcsültetvények:

Újfehértó: Az ültetvény a Nyírség területén, Újfehértó mellett helyezkedik el.

Siófok: A gyümölcsös Siófok mellett a Balaton dél-keleti partvonalánál fekszik.

Nagykanizsa körzete: 3 nagyobb gyümölcsültetvény vizsgálatával foglalkoztam, melyek Szepetnek, Surd és Zalasárszeg közigazgatási területén találhatóak.

Természetes domborzat

A szőlő termőhely értékelő rendszerben kiemelkedő szerephez jut a domborzat, az összpontszámból 40,5%-os részarányt jelent; míg a gyümölcs termőhelyi kataszterben gyümölcsfajtól függően maximálisan csak 6-20%-ot tesz ki. A felszínt leíró változók térképeit digitális domborzatmodellből származtatható mutatók előállításával hoztam létre. A kapott térképek segítségével jellemeztem a domborzatot bemutató tényezők területi eloszlását, meghatároztam a legfőbb különbségeket a mintaterületek között. Az eredményeim rámutattak, hogy a surdi ültetvény betegségeinek és kis hozamának oka kapcsolatba hozható a domborzat tulajdonságaival, mely megfelelő tereprendezéssel mérsékelhető.

Légi hiperspektrális felvételt felhasználva kidolgoztam egy új térinformatikai módszert a gyümölcsültetvények felszínének modellezésére, mely a természetes domborzatot és a fák lombzatát egyszerre képes megjeleníteni egy terepmodellben. Az elkészült terepmodell alkalmas az ültetvény besugárzási értékeinek kiszámításához, valamint közvetve felhasználható az öntözés tervezés során is.

Mesterséges domborzat

A szőlőhegyeken a lejtő meredekségének és az erózió mértékének csökkentésére terasz-támfal rendszert alakítottak ki. A tradicionálisan teraszírozott mezőgazdasági területek állapota jelentősen leromlott az elmúlt évszázadban Európa szerte. A terasz-támfal rendszer pusztulása jellemző probléma a Sátor-hegyen és a Csobáncon is, mely akadályozhatja a művelést, és közvetve az agroökológiai potenciál csökkenését is maga után vonja. *Carl és Richter* (1989) Cinque Terre területén végzett kutatásai során megállapította, hogy a támfalsérülés közvetlen oka a leginkább tavaszi intenzív esőzést követő vízmozgás. A tömörödési réteg mentén, kb.40 cm-es mélységben, az erős oldal irányú átszivárgás a fal hézagain belül finom szemcséjű anyagot halmoz fel, mely elősegíti a támfal-károsodás folyamatait. Cinque Terre területén a művelés felhagyását követően fokozatosan nő a támfal szerkezeti károk aránya és mértéke.

A tájdegradációs jelenség kiterjedése nagy területet érint a mintaterületeimen is, melyet mérésekkel igazoltam. A Cinque Terre-i megfigyelésekhez hasonlóan, a Sátor-hegyen és a Csobáncon is leginkább a tavaszi (április-május) időszakban számoltak be a gazdák támfalomlásról. Az omlások teljes hossza átlagosan 1,7-szerese a fal-hasak

teljes hosszának, azonban a fal-has előfordulások száma 1,9-szerese az omlások számának. A támfalak teljes magassága és a jelenségek koronától mért mélysége között a korreláció értéke a fal-has esetében 0,5; az omlások esetében 0,8 ($p < 0,05$ szignifikancia szint mellett). Tehát minél magasabb egy támfal az omlás mélysége is egyre mélyebbre kerül.

Az általam megvizsgált 2 mintaterületen a támfal pusztulási folyamat és annak főbb jellemzői jelentősen eltérnek a Cinque Terre területén tapasztaltaktól. Megállapítottam, hogy a vizsgált szőlőhegyeken a művelés alatt álló parcelláknál jelentősebb a támfalak szerkezeti károsodásának mértéke, mint Cinque Terre-ben. Mind a szerkezeti károk száma, mind pedig a károk a támfal teljes hosszához viszonyított térbeli kiterjedésének az aránya a művelt teraszok esetén nagyon magas volt, míg a felhagyás fázisaiban ez az arány csak kismértékben volt magasabb.

Talajtulajdonságok

A 161 db talajminta feldolgozását követően következtetéseket vontam le a talajtani paraméterek és a támfalpusztulási jelenség kialakulása közti kapcsolatáról. A változók közül a szemcseméret, valamint a pH, mésztartalom és néhány kémiai elem hatását tártam fel. A klaszter-analízis eredményeire alapozva megvizsgáltam, hogy mely tényezők együttes hatása befolyásolhatja a jelenséget leginkább. Az omlástól való távolságot 35%-ban határozza meg az első komponensben található tényezők (szemcseméret: < 0.2 mm, < 0.02 mm, < 0.002 mm; pH: H₂O, KCl; Rb, K) együttese, míg az omlási zónát csak 27%-ban. Csak a 3 frakciótartomány hatását vizsgálva 10% körüli értékeket kaptam, amikor is a szignifikancia szint jelentősen leromlott. Tehát a hipotézisemet, mely szerint az omlás megjelenésében szerepe van a szemcseméretnek csak részben igazolódott.

A talajtani paraméterek vizsgálata a szőlő- és gyümölcsstermőhely értékelésben kiemelkedő szerepet kap. Hosszútávon kell biztosítani a talaj fenntartható használatát, mivel az ültetvények élettartama több 10 év. Az erózió által veszélyeztetett területek térbeli kiterjedésének változását az újfelhértői ültetvény területére vizsgáltam meg különböző intenzitású csapadék események modellezésével. Az átdolgozott általános talajvesztései egyenletet (RUSLE) alkalmaztam. Az R tényező növelésével az erózió mentes területek aránya felére csökkent, míg az erózió által veszélyeztetett területek aránya több mint a duplájára emelkedett mindhárom felszínborítási kategóriánál (Gyümölcs, Gyep, Szántó).

Gyümölcsös állomány

A növény egészségi állapota mutatja meg legjobban a termőhely természetes adottságaiban és a termesztési körülményekben jelentkező különbségeket. Amennyiben valamelyik agroökológiai tényezőben kedvezőtlen hatások érvényesülnek, az megjelenik a növényzetben is: víz stressz, tápanyaghiány, termésmennyiség csökkenés. Meghatároztam hiperspektrális vegetációs indexek alkalmazásával, hogy a domborzati és a talajtani adottságok milyen mértékben magyarázzák a vegetáció állapotát. A szántók esetében gyenge statisztikai kapcsolatot ($r < 0,4$; $p < 0,01$) tártam fel néhány domborzati-, talajtani mutató és a vegetációs indexek között. Azonban a gyepek és a gyümölcsösök esetén nem sikerült még ilyen jellegű kapcsolatot sem leírni. A gyepek és gyümölcsösök esetén további vizsgálatokra van szükség a kapcsolatrendszer pontosabb feltárásához. A többváltozós regressziós vizsgálat (stepwise) alapján a talajtani tényezők határozzák meg inkább a vegetációs indexek értékét, míg a domborzathoz kötődő paraméterek hatása kisebb. Ennek oka lehet többek között, hogy a választott mintaterületen belül a szintkülönbség nagyon kismértékű.

Földhasználat változás

Két szőlőhegyet (Sátor-hegy, Csobánc) vizsgálva megállapítottam a földhasználati kategóriák térbeli kiterjedésének változását és annak mértékét a történelmi térképek feldolgozásával. Kereszttabulációs műveletekkel, valamint idősoros trend vizsgálattal meghatároztam a jelenséget befolyásoló domborzati tényezőket és azok hatásának erősségét. A szőlő területi kiterjedése és a lejtő tulajdonságok között az esetek többségében erős lineáris trendet tártam fel, a változások iránya hasonló volt mindkét hegy esetén. Kimutattam, hogy a hegyi utaktól 90 méteres távolságig található a művelt szőlők 95%-a, és már az utakhoz közel is jelentős a felhagyott területek, valamint az erdő aránya. Ez tovább hangsúlyozza a táj degradációját a szőlőterületeken.

Megvizsgáltam a szőlőterület kiterjedésének változását a szőlő termőhelyi kataszteri rendszer lejtő-pontértékeinek (5.1. tényező), valamint a termőhelyi összpontszámának szemszögéből. Az évek alatt mindvégig változatlanul szőlőborítású területek kiterjedése és a szőlőkataszter szerint adható lejtő pontérték között erős korreláció tapasztalható. Tehát a lejtő meredeksége és iránya szempontjából kiváló lejtők a későbbiekben is nagyobb valószínűséggel maradnak művelés alatt.

A szőlőterületek mindkét hegy esetén az átlagosan magasabb kataszteri összpontszámú területeken maradtak fenn, amit az erős lineáris kapcsolat is mutat.

Ugyanakkor az erdő, gyepek és a felhagyott területek között is vannak kiváló minőségűek, ezért nem jelenthető ki egyértelműen, hogy a kevésbé kedvező összpontszámú parcellákat hagyják fel.

Megállapítottam, hogy a termőhelyi pontszám - mint a természeti adottságok egyik értékszáma - alkalmazható a földhasználati változások okának feltárását célzó vizsgálatokhoz. Összefoglalva azonban arra a következtetésre jutottam, hogy a 2 vizsgált szőlőhegyen a földhasználati változásokra a termőhelyi adottságok 55%-nál kisebb mértékben voltak hatással.

Szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai modellezése

Munkám során a szőlő termőhelyi kataszterben meghatározott pontrendszer szerint, paraméterezett modellek segítségével előállítottam a tényezők digitális térképeit. A szőlő termőhelyi kataszter térinformatikai feldolgozásánál az ideális pixel felbontás 5-10 m, melyet az értékelő pontrendszerben 40%-os súllyal szereplő domborzati főtenyező alapján határoztam meg. Megállapítottam, hogy a domborzat értékelés szempontjából nem indokolt a 80 kategória (16 égtáji kitettség x 5 lejtőmeredekség) használata. A 8 égtáji kitettség alkalmazása során nem volt számottevő az információvesztés mértéke, azonban jelentősen javult a térbeli értékelhetőség és csökkent a mozaikosság mértéke.

A lineáris regresszióval történő visszaellenőrzés során megállapítottam, hogy a digitális térképek alapján a 16 lejtőirány szerepe a lejtőpontszámon belül alárendelt. Megállapítottam, hogy a besugárzás a lejtőpontszámon belül maximum 50%-ig jelenik meg, mely érték a terület domborzatának változékonyságától függ.

Arra a következtetésre jutottam, hogy a digitális térképeken alapuló értékelés jóval részletesebb eredménnyel szolgál, mint a jelenleg hegyközségi szinten használatban lévő ökotóp (termőhely felvételi egység) térkép. Az összesített termőhely pontszámon belül a domborzat jelentősen túlreprezentált a többi főtenyezőhöz képest. A digitális feldolgozás esetében a termőhelyi összpontszámot már több mint 50%-ban a lejtőtulajdonság pontszámai határozzák meg, mely érték jelentősen magasabb a rendelet alapján kiszámítható pontszámok maximális (22,1%) arányhoz képest. Ez a túlreprezentáltság a többi tényező nagyfokú homogenitásának és az adható pontértékek kis varianciájának köszönhető. Az eltérés már a terepviszonyt leíró térképi rétegeken keresztül is nyomon követhető.

8. SUMMARY

To determine the agro-ecological potential of the production areas or plantations, as well as to maintain these resources in the long term, it is essential to reveal the spatial differences of the agro-ecological features. In the precision vine grape production and pomology the trend will be in the coming years to have more and more precise and high spatial resolution data, thus the demand could arise for the geoinformatic processing of the evaluation systems (Vineyard Classification System, National Fruit Production Area Classification System). To reach this general goal I defined the following detailed aims:

- To develop geoinformatical models for assessing the vineyards and fruit production areas as well as to analyze the vineyard classification system with geoinformatics modeling.
- To represent the applicability of the digital elevation models (DEM) in the evaluation of the vineyards and fruit production areas with the modeling of the natural terrain and the phenomenon closely associated with it.
- To study the artificial terrain elements (supporting walls) with the condition assessment of the vine terrace - dry stone wall system.
- To analyze the aerial hyperspectral images for assessing the condition of the biomass.
- To reveal the temporal and spatial fluctuation of land use as well as to analyze the connection (system) between the land use variation and the natural conditions, applying geoinformatical methods.

The study was carried out on 3-3 different vineyards and fruit plantation.

Vineyards:

Csobánc Hill: It is situated in the Tapolca Basin next to the village of Gyulakeszi which is the part of the and the Badacsony Historical Wine Region.

Sátor Hill: The Sátor Hill is the part of the world heritage site the Tokaj foothills (Tokaj-Hegyalja) Historical Wine-producing Region next to the city of Abaújszántó.

Nagy-Eged Hill: Nagy-Eged Hill is located on the southern part of the Bükk Mountains, next to the town of Eger.

Fruit plantations:

Újfehértó: The plantation is situated in the Nyírség near Újfehértó.

Siófok: The plantation is situated in the South East shore line of Lake Balaton, next to town of Siófok.

Nagykanizsa: I investigated 3 larger fruit plantations next to the settlements of Surd, Szepetnek, and Zalasárszeg.

Natural terrain

The terrain play an important role in the Vineyard Classification System, it represents the 40.5% of complete score, while it only represents maximum 6-20% of score of Fruit Plantation Classification System. I created the maps of the variables, describing the surface, using indices derived from Digital Elevation Model. I characterized the spatial distribution of the factors representing the relief and determined the main differences between the sample sites. My results indicated that the reason behind the illness and weak yield of the Surd plantation is in connection with the relief features which can be moderated with the suitable land forming. Using airborne hyperspectral images I worked out a new geoinformatical method for modelling the surface of the orchards which is able to display the natural relief and the foliage of the trees together in one model. The developed terrain model is suitable for calculating solar radiation values for a certain plantation as well as it can be used indirectly during the irrigation planning.

Anthropogenous forms

Terrace-supporting wall system was developed on the vineyards to decrease the slope gradient and the effect of the erosion. The state of the traditionally terraced agricultural areas has been worsened significantly throughout Europe in the past hundred years. The ruination process of the terrace - dry stone wall system is a characteristic problem both for the Sátor Hill and the Csobánc which can thwart the cultivation as well as it indirectly reduces the agroecological potential. *Carl and Richter* (1989) pointed out, according to their research in the area of Cinque Terre, that the direct cause of the ruination of the dry stone walls is mainly the water movement after the heavy rainfalls in spring. Along the compaction horizon, at around 40cm deep, the strong sideward infiltration through the leaks of the wall accumulates fine particle sized material which facilitates the dilapidation of the dry stone walls. The rate and extent of the structural damages of the dry stone wall system increased progressively after the cultivation has been finished in Cinque Terre.

I verified with measurements that the landscape degradation phenomenon affects large parts in my study areas too. Similarly to the observations in Cinque Terre the farmers at Sátor Hill and Csobánc Hill reported the damage of the supporting walls in the springtime (April – May) too. On the average the total length of the wall breaks is 1.7 times larger than the total length of the wall-bellies however the number of wall-bellies is 1.9 times more than the number of the breaks. The value of correlation between the total height of the walls and the phenomenon's distance from the crown of the walls is 0.5 in case of the wall-bellies and 0.8 in case of the wall breaks in ($p < 0,05$) significance level. So the higher is the wall the lower the wall breaks appear.

The ruination process and its main features of the dry stone wall system on the 2 study area differ notably from the ones experienced in Cinque Terre. On the observed vineyards I recognized that the wall degradation is more significant on the cultivated parcels than in Terre. Both the number of the structural damages and the spatial extent of the damages, correlated to the whole length of the wall, were large in case of the cultivated terraces, while this ration were slightly higher in the phases abandoned.

Soil parameters

After processing of the 161 soil samples I defined the relationship between the soil parameters and the dilapidation process. I assessed the effect of grain size distribution, pH values, CaCO_3 content and some nutrient elements to the dilapidation process of dry stone walls. Based on the results of the cluster analysis I defined what parameters are altering collectively this phenomenon the most. The distance of the dilapidation from the crown of the wall in explained in 35% by the factors in the first component together (grain size: <0.2 , <0.02 , <0.002 mm; pH: H_2O , KCl; Rb, K) while the dilapidation zone is represented only with 27%. Studying only the effect of the 3 grain fractions I received a value around 10%, when the significance level dropped significantly. Thus my hypothesis, that the grain size distribution has a role in the dilapidation process, was only partly verified.

The examination of the soil factors has an outstanding role in the vine and fruit production area classification. The sustainable usage of the plantations should be secured for a long term as the average life span of a plantation is more than 10 years. I studied the changes in the spatial extension of the area endangered by the erosion in the Újfehértó plantation with modelling different rainfall intensity events. The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE, Renard et al., 1997) equation was used.

Increasing the R factor the extension of the non-eroded areas halved while the erosion risky areas more than doubled in all the three surface cover categories (Fruit, Grassland, Arable Land).

Fruit plantation

The health state of a plant represents the best the changes in the natural conditions and production circumstances. When the unfavourable influences are getting stronger in one of the agroecological factor it will manifest in the vegetation too: water stress, lack of nutrition and yield decrease. In order to define in which extent terrain and soil parameters are explaining vegetation state I used vegetation indexes derived from hyperspectral images. In case of arable lands I revealed weak statistical relationship ($r < 0.4$; $p < 0.01$) between some terrain, pedological indicators and vegetation indices. However in case of the grasslands and fruit plantations this kind of weak relationship wasn't revealed. Further studies are needed to reveal the relationship system more precisely in case of fruit plantations and grasslands. According to stepwise regression analysis the soil parameters have higher influence on the vegetation indices than the relief factors. The cause could be among others that inside the chosen sample site the elevation difference is very small scale.

Land use change

Examining the two vineyards (Sátor Hill and Csobánc Hill) I defined the land use categories' spatial extension changes and their extent using historical maps. I determined the terrain factors and their intensity with cross tabulation process and timeline trend analysis. Most of the cases I revealed significant linear trends between the vineyard area and slope features, the direction of the changes were similar in case of both hills. I pointed out that the 95% of the cultivated vineyards are located between 90 m from the hill roads and the rate of the abandoned areas and forests is quite high even near to the roads. This emphasises further the degradation of the landscape in the vineyards.

I examined the shift in the vineyard area from the view of the slope point values (5.1 factor) of the vineyard classification system as well as the total score of the production area. A strong correlation can be experienced between the extent of the historical grape covered areas and the slope point value which derives from the vineyard classification system. Thus the slopes having excellent slope degree and direction will remain in cultivation in the future more likely.

The vineyards remained for a long time in the areas with generally higher total cadastre score which is also represented by the strong linear relationship. However, there are also premium quality areas among the parcels which became grassland or forest, consequently we cannot declare that just the parcels, having less score, have been abandoned. I established that the production area point value - as one of the measuring factor of the natural features – can be used for assessing the root cause of the land use changes. However in summary I came to the conclusion that the land use changes in the examined two vineyards were affected less than 55% by the production area's conditions.

Vineyard classification system

In the course of my research I produced the digital maps of factors using parametric geoinformatical models according to the scoring system of the vineyard classification system. The ideal spatial resolution is 5 or 10 m for the geoinformatical processing of the vineyard classification system, which was defined by the terrain main factor weighted with 40% in the evaluation system. I concluded that the usage of the 80 classes (16 slope direction x5 slope gradient) are not justified from the aspect of the terrain scoring. Applying the 8 slope direction the loss information wasn't significant and the rate of the mosaic patterns also decreased.

I proved during the verification process using linear regression analysis that the influence role of the 16 slope direction classes is inferior. I also concluded that the solar radiation represents itself within the slope score with a maximum of 50% which depends on the variability of the terrain elements in a sample site. I came to the conclusion that the evaluation based on digital maps provides much more detailed results compared to the "ecotop" (production area input unit) map used in the wine community level. Within the production area total score the terrain factor is significantly overrepresented compared to the other main factors. In case of digital processing the total score value of the production area is yet determined in more than 50% by the slope feature scores. This value is significantly higher than the maximum rate (22,1%) of the score values according to the regulation. This overrepresentation is caused by the other factors' great homogeneity and the small variation of the score values. The difference is traceable even through the map layers describing the terrain features.

9. A FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

- Ádám L.: 1980. Módszertani tanulmány a domborzat agrárgazdasági szempontú morfológiai értékelésére. *Földrajzi értesítő*. 29. 2-3: 137-150.
- Alföldi L. - Starosolszky Ö. - Várallyay Gy.: 1994. Az aszály jelenség hidrológiai vonatkozásai Magyarországon. [In: Cselőtei, L. - Harnos, Zs. (szerk.) Éghajlat, időjárás, aszály. MTA Aszály Bizottság.] Budapest. 105-129.
- Allen R.G. - Pereira L.S. - Raes D. - Smith M.: 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper n. 56. Rome. Italy.
- Arnó J. – Martínez-Casasnovas J. A. – Blanco R. – Bordes X. – Esteve J.: 2005. Viticultura de precisión en Raimat (Lleida): experiencias durante el período 2002-2004. *ACE Revista de Enología*. 64: edición digital. http://www.acenologia.com/ciencia73_01.htm
- Arnó J.: 2008. Una investigación sobre la variabilidad intraparciliar en viña y el uso de sensores láser en viticultura de precisión. Universidad de Lleida, Escola Tècnica Superior d' Enginyeria Agrària, Departament d' Enginyeria Agroforestal. Doktori Disszertáció.
- Bádonyi K.: 2002. Építő rombolás vagy romboló építés – a tájdegradáció két aspektusa. *Földrajzi értesítő*. 51. 1-2: 221-235.
- Balassa I.: 1991. Tokaj-hegyalja szőleje és bora. Tokaj-Hegyaljai AD. Borkombinát. Tokaj.
- Baráth Z.: 1963. Növénytakaró vizsgálatok felhagyott szőlőkben. *Földrajzi Értesítő*. 12. 3:341–355.
- Baráz Cs. - Kiss G.: 2007. A Kőasszonytól a patkónyomos szikláig – jeles kövek, regélő helyek a Tokaj-Zempléni-hegyvidék területén. [In: Frisnyák S. – Gál A. (szerk.): Szerencs, Dél-Zemplén központja, A IV. Tájföldrajzi Konferencia Előadásai, Nyíregyháza-Szerencs] 117-139.
- Barta K.: 2004. Talajeróziós modellépítés a EUROSEM modell nyomán. Doktori értekezés, Szeged.
- Bell J. C. - Cunningham R. L. - Havens M. W.: 1994. Soil drainage class probability mapping using a soil-landscape model. *Soil Science Society of America Journal*. 58. 464–470.
- Bencsik J.: 1991. A tokaji szőlőhegyek művelése, a szőlős ingatlan becsértéke a 18.század közepétől. Hermann Ottó Múzeum évkönyve. 28-29: 151-178.
- Benet I. - Góczán L.: 1973. Mezőgazdasági mikrorégió értékelésének megközelítése új földértékelési módszerrel. *Földrajzi Értesítő*. 22. 1: 55-70.
- Benet I. - Góczán L.: 1974. Adalékok egy új földértékeléshez. *Agrártudományi Közlemények*, 33. 2–4: 501–512.
- Bódis K.: 2008. Digitális domborzatmodellek és alkalmazási lehetőségeik az árvízi kockázatelemzésben. Doktori értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- Bodnár L.: 2001. Az egri borvidék. Bodnár és Társa Geográfus Bt. Vámospércs.
- Bokor P.: 1965. A kisalföldi bazaltvulkáni romok geomorfológiája. *Földrajzi Értesítő*. 14. 3: 319-334.
- Bokor P.: 1990. A bazaltos tanuhegyeink kialakulásának rekonstrukciója. Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei VII. Természettudományok 2. Szombathely, 145-164.

- Bokor P.*: 1994a. A Somló gazdálkodási periódusai 1945 és 1992 között. Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei IX. Szombathely. Természettudományok 4: 267-284.
- Bokor P.*: 1994b. A dunántúli bazaltvulkanizmus általános jellemzői. *Földrajzi Értesítő*. 18. 1-2: 7-27.
- Boros L.*: 1971. Tokaj-Hegyalja szőlőtermelése és természetföldrajzi adottságai. *Földrajzi Értesítő*. 20. 3: 343-358.
- Boros L.*: 1982. A természetföldrajzi tényezők szerepe a Tokaji-hegy és környékének földhasznosításában. *Földrajzi Értesítő*. 31. 1: 41-66.
- Boros L.*: 1996. Tokaj-Hegyalja szőlő- és borgazdaságának földrajzi alapjai és jellemzői. Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Pedagógiai Intézet, Nyíregyháza
- Boros L.*: 1999. Tokaj-Hegyalja A Kárpát-medence szőlő- és borgazdaságának történeti földrajza. Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszéke. Nyíregyháza
- Borsy Z.*- *Balogh K.*- *Kozák M.*- *Pécskai Z.*: 1986. Újabb adatok a Tapolcai-medence fejlődéstörténetéhez. *Acta Geographica*, Debrecen, 79-99.
- Borsy Z.*: 1987. Az Alföld hordalékkúpjainak fejlődéstörténete. [In: *Frisnyák S.* (szerk.): Földrajz] *Acta Academiae Paedagogicae Nyíregyháziensis Tomus 11/H*. Nyíregyháza.
- Botos E. P.* – *Csepregi P.* – *Polányi B.*: 1985. A szőlő- és bortermelés katasztere és gyakorlati bevezetésük. *Szőlészet és Borászat*. 7. 1:7-10.
- Botos E. P.* – *Marcinkó F.*: 2006. Tokaj- Wine Atlas. Bor-Kép Kiadó.
- Botos E. P.* – *Papp L.* – *Nyeső K.*: 1990. A szőlő termőhelyi kataszterének fejlesztése és borvidéki feldolgozása. *Szőlészet és Borászat*. 12. 3-4:33-39.
- Bramley R.*: 2001a. Precision viticulture – Research supporting the development of optimal resource management for grape and wine production. [In: Workshop W14 - 11th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide] 29-33.
- Bramley R.*: 2001b. Progress in the development of precision viticulture – Variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards. Precision tools for improving land management's. <http://www.crcv.com.au/research/programs/one/bramley1.pdf>
- Brazsil J.*: 2001. A Balaton-felvidéki borszőlőtermelés technológiai rendszereinek ökonómiai értékelése és munkaszervezési modellezése a fenntartható gazdálkodás követelményrendszerében. Doktori értekezés. Veszprémi Egyetem, Keszthely
- Brenot J.* – *Quiquerez A.* – *Petit C.* – *Garcia J.P.*: 2008. Erosion rates and sediment budgets in vineyards at 1-m resolution based on stock unearthing (Burgundy, France). *Geomorphology*. 100. 3-4:345-355.
- Bulla B.*: 1943. Geomorfológiai megfigyelések a Balatonfelvidéken. *Földrajzi Közlemények*. 71. 1: 18-45.
- Burai P.*: 2006. Földhasználat-elemzés és növény-monitoring különböző adattartalmú és térbeli felbontású távérzékelte felvételek alapján. *Agrártudományi Közlemények* 22: 7-12.
- Burai P.*: 2007. Távérzékelési módszerek összehasonlító elemzése mezőgazdasági területeken. Doktori értekezés. Debrecen.
- Buzás I.*: 1993. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata. Inda 4231 Kiadó. Budapest.
- Carl T.* – *Richter M.*: 1989. Geocological and morphological process on abandoned vine-terraces in the Cinque Terre (Liguria). *Geoökodynamik*. Bensheim, 10: 125-158.
- Carré F.* – *McBratney A. B.*: 2005. Digital terrain mapping. *Geoderma*. 128:340-353.

- Centeri Cs.: 2001. Az általános talajveszteség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Doktori értekezés, Gödöllő
- Centeri Cs. - Pataki R. - Bíró Zs. - Császár A.: 2003. Az eróziós térképek kategóriáinak értékelése. *Agrokémia és Talajtan*. 52. 3-4:443-454.
- Chaplot V. - Walter C. - Curmi P.: 1998. Modelling soil spatial distribution: sensitivity to DEM resolutions and pedological data availability. Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science. Montpellier, France.
- Cholnoky J.: 1918. A Balaton hidrográfiája. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei 1. kötet. 2 rész. Magyar Földrajzi Társaság. Balaton Bizottság. Budapest.
- Cholnoky J.: 1926. A földfelszín formáinak ismerete. Budapest.
- Cots-Folch R. – Matínez-Casasnovas J.A. – Ramos M. C.: 2006. Land terracing for new vineyard plantation in the north-eastern Spanish Mediterranean region: Landscape effects of the EU Council Regulation policy for vineyards' restructuring. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 115. 1-4:88-96.
- Czinege A. – Kiss A. – Horváth M.: 2004. Elhagyott teraszok és a történeti tájhasználat rekonstrukciós lehetőségei: A nagymarosi teraszrendszer példája. [In: Barton G.-Dormány G. (szerk.) A magyar földrajz kurrens eredményei. II. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa] Szeged. SZTE TTK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. 1-12.
- Csemez A.: 1996. Tájtervezés – Tájrendezés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Csepregi P.: 1997. Szőlőtermesztési ismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Cserny T.: 2002. A balatoni negyedidőszaki üledékek kutatási eredményei. *Földtani Közlöny*. 132:193-213.
- Csornai G. - Csonka B. - Zelei Gy. - Martinovich L. - Kocsis A. - Tikász L. - László I. - Bognár E. - Csekő Á. : 2004. A Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer (MePAR). [In: Ferencz J. (szerk.) V. Földmérő Találkozó 5 th Conference of Geodesy.] Kolozsvár. 12-16.
- Demeter G. – Szabó Sz.: 2008. Morfometriai és litológiai tényezők kapcsolatának kvantitatív vizsgálata a Bükkben és északi előterén. A statisztikus (felszín)elemzés alkalmazásának lehetőségei a geomorfológiában. Debreceni Egyetem. Debrecen
- Diófási L.: 1985. A minőségi borszőlőtermesztés tudományos alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Dobos E.: 2001. A domborzat mint talajképző tényező kvantitatív modellezése digitális domborzati modellek felhasználásával. Földrajzi Konferencia. Szeged
- Dömsödi J.: 2007. A földértékelés, földminősítés módszertani elemzése (rendszerzése) és továbbfejlesztése. *Geodézia és kartográfia*. 3: 26-33.
- Dömsödi J.: 2011. Társadalom-térinformatika-kataszter: a földminősítés adatbázisának bővíthetősége. *Talajvédelem*. különszám: 17-24.
- Dunjó G. – Pardini G. – Gispert M.: 2003. Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain. *Catena*. 52. 1:23-37.
- Égető M.: 1975. XVIII-XIX. századi paraszti szőlőművelésünk néhány jellemző vonása. *Agrártörténeti Szemle*, 17. 450-462.
- Enyedi Gy.: 1969. A mezőgazdasági földhasznosítás térképezése. *Földrajzi Közlemények*. 17. 4: 309–323.
- Erdélyi J.: 1939. A pusztuló balatoni bazaltvidék. *Természettudományi Közlöny* 71. 1092: 65-75.
- Farsang A. – Kitka G. – Barta K.: 2011. Mezőgazdaságilag hasznosított kisvízgyűjtők talajerózióhoz kötődő elemdinamikája. *Talajvédelem*. Különszám. 339-349.

- Fehér O.: 2007. A talajviszonyokra ható természeti és emberi tényezők vizsgálata a Kárpát-medence néhány jellegzetes táján. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Félegyházi E. – Kiss T. – Szabó J.: 1999. Természetföldrajzi gyakorlatok. Egyetemi Jegyzet. Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen.
- Filep Gy.: 1979. Talajtani alapismeretek. I. kötet. Egyetemi jegyzet. Agrártudományi Egyetem. Debrecen
- Florinsky I. - Kuryakova G.: 1998. Determination of grid size for digital terrain models in soil investigations. Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science. Montpellier, France.
- Fórián T.: 2006. Tájhasználat-változás okai és jellege a Csobánc-hegyen. *Tájökológiai Lapok*. 4. 2: 419 - 425.
- Fórián T.: 2008. A támfalpusztulás kérdése a Sátor-hegy és a Csobánc szőlőterületein [In: Szabó J. - Demeter G. (szerk.) *Geographia generalis et specialis: Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára*] DE Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen. 295-302.
- Fórián T. - Nagy A. - Tamás J.: 2010. Precíziós gyümölcsstermesztés térinformatikai rendszerének kiépítése. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 14. 3: 313-321.
- Fórizs J.-né - Máté F. - Stefanovits P.: 1971. Talajbonitáció - földértékelés. *Az MTA Agrártudományi Osztályának Közleményei* 30. 3. 359-378.
- Foster G. R. - McCool D. K. - Renard K. G. - Moldenhauer W. C.: 1981. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conversion*. 36. 6: 355-359.
- Frisnyák S.: 1995. A tájak és az emberi tevékenységi formák. Tájak és tevékenységi formák, Földrajzi tanulmányok 2. Miskolc-Nyíregyháza. 23-26.
- Gaál Z. - Tóth G. - Vass J. - Nikl I. - Speiser F.: 2005. A D-e-Meter intelligens földminősítési rendszer információs technológiája. Agrárinformatika 2005 Konferencia Debrecen 2005 augusztus 23. pp. 1-6
- Gábris Gy. – Mari L.: 2007. A Zala-folyó lefejezése. *Földrajzi Értesítő*. 55. 1-2: 39-50.
- Géczi L.: 2003. Szőlőtermesztési és borászati alapismeretek. Főiskolai jegyzet, Nyíregyháza
- Géczy G.: 1968. Magyarország mezőgazdasági területe. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Góczán L.: 1960. A Tapolcai-medence kialakulástörténeti problémái. *Földrajzi értesítő*. 9. 1: 1-31.
- Góczán L. - Szász A. F.: 1971. A talaj látszólagos vízáteresztő képességének, mint a lejtőszög függvényének hidropedológiai vizsgálata. *Földrajzi Értesítő*. 20. 3: 261-266.
- Góczán L. - Benyhe I. - Lóczy D. - Molnár K. - Szalai L. - Técsy Z. - Tózsá I.: 1988. Agroökológiai mikrokörzetesítés a mezőgazdasági termőhelyminősítés szolgálatában. *Földrajzi Értesítő*. 37. 1-4: 28-31.
- Gonda I.: 2009. Időjárási szélsőségek okozta károk mérséklésének technikai és technológiai lehetőségei a gyümölcsösökben. „Klíma-21” Füzetek. 58: 45-51.
- Göndör J.-né. – Szabó T. – Gonda I. – Dremák P. – Soltész M. – Iváncsics J.- Kocsisné Molnár G. – Szabó Z. – Racskó J. – Nyéki J.: 2004. A körtefajták téli és tavaszi fagykárosodásának gyakorisága és mértéke. „Agro-21” Füzetek. 34: 35-45.
- Gyalog L. - Budai T.: 2004. Javaslatok Magyarország földtani képződményeinek litosztratifráiai tagolására. *MÁFI évi jelentés*, 195-232.
- Harnos Zs. - Szenteleki K.: 1995. Mezőgazdasági és élelmiszeripari információs rendszerek a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen. *Agrárkapcsolatok*. 2:26-27.

- Harrop S. R.*: 2007. Traditional agricultural landscapes as protected areas in international law and policy. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 121. 3: 296-307.
- Hermann T. - Dömsödi J.*: 2008. Új földminősítő rendszer bevezetésének szükségessége, a földértékeléssel összefüggő földügyi feladatok elősegítése. *Geodézia és Kartográfia*. 11. 60: 24-28.
- Hevesi A.*: 1978. A Bükk szerkezet- és felszínfejlődésének vázlata. *Földrajzi Értesítő*. 27. 2:169-204.
- Homonnay I.*: 1995. Szántó nekem a világ közepe. Fejezetek Abaújszántó múltjából. Abaújszántó Polgármesteri Hivatal, Sárospataki Nyomda Kft.
- Hunt Jr. E.R. - Rock B.N.*: 1989. Detection of Changes in Leaf Water Content Using Near- And Middle-Infrared Reflectances. *Remote Sensing of Environment*. 30:43-54.
- Jámbor Á.*: 1980. Szigethegységeink és környezetünk pannóniai képződményeinek fáciestípusai és ősföldrajzi jelentőségük. *Földtani közlöny*, MÁFI Budapest, 110. 498-511.
- Jolánkai G.*: 2004. The Tisza River Project. Real-life scale integrated catchment models for supporting water- and environmental management decisions. Final report of the project for the overall duration 01 January 2002 – 31 December 2004. VITUKI.
- Jolánkai M.*: 2010. Agriculture, soil management and climate change. [In: Climate change and Hungary: Mitigating the hazard and preparing for the impacts (The “VAHAVA” report)] Budapest. Hungary. 38-45.
- Jugovics L.*: 1959. Balaton-környéki bazalt-hegyek. *Természettudományi Közlöny*. 90. 59-62.
- Jugovics L.*: 1968. A Balaton-felvidék és a Tapolcai-medence bazaltterületeinek felépítése. *MÁFI évi jelentése*. 223-243.
- Justyák J.*: 1964. Adatok a magas művelésű szőlőállomány klímájához Tokaj-Hegyalján. *Acta Universitatis Debreceniensis De Ludovico Kossuth Nominatae* 9. 11:46-66.
- Justyák J.*: 2002. Terepklimatológiai mérések a Bodrogkeresztúri-félmedencében. [In.: *Frisnyák S. - Gál A.* (szerk.) Szerencs és környéke.] Szerencs-Nyíregyháza. 67-70.
- Justyák J. – Pinczés Z.*: 1976. A domborzat fagykármodosító hatása Tokajhegyalján. *Földrajzi Értesítő*. 25. 1:31-60.
- Kakas J.*: 1958. A Balaton éghajlatproblémái. *Földrajzi Közlemények*. 6. 4: 363-372.
- Kállay T-né – Szenci Gy.*: 1989. A termőhelyminősítés szempontjai és a termőhelyminősítés rendszere. *Kertgazdaság*. 21. 3:55-62.
- Kállay T-né M. E.*: 1993. Gyümölcsstermőhely minősítés módszerének kidolgozása és alkalmazása almánál, őszibaracknál, málnánál. Kandidátusi értekezés. Budapest
- Kárász I.*: 1991. Természetismereti tanösvény a Bükk kapujában a Nagy-Eged hegy. Egri Környezet- és Természetvédelmi Oktatóközpont, Eger
- Kardeván P. - Vekerdy Z. - Róth L. - Sommer ST. - Kemper TH. - Jordan Gy. - Tamás J. - Pechmann I. - Kovács E. - Hargitai H. - László F.*: 2003. Outline of scientific aims and data processing status of the first Hungarian hyperspectral data acquisition flight campaign., 3rd EARSeL Workshop on Imaging Spectroscopy in Oberpfaffenhofen., 2003. május 13-16.
- Katona Z. – Molnár A.*: 2005. Magyarország térinformatikai szőlőültetvény-nyilvántartó rendszerének (VINGIS) kialakítása. *Geodézia és Kartográfia*. 57. 10: 24-28.
- Kerényi A.*: 1976. Néhány gondolat a reliefenergiáról. *Földrajzi Értesítő*. 25. 1:1-30.

- Kerényi A.: 1984. A talajerózió vizsgálatának laboratóriumi kísérleti módszere. *Földrajzi Értesítő*. 33. 3: 266-276.
- Kerényi A.: 1991. Talajerózió. Térképezés, laboratóriumi és szabadföldi kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kerényi A.: 1994. Talajerózió-talajvédelem. [In: Varga E. (szerk.): Természeti és társadalmi környezetünk, Egyetemi jegyzet.] ELTE TTK. 73-97.
- Kerényi A. – Erőss J. – Légrádi A.: 1983. A talajművelés hatása Tokaj-Hegyalja talajainak víznyelésére és vízáteresztésére. *Földrajzi Értesítő*. 32. 2:185-202.
- Kertész Á. - Tóth A. - Szalai Z. - Jakab G. - Kozma K. - Booth, C.A., Fullen, M.A., Davies, K.: 2007. Geotextile as a tool against soil erosion in vineyards and orchards. [In: Kungolas, A. - Brebbia, C.A. - Beriatos, E. (eds.) Sustainable Development and Planning III. Volume 2. WIT Press. Southampton, UK.] 611-619.
- Kéz A.: 1941. A Balatonkörnyéki bazalthegyek. *Földgömb*. Magyar Földrajzi Társaság. 93-96.
- Kiss A. – Barta K. – Sümeghy Z. – Czinege A.: 2005. Historical land use and anthropogenic features: a case study from Nagymaros. *Acta Climatologica et Chorologica*. 38-39:111-124.
- Kocsis M. – Makó A. – Farsang A.: 2011. Talajváltozatok termékenység-becslése talajtérképeken alapuló mintaterületi adatbázisok alapján. *Talajvédelem*. Különszám. 25-34.
- Konkolyné Gyúró É.: 1989. Tokaj-hegyaljai szőlőskertek és szőlőművelők. *A Kert*. 10: 27.
- Koulouri M. – Giourga Chr.: 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena*. 69. 3:274-281.
- Kovács M.: 2006. Földművek. Egyetemi jegyzet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest
- Kovács házy F. - Balázs B. - Kovács házy P.: 1985. Támfalak és partfalak. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kovacsics J. - Ila B.: 1988. Veszprém megye helytörténeti lexikona II. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Kozák M. - Püspöki Z.: 1999. Földtani összefoglaló a Hollóháza, Sátoraljaújhely és Nyíregyháza 1:100.000-es méretarányú térképlapok fedetlen neogén vulkanosztratigráfiai térképéhez. Kézirat, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék Adattára, Debrecen
- Kozma P.: 1964. Szőlőtermesztés. I. kötet. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kozma P.: 2000. A szőlő és termesztése I. A szőlőtermesztés történeti, biológiai és ökológiai alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kozma P.: 2001. A szőlő és termesztése II. A szőlő szaporítása és termesztéstechnológiája. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kozma-Bognár V.: 2012. Hiperspektrális felvételek feldolgozásának és mezőgazdasági alkalmazásának vizsgálata. Doktori értekezés. Pannon Egyetem. Keszthely.
- Kreybig L.: 1946. Mezőgazdasági természeti adottságaink és érvényesülésük a növénytermesztésben. Magyar mezőgazdasági Művelődési Társaság. Budapest.
- Kruse F. A. - Lefkoff A. B. - Boardman J. B. - Heidebrecht K. B. - Shapiro A. T. - Barloon P. J. - Goetz A. F. H.: 1993. The Spectral Image Processing System (SIPS) - Interactive Visualization and Analysis of Imaging spectrometer Data. *Remote Sensing of the Environment*. 44: 145-163.
- Kupi K. – Belényesi M.: 1998. A Bodrogköz agroökológiai körzetesítése. *Földrajzi Értesítő*. 67. 4: 523–538.

- Lakatos L. – Szabó Z. – Soltész M. – Nagy J. – Ertsey I. – Racskó J. – Nyéki J.: 2005. A csapadék mennyiségének, típusának és eloszlásának változása a vegetációs és nyugalmi időszakban. *"Agro-21" Füzetek*, 45: 53-63.
- Lakatos L. – Gonda I. - Soltész M. – Szabó Z. – Sun Z-F. – Nyéki J.: 2011. Mikroklíma-vizsgálatok őszibarack- és szilva állományban. *"Klíma-21" Füzetek*, 64: 45-53.
- Láng S.: 1958. A Bakony geomorfológiai képe. *Földrajzi Közlemények*. 6. 4: 325-346.
- Láng I. - Csete L. - Harnos Zs.: 1983. A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Laposa J.: 1988. Szőlőhegyek a Balaton-felvidéken. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- László P. - Rajkai K.: 2003. A talajerózió modellezése. *Szemle, Agrokémia és Talajtan*. 52. 3-4: 427-442.
- Lengyel E.: 1956. Abaújszántó környékének földtani és közettani vizsgálata. *Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1954-ről*. Budapest. 93-104.
- Lóczy D.: 1989. Tájértékelés, földértékelés vagy mezőgazdasági célú környezetminősítés? *Földrajzi Értesítő*. 38. 3-4: 263-282
- Lóczy D.: 1998. Man-made terraces in a german agricultural landscape. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*. 21:55-59.
- Lóczy D.: 2002. Tájértékelés, földértékelés. *Studia Geographica*. Dialóg Campus Kiadó. Budapest-Pécs.
- Lóczy D. – Szalai L.: 1995. Korszerűsített termőhelyminősítés és agroökológiai körzetesítés földrajzi információs rendszer felhasználásával. *Földrajzi Értesítő*. 44. 1-2: 23-37.
- Lóczy D. – Nyizsalovszki R.: 2005. Borvidékek földhasználat-változásainak tájökológiai értékelése. *Tájökológiai Lapok*. 3: 243-252.
- Lóczy L.: 1913. A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerint telepedése. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. 1. kötet. 1 rész, 1 szakasz. Magyar Földrajzi Társaság. Balaton Bizottság. Budapest.
- Lóki J.: 1996. Távérzékelés. Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen.
- Lóki J.: 2000. Újfehértó természetföldrajzi képe. [In: Buczkó J. (szerk.): Újfehértó története] Újfehértó.
- Lovász Gy.: 1965. A reliefenergia új ábrázolása. *Földrajzi Értesítő*. 14. 1:131-145.
- Madarász B. – Németh T. – Jakab G. – Szalai Z.: 2011. A magyarországi erubáz talajok ásványos összetétele. *Talajvédelem*. Különszám. 43-50.
- Marosi S.: 1965. A deráziós völgyekről. *Földrajzi Értesítő*. 14. 2:229-242.
- Marosi S. - Szilárd J.: 1958. A Balaton somogyi partvidékének geomorfológiai képe. *Földrajzi Közlemények*. 6. 4:325-346.
- Marosi S. - Szilárd J.: 1963. A természetföldrajzi tájértékelés elvi-módszertani kérdéseiről. *Földrajzi Értesítő*. 12. 3: 393-417.
- Marosi S. - Szilárd J.: 1981. A Balaton kialakulása. *Földrajzi Közlemények*. 29. 1:1-29.
- Marosi S. - Szilárd J.: 1990. Magyarország Kistájainak Katasztere I-II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest
- Martínez-Casasnovas J. A. – Sánchez-Bosch I.: 2000. Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedès-Anoia vineyard region (NE Spain). *Soil and Tillage Research*. 57. 1-2:101-106.
- Martínez-Casasnovas J. A. – Bordes X.: 2005. Viticultura de precisión: Predicción de cosecha a partir de variables del cultivo e índices de vegetación. *Revista de Teledetección*. 24:67-71.
- Martínez-Casasnovas J. A. – Ramos M.C. – Ribes-Dasi M.: 2005. On-site effects of concentrated flow erosion in vineyard fields: some economic implications. *Catena*. 60. 2:129-146.

- Martinovich L. – Mishiro M. – Iván Gy. – Winkler P. – Katona Z. – Mikesy G.:* 2005. VINGIS: A szőlőültetvények országos térinformatikai rendszere. *Geodézia és Kartográfia*. 57. 10:19-23.
- Martonné Erdős K.:* 2001. Magyarország tájföldrajza. Egyetemi jegyzet. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen.
- Mentusz K.:* 1972. A Bikavér hazája. Középeurópa legmagasabb szőlőskertje az Eged. *Népújság*. Az MSZMP Heves Megyei Bizottsága és a Megyei Tanács Napilapja. 23. 61: 1972. 03.12.,
- Mészáros I. - Probáld F.:* 1968. Lejtőtulajdonságok hatása a közvetlen besugárzás mennyiségi eloszlására. *Földrajzi Értesítő*. 17. 2: 249-256.
- Meyer A. - Martínez-Casasnovas J. A.:* 1999. Prediction of existing gully erosion in vineyard parcels of the NE Spain: a logistic modelling approach. *Soil and Tillage Research*. 50. 3-4:319-331.
- Mezősi G. - Rakonczai J.:* 1997. A geoökológiai térképezés elmélete és gyakorlata. JATE Természeti Földrajzi Tanszék. Szeged.
- Mihály B.:* 2005. Szőlők gyomnövényei három vulkáni tanúhegyen. Doktori értekezés. Gödöllő.
- Mike K.:* 1980. Ősmedernyomok a Balaton környékén. *Földrajzi Értesítő*. 29. 2-3: 313-334.
- Mikéné Hegedűs F.:* 2007. A talajjellemzők és a terméshozam elemzése a precíziós növénytermesztésben. *Acta Agronomica Óváriensis*, 49. 2:147-152.
- Milics P. - Burai P. - Lénárt Cs.:* 2008. Pre-harvest prediction of spring barley nitrogen content using hyperspectral imaging. *Cereal Research Communication*. Akadémia Kiadó. 36: 1863-1866.
- Molnár A.:* 2007. Magyarország szőlő ültetvénystatisztikai műszaki térinformatikai rendszerének fejlesztése. Doktori értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
- Molnár A. – Katona Z.:* 2006. A VINGIS téradat-rendszerére alapozott, ágazati termőhely optimalizálás és értékelés. III. Magyar Földrajzi Konferencia, Konferenciái kiadvány.
- Molnár K.:* 1983. Talajvédelmi terv talajföldrajzi megalapozása Noszvaj (Bükkalja) környékén. *Földrajzi értesítő*. 32. 1:1-22.
- Moore I. D. - Gessler P. E. - Nielsen G. A. - Peterson G. A.:* 1993. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*. 57: 443–452.
- Müller I.:* 2007. Tokaj-Hegyalja A világörökségi címhez kapcsolódó fejlesztések. *Bor és Piac*. 6-7: 58-59.
- Naárné Tóth Zs. É.:* 2006. A termőföld közgazdasági értéke és piaci ára. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Nagy A. - Tamás J. - Nagy I.:* 2009. Őszibarack ültetvény lombzatának vizsgálata hiperspektrális adatok alapján [In: *Tóth G. (szerk.) LI. Georgikon Napok Tudományos Konferencia Kiadvány*] Keszthely. 643-652.
- Nagy A. - Tamás J. - Nyéki J. - Szabó Z.:* 2010. Mikroöntözés tervezése a feketsár-dűlői körte ültetvényben. [In: *Lukács G. (szerk.) Gazdaságosság és/vagy biodiverzitás?* 52. Georgikon Napok: A konferencia előadásainak összefoglalói = 52nd Georgikon Scientific Conference. Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar] Keszthely. 76.
- Nagy A. - Tamás J. - Soltész M. - Nyéki J. - Szabó Z.:* 2011. Colour and water content detection of sweet cherry by portable spectrometer. *International Journal of Horticultural Science*. 17. 4–5: 23-26.

- Nagy A. - Fórián T. - Tamás J. - Szabó Z. - Nyéki J. - Soltész M.: 2012. Assessment of soil characteristics in orchard. *International Journal of Horticultural Science* 18. 1: 11-14.
- Nagy P. T. – Szabó T. – Soltész M. – Nyéki J. – Szabó Z.: 2011. A csapadékos időjárás hatása az almaültetvény tápanyagfelvételére és - ellátottságára. "Klíma-21" Füzetek. 64: 22-26.
- Nagy R. – Zsófi Zs. – Papp I. – Földvári M. – Kerényi A. – Szabó Sz.: 2012. Evaluation of the relationship between soil erosion and the mineral composition of the soil: a case study from a cool climate wine region of Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 7. 1:223-230.
- Neményi M.: 2005. A klímaváltozás agrárműszaki vonatkozásai. "Agro-21" Füzetek. 43: 45-70.
- Neményi M. – Milics G. – Kovács A. J. – Sitkei Gy.: 2010a. Agrárműszaki feladatok az extrém csapadékos időszakok kapcsán. "Klíma-21" Füzetek. 61: 121-134.
- Neményi M. – Tamás J. – Fenyvesi L. – Milics G.: 2010b. A távérzékelés alkalmazása a biomassza és a vízkészletek mennyiségének, valamint minőségének megállapításánál. "Klíma-21" Füzetek. 59: 51-60.
- Nemes L.: 2000. Az egri szőlőtermesztés és az egri bor története. [In: *Csizmadia L.* (szerk.): Egri borok könyve. Kossuth Kiadó. Gyula] 7-14.
- Németh T.: 1999. A precíziós trágyázás alkalmazhatóságának talajtani-agrokémiai feltételei. [In: Nagy J. - Németh T. (szerk.): Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. Debreceni Agrártudományi Egyetem.] Debrecen. 120-137.
- Németh T. - Szabó J. - Pásztor L – Bakacsi Zs.: 2002. Elaboration of a complex GIS application in a catchment area. *Water Science and Technology*. 45. 9: 133-140.
- Németh T. – Neményi M. - Harnos Zs.: 2007. A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE Press – MTA TAKI. Szeged
- Nyírsalovszki R.: 2002. A morfológiai nagyformák és a területhasználat kapcsolata egy Tokaj-hegyaljai mintaterületen. [In: *Frisnyák S. - Gál A.* (szerk.) Szerencs és környéke.] Szerencs-Nyíregyháza. 49-59.
- Nyírsalovszki R.: 2003. Tájökológiai vizsgálatok a Tállyai-félmedencében – különös tekintettel a szőlő termőhelyi adottságainak vizsgálatára. Doktori értekezés. Debrecen
- Nyírsalovszki R. - Lóczy D.: 2005. Terroir vagy dűlő? A terroir létjogosultsága Tokaj-Hegyalján. [In: *Frisnyák S. – Gál A.* (szerk.): Szerencs, Hegyalja kapuja konferencia kötet] Nyíregyháza-Szerencs. 79-99.
- Nyírsalovszki R. - Lóczy D.: 2008. Tradicionális tájhasználat és terroir Tokaj-Hegyalján. [In: *Csorba P. - Fazekas I* (szerk.): Táj kutatás – tájökológia.] Debrecen. Meridián Alapítvány. 111-116.
- Papp J.: 2004. A gyümölcsök termesztése. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Pásztor L. - Szabó J. - Bakacsi Zs. - Dombos M. - László P.: 2007. A Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer pontosságának és megbízhatóságának növelése. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 11. 2:85-98.
- Pécze Gy.: 1981. Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 258-285.
- Pécsi M.: 1988. Dunántúli-középhegység. B kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Pécskay Z. - Balogh K. - Székyné F.V. - Gyarmati P.: 1987. A Tokaji-hegység miocén vulkánosságának K/Ar geokronológiája. *Földtani Közlöny*. 117. 3:237-253.
- Plieninger T. – Höchtl F. – Spek T.: 2006. Traditional land-use and nature conservation in European rural landscape. *Environmental Science and Policy*. 9: 317-321.
- Prohászka F.: 1953. Szőlőművelés és borgazdaság. Mezőgazdasági Szakkönyvtár 10., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- Rajkai K. - Szász G. - Huzsvai L.: 2004. Agroökológiai modellek. Debrecen, Debreceni Egyetem.
- Ramos M.C. – Porta J.: 1997. Analysis of design criteria for vineyard terraces in the mediterranean area of North East Spain. *Soil Technology*. 10:155-166.
- Ramos M.C. – Cots-Folch R. – Martínez-Casasnovas J. A.: 2007. Sustainability of modern land terracing for vineyard plantation in a Mediterranean mountain environment – The case of the Priorat region (NE Spain). *Geomorphology*. 86. 1-2:1-11.
- Renard K. G. - Foster G. R. - Weesies G. A. - Mccool D. K. - Yoder D. C.: 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA Agriculture Handbook No.703. U.S.Gov. Printing Office. Washington, D. C. (<http://ddr.nal.usda.gov/dspace/bitstream/10113/11126/1/CAT10827029.pdf>)
- Richter M. – Block M.: 2001. Vielfalt in den Cinque Terre (Ligurien. Über den Niedergang einer Kulturlandschaft und die Rückkehr der Natur. *Geographische Rundschau*. 53. 4:40-47.
- Riczu P. - Tamás J. - Nagy G. - Nagy A. - Fórián T. - Jancsó T.: 2011. A 3D lézerszkenner kertészeti alkalmazhatósága. *Acta Agraria Debreceniensis*. 46: 75-78.
- Rosell J. R. - Llorens J. - Sanz R. - Arno J. - Ribes-Dasi M. - Masip J. - Escola A. - Camp F. - Solanelles F. - Gracia F. - Gil E. - Val L.: 2009. Obtaining the three-dimensional structure of tree orchards from remote 2d terrestrial LIDAR scanning. *Agricultural and Forest Meteorology*. 149. 9:1505–1515.
- Sajtos L. - Mitev A.: 2007. SPSS Kutatási és Adatelemzési Kézikönyv. Alinea Kiadó. Budapest.
- Sándor A.: 1983. Kilátás a kövekről - Bükki Nemzeti Park. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Schmitt A. – Dotterweich M. – Schmidtchen G. – Bork H-R.: 2003. Vineyards, hopgardens and recent afforestation: effects of late Holocene land use change on soil erosion in northern Bavaria, Germany. *Catena*. 51. 3-4: 241-254.
- Schréter Z.: 1913. Eger környékének földtani viszonyai. *Földtani Intézet Évi Jelentése 1912-ről*. Budapest. 130-146.
- Schréter Z.: 1939. A Bükk-hegység délkeleti oldalának földtani viszonyai. *Földtani Intézet Évi Jelentése 1932-34-ről*. Budapest. 511-526.
- Selige T. - Böhner J. - Schmidhalter U.: 2006. High resolution topsoil mapping using hyperspectral image and field data in multivariate regression modelling procedures. *Geoderma*. 136. 1–2: 235–244.
- Sepulcre-Cantó G. - Zarco-Tejada P.J. - Jiménez-Muñoz J.C. - Sobrino J.A. - Soriano M.A. - Fereres E. - Vega V. - Pastor M.: 2007. Monitoring yield and fruit quality parameters in open-canopy tree crops under water stress. Implications for ASTER. *Remote Sensing of Environment*. 107: 455–470.
- Sidlovits D.: 2008. Vertikális koordináció a szőlő és borágazatban. Doktori értekezés. Corvinus Egyetem. Budapest.
- Sims D.A. - Gamon J.A.: 2002. Relationships Between Leaf Pigment Content and Spectral Reflectance Across a Wide Range of Species, Leaf Structures and Developmental Stages. *Remote Sensing of Environment*. 81:337-354.
- Sisák I. - Bámer B.: 2008. A Géczy Gábor vezetésével készült talajismereti és talajhasználati térképek digitális adatbázisa a Balaton vízgyűjtőjén. Talajtani Vándorgyűlés. Nyíregyháza, 2008. május 28–29. *Talajvédelem*. Különszám: 645-652.

- Sisák I. – Pőcze T.: 2011. Térinformatikai elemző módszer kidolgozása a feltalaj fizikai féleségének közelítő becslésére heterogén pontadatokból. *Talajvédelem*. Különszám: 77-84.
- Soltész M.: 2003. Fenológia. [In: Papp J. (szerk.) Gyümölcsstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 282-291.
- Soltész M.: 2004. Körte. [In: Papp J. (szerk.) Gyümölcsstermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Soltész M. - Szabó T.: 1998. Alma. [In: Soltész M. (szerk.): Gyümölcsfajta-ismeret és -használat. Mezőgazdasági Kiadó] Budapest. 119-155.
- Soltész M. - Nyéki J. – Szabó Z.: 2004. A klímaváltozás kihívásai a gyümölcsstermesztésben. "Agro-21" Füzetek. 34: 3-20.
- Soltész M. - Szabó Z. – Nyéki J.: 2010. A gyümölcsstermesztés biztonsága. "Klíma-21" Füzetek. 61: 56-71.
- Sorensen R. – Zinko U. – Seibert J.: 2006. On the calculation of the topographic wetness index: evaluation of different methods based on field observations. *Hydrology and Earth System Sciences*. 10:101-112.
- Stefanovits P.: 1956. Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Stefanovits P.: 1977. Talajvédelem, környezetvédelem. Biológiai környezetünk védelme, Mezőgazdasági Kiadó.
- Suárez L. - Zarco-Tejada P.J. - González-Dugo V. - Berni J.A.J. - Sagardoy R. - Morales F. - Fereres E.: 2010. Detecting water stress effects on fruit quality in orchards with time-series PRI airborne imagery. *Remote Sensing of Environment*. 114: 286–298.
- Szabó G.: 2006. Kartográfiai és térinformatikai módszerek pontosságának földrajzi szempontú vizsgálata. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem.
- Szabó J.: 1984. A természeti környezet mezőgazdasági szempontú értékelése a Csereháton. *Földrajzi Közlemények*. 32. 3: 255-284.
- Szabó J.: 1996. Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfológiai fejlődésében. Habilitációs értekezés, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. 184-185.
- Szabó J.: 2002. Nagyléptékű talajtani térinformatikai rendszer szerepe a térségi szintű agrár-környezeti problémák vizsgálatában. Doktori értekezés. Keszthely.
- Szabó J. - Pásztor L. - Bakacsi Zs.: 2002. Compilation of farm level soil information systems in Hungary. [In: Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science, Bangkok, 14-22/8/02, CD-ROM]
- Szabó J. - Milics G. - Tamás J. - Pásztor L.: 2007. Térinformatika a precíziós mezőgazdaságban. [In: Németh T. - Neményi M. - Harnos Zs. (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana] Szeged. JATEPress - MTA TAKI. 39-62.
- Szabó J. - Fórián T.: 2008. A Tapolcai-medence tájképi jellemzői és értékei a tanúhegyek természetes és antropogén lejtőfejlődésének tükrében [In: Antal G. - Tóth J. - Wilhelm Z. (szerk.): A Balatonról Lóczy Lajos emlékére, ISBN 978-963-642-258-5], Idresearch Kft./Publikon Kiadó, Pécs, 209-232.
- Szabó J. - Pásztor L. - Bakacsi Zs. - Tar F. - Szalai S. - Mikus G. - Németh Á.: 2011. Természeti hátrányokkal érintett területek lehatárolása közös európai biofizikai kritériumrendszer alapján. *Talajvédelem*. különszám: 85-92.
- Szabó J. - Dombos M. - László P. - Koós S. - Laborczi A. - Bakacsi Zs. - Pirkó B. - Pásztor L.: 2013. A mezőgazdasági eredetű környezeti terhelések és a talajok környezeti állapotának térbeli készletezése Magyarországon. [In: Lóki J. (szerk.) Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Debrecen Egyetemi Kiadó] 397-406.

- Szabó Sz.: 2004. Talajtulajdonságok szerepének értékelése egy tájérzékenység-vizsgálat példáján. *Studia Geographica*. 13. Debreceni Egyetem.
- Szabó Sz. - Pataki D. - Csorba P.: 2006. Az erózióérzékenység vizsgálata digitális magasságmodellen alapuló kvalitatív módszerrel egy tokaj-hegyaljai mintaterületen [In: *Hegedűs A.* (szerk.): II. HUNDEM Konferencia kiadványa: Lehetőségek a domborzatmodellezésben] Miskolc.
- Szakály F.: 1998. Országos borminősítés 1707-ből. *História*, 5-6:38.
- Szalai Gy.: 1984. A vízgazdálkodás és melioráció műszaki alapjai. Egyetemi jegyzet, GATE, Gödöllő.
- Szalai K.: 2004. Geomorfológiai vizsgálatok az Upponyi-szigethegységben és előterein, különös tekintettel a földtani adottságok szerepére. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem.
- Szalai L.: 1993. A mikrokörzetesítés új megközelítési módozatai az agroökológiai kutatásokban. *Földrajzi Értesítő*. 62. 1: 7-14.
- Szász G. - Tőkei L.: 1997. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Szendrei G.: 2000. Talaj-mikromorfológia. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- Szenteleki K.: 2007. A HEGYIR-BORIR_NETIR és VINGIS rendszerek a szőlő bor ágazatban. Hegyközségek Nemzeti Tanácsa. Budapest.
- Szenteleki K. – Martinovich L. – Mishiro M. – Urbán A. – Horváth Cs. – Botos E. P. – Szabó A.: 2005. Az EU konform szőlő ültetvény kataszter adatbázisának és térinformatikai háttérének fejlesztése. Agrárinformatika. Informatikai kutatások, fejlesztések és alkalmazások az agrárgazdaságban és vidékfejlesztésben Konferencia, 2005. augusztus 23. Debrecen. Konferencia Kiadvány. 18.
- Szenteleki K. - Bartholy J. - Mézes Z. - Soltész M. - Torma Cs.: 2010a. Klímakockázati adatbázisok a gyümölcsstermesztésben. [In.: *Herdon M. – Kapronczai I.* (szerk.): Agrárinformatikai tanulmányok I., MAGISZ] 127-164.
- Szenteleki K. - Gaál M.- Mézes Z. - Soltész M. - Nyéki J. - Szabó Z.: 2010b. Correlation of precipitation distribution and quality sweet cherry production. *International Journal of Horticultural Science*. 16. 4: 39–43.
- Szenteleki K. – Gaál M. – Mézes Z.: 2010c. Időjárási anomáliák és a nyugat-dunántúli gyümölcsstermelés. "Klíma-21" Füzetek. 61: 72-83.
- Szenteleki K. - Mézes Z. - Nyéki J. - Szabó Z. - Gaál M. - Soltész M.: 2011. Meggy termékpályák meghatározó elemei "Klíma-21" Füzetek. 64: 78-91.
- Szepesházi R.: 2008. Geotechnika. Egyetemi jegyzet, Széchenyi István Egyetem, Győr.
- Szepesi J.: 2007. Az abaújszántói Sátor-Krakó hegycsoport földtani és morfológiai fejlődéstörténete. In: *Frisnyák S. – Gál A.* (szerk.): Szerencs, Dél-Zemplén központja, A IV. Tájföldrajzi Konferencia Előadásai, Nyíregyháza-Szerencs, pp. 95-104.
- Szilárd J.: 1965. A külső-somogyi meridionális völgyek. *Földrajzi Értesítő*. 14. 2: 201-228.
- Szilassi P. - Kiss R.: 2001. Tájváltozás térinformatikai módszerekkel történő értékelése egy Balaton-felvidéki mintaterület (Fekete-hegy) példáján. Földrajzi Konferencia, Szeged 2001.
- Szilassi P. - Jordan G. - Rompaey A. - Csillag G.: 2006. Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. *Catena*. 68. 2–3: 96-108.
- Tamás J. – Buzás I. – Nagy I.: 2005. A mintapontok folytonos GIS térbeli elemzése a cukorrépa termésének és minőségének vizsgálata során. *Agrártudományi Közlemények*. 18: 56-61.

- Tamás J.: 2001. Precíziós mezőgazdaság. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- Tamás J. - Lénárt Cs. - Burai P. - Fenyvesi L. - Deákvári J. - Kovács L.: 2009. Evaluation of spatial accuracy of biomass spectral data cubes based on AISA DUAL flight campaigns. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Protecţia Mediului*. 14: 300-304.
- Tamás J. - Nagy A.: 2009. Green vegetation evaluation based on NDVI and field measurements. [In: *Celkova, A.*(eds): Proceeding of peer-reviewed contributions, Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system] Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 665-670.
- Tamás J. - Fórián T. - Nagy A. - Nyéki J. - Soltész M.: 2010. Pilot study for irrigation modelling of a pear plantation. *International Journal of Horticultural Science*. 16. 3: 81-85.
- Tamás J. - Szabó Z.: 2010. Hyperspectral evaluation of the pear trees on the basis of the genetic collection of the different species. ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, Vienna, Austria, July 5–7, 2010, IAPRS, Vol. XXXVIII, Part 7B
- Tamás J. - Nagy A. - Fórián T. - Nyéki J. - Szabó T. - Szabó Z.: 2012. Precision geoinformational system of the pear gene-collection orchard. *International Journal of Horticultural Science*. 18. 1: 43-50.
- Telbisz T.: 2007. Digitális domborzatmodellekre épülő csapadék-lefolyás modellezés. *Hidrológiai Közlöny*. 87. 3:53-59.
- Terzoudi Chr. B. – Gemtos T. A. – Danalatos N. G. – Argyrokastritis I.: 2007. Applicability of an empirical runoff estimation method in central Greece. *Soil and Tillage Research*. 92. 1-2:198-212.
- Thyll Sz.: 1992. Talajvédelem és vízrendezés dombvidékeken. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Timon B.: 2003. Őszibarack-termesztés meleg, védett fekvésben. *Kertészet és Szőlészet* 43:14-16.
- Tolner I. - Deákvári J. - Kovács L. - Szalay K. - Papp Z. - Kardeván P. - Fenyvesi L.: 2010. Hiperspektrális információk alkalmazási lehetőségei a mezőgazdasági technológiában. Térinformatikai konferencia és szakkiallítás Debrecen. Konferencia kiadvány. 167-174.
- Tóth A. – Szalai Z. – Jakab G. – Kertész Á. – Bádonyi K. – Mészáros E.: 2001. Talajpusztulás modellezése MEDRUSH modell alkalmazásával. *Földrajzi Értesítő*. 50. 1-4: 127-136.
- Tóth G.: 2009. Hazai szántóink földminősítése a D-e-Meter rendszerrel. *Agrokémia és Talajtan*, Akadémiai Kiadó, 58. 2: 227-242.
- Tucker C.J.: 1979. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of the Environment* 8:127-150.
- Udovecz G. – Erdész F-né.: 2005. A hazai gyümölcsstermelés jelenlegi helyzete. "Agro-21" Füzetek, 45: 3-15.
- Vajkai A.: 1958. Balaton melléki préházak. Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata, Budapest
- Várallyay Gy.: 1987. Environmental relationships of soil water management. [In: Proceeding 2nd International Seminar on Soil, Plant and Environment Relationships. Current Plant and Soil Science in Agriculture.] Debrecen. 1-2: 7-32.
- Várallyay Gy.: 1994. Talaj – talajvédelem - talajhasználat. [In: *Varga E.* (szerk.): Természeti és társadalmi környezetünk, Egyetemi jegyzet.] ELTE TTK. 3-72.
- Várallyay Gy.: 2004. Az agroökológiai kutatási program. "Agro-21" Füzetek. 37: 5-23.

- Várallyay Gy.: 2010. A talaj, mint víztározó; talajszáradás. *"Klíma-21" Füzetek*. 59: 3-25.
- Várallyay Gy. - Szűcs L. - Murányi A. - Rajkai K. - Zilahy P.: 1979. Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe I. *Agrokémia és Talajtan*. 28: 363-384.
- Vermes L.: 1997. *Vízgazdálkodás*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Vitányi B.: 2002. Mikroklíma vizsgálatok Tokaj-hegyaljai szőlőkben. [In.: *Frisnyák S. - Gál A.* (szerk.) Szerencs és környéke.] Szerencs-Nyíregyháza. 61-66.
- Wellmann I.: 1984. Bél Mátyás - Magyarország népének élete 1730 táján. Gondolat Kiadó. Budapest.
- Wilson J. P. - Gallant J. C.: 1998. Terrain-based approaches to environmental resource evaluation. [In: *Lane, S. N., Richards, K. S., Chandler, J. H.* (eds.) *Landform Monitoring, Modelling and Analysis*.] New York, Wiley. 219-240.
- Winkler P.: 2003. Magyarország Digitális Ortofotó Programja (MADOP) és nagyfelbontású digitális domborzat modell (DDM) az ország teljes területére. Térinformatikai Almanah, http://terinformatika-online.hu/Content_upload/Rovatok/egyeb/html/2003_e21.html
- Winkler P.: 2004. The national orthophoto program of Hungary completed under strict quality control. Proceeding of the ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/375.pdf>
- Wischmeier W. H. - Smith D.D.: 1978. Predicting rainfall erosion losses—a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.
- Zelenák I.: 2007. A szőlőtermő területek klasszifikációjának történelmi tapasztalatai a Tokaji borvidéken. [In: *Frisnyák S. – Gál A.* (szerk.): Szerencs, Dél-Zemplén központja, A IV. Tájé földrajzi Konferencia Előadásai] Nyíregyháza-Szerencs, 425-438.
- Zsófi Zs.: 2009. Eltérő vízellátottságú termőhelyek hatása a Kékfrankos szőlőfajta (*Vitis vinifera* L.) vízháztartására, termelésére és fotoszintetikus hőstabilitására. Doktori értekezés. Gödöllő.

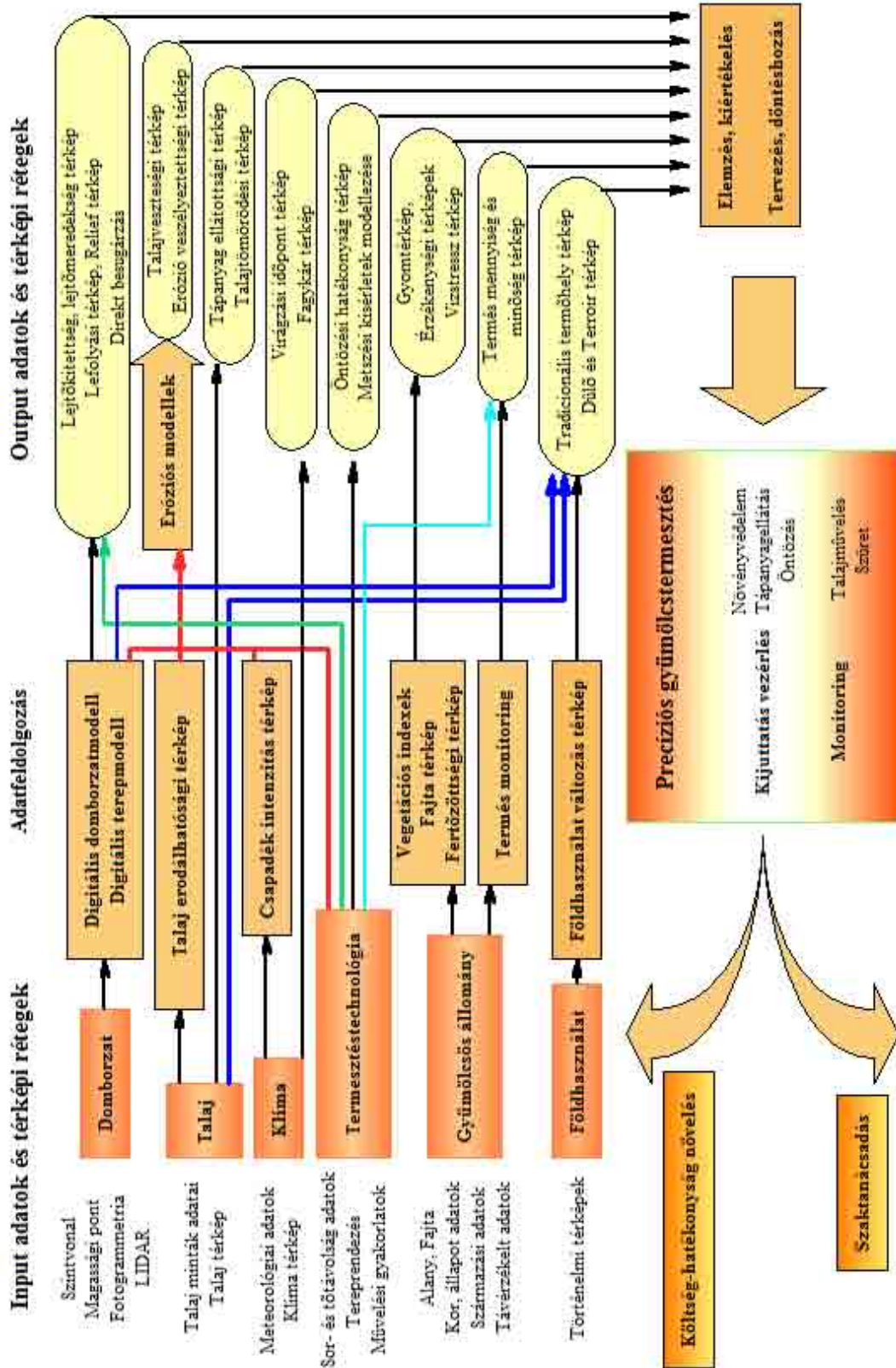
Jogszabályok

- Tanács 2000. Július 17-i 1593/2000/EK rendelete az egyes közösségi támogatási programok integrált igazgatási és ellenőrzési rendszerének létrehozásáról szóló 3508/92/EGK rendelet módosításáról. *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*. 03/30: 94-97.
- Tanács 1999. május 17-i 1493/1999/EK rendelete a közös borpiaci szervezetekről. *Az Európai Közösségek Hivatalos Lapja*. 50. 179:1-198.
- 95/2004. (VI.3.) FVM rendelet a szőlő termőhelyi kataszterének felvételezéséről és módosításáról. *Magyar Közlöny* 2004. június 03. 75: 7586-7595.
- 97/2009. (VII.30.) FVM rendelet a borszőlő termőhelyi kataszterének felvételezéséről, kiegészítéséről és módosításáról. *Magyar Közlöny* 2009. július 30. 108: 29367-29376.
2004. évi XVIII. törvény a szőlőtermesztésről és a borgazdálkodásról. *Magyar Közlöny* 2004. április. 9. 44:3841-3582.
- 127/2009. (IX.29.) FVM rendelet a szőlészeti és a borászati adatszolgáltatás, valamint a származási bizonyítványok kiadásának rendjéről, továbbá a borászati termékek előállításáról, forgalomba hozataláról és jelöléséről. *Magyar Közlöny* 2009. szeptember. 29. 139:37388-37467.
- Földértékelési Szabályzat (5/1981.(IV.2.) MÉM sz. rendelethez Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítő 32. 7. 264-319.

10. MELLÉKLETEK

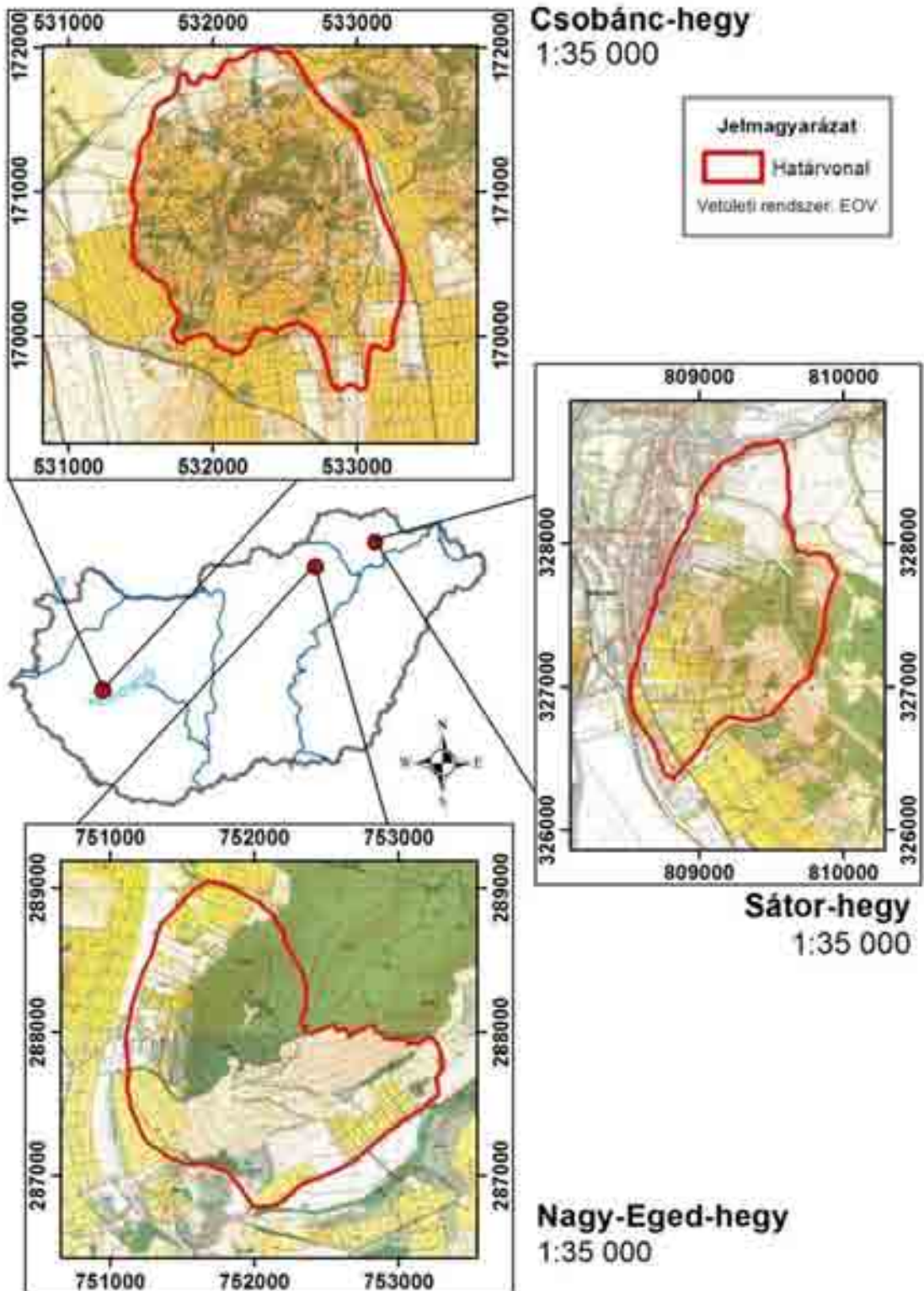
1. melléklet

Precíziós szőlő- és gyümölcsstermesztés logikai modellje (Saját szerkesztés)



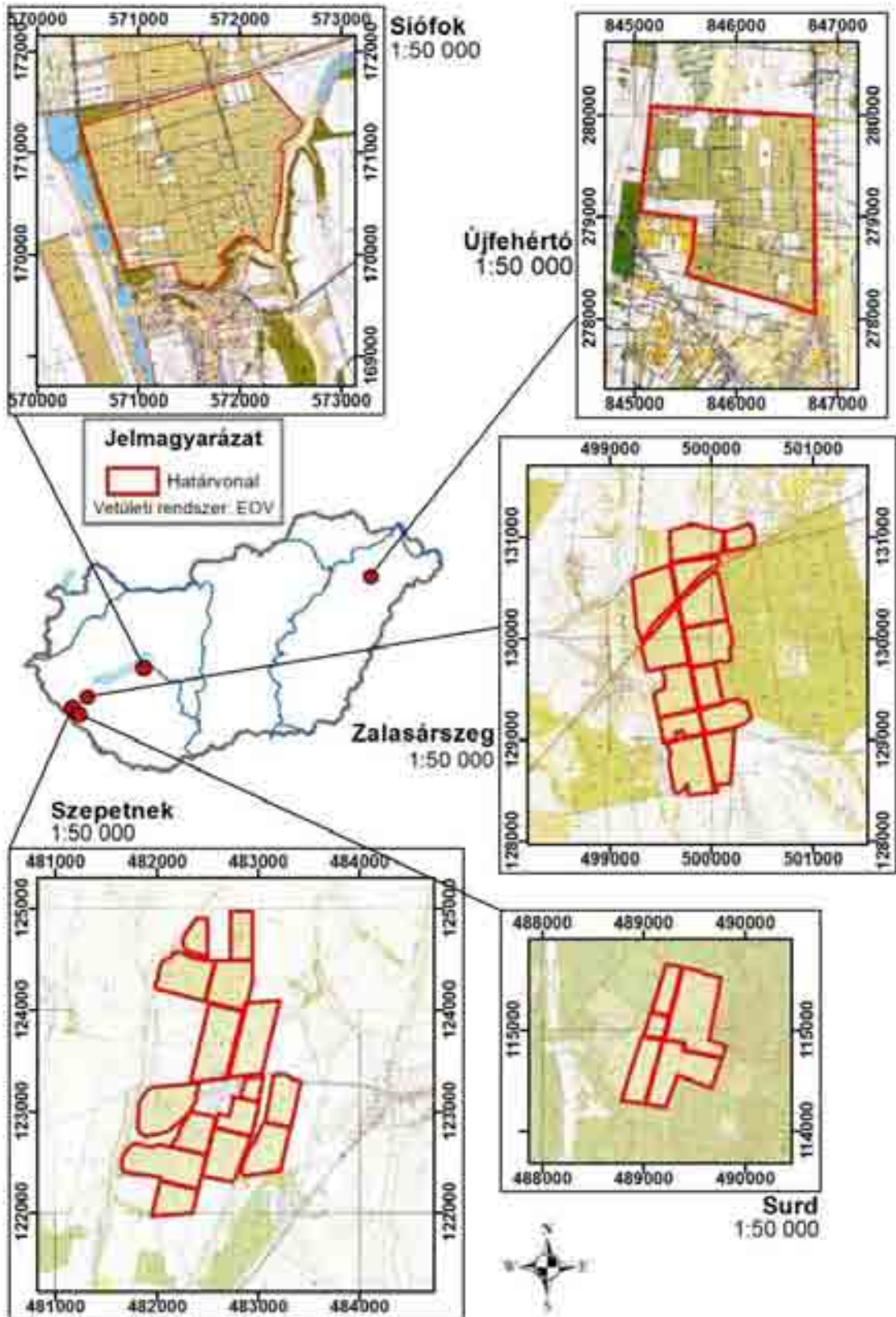
2. melléklet

A vizsgált szőlőhegyek elhelyezkedése és lehatárolása (Saját szerkesztés)



3. melléklet

A vizsgált gyümölcsültetvények elhelyezkedése és lehatárolása (Saját szerkesztés)



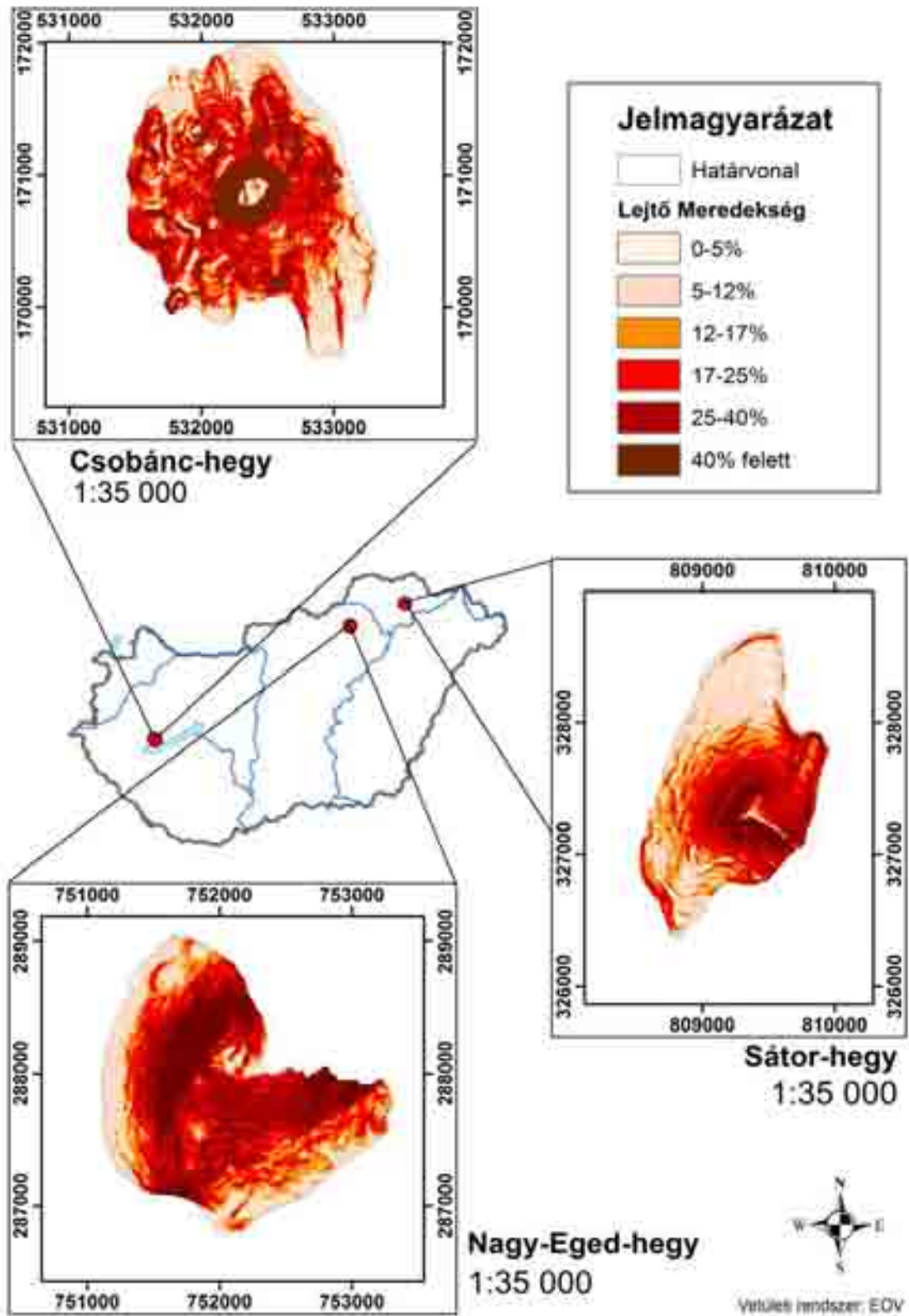
4. melléklet
A vizsgált mintaterületek tulajdonságai (Saját szerkesztés)

	Csobánc-hegy	Sátor-hegy	Nagy-Eged-hegy
Magasság	375 m	335 m	537 m
Mintaterület	300 ha	140 ha	280 ha
Alapkőzet	pannon üledék, bazalt	riolít változatok	mészkö
Talajtípus	barna erdőtalaj, erubáz	barna erdőtalaj	rendzina
Fizikai féleség	homok, vályog	vályog	vályog
pH H ₂ O	6-9	4-7	7-9
humusz%	0,5-4	0,5-3	1-3
Éghajlat	mérsékelt meleg- mérsékelt száraz	mérsékelt hűvös- száraz	mérsékelt hűvös- száraz
Átlagos napfénytartam	2050 óra	1925 óra	1950 óra
Évi középhőmérséklet	10-10,5 °C	8-9 °C	9,5-10,5 °C
Januári középhőm.	-1,4 °C	-4 °C	0°C
Júliusi középhőm.	21-22 °C	19 °C	21°C
Csapadék	650-700 mm	570-600 mm	580-600 mm
>10 °C időszak hossza	193 nap	184 nap	186 nap
Fagymentes napok száma	195	180	190
Szélirány	É	ÉK, D	ÉNy, DK
Termesztett fajták	Olaszrizling, Rajnai rizling, Szürkebarát	Furmint, Hárslevelű, Sárga muskotály	Kadarka, Cabernet Savignon, Merlot
Térállás	60*90, 90*150, 90*300	60*150, 90*150	60*200, 90*240
Támaszrendszer	hagyományos, kordonos	alacsony, közép magas k.	közép magas kordonos
	Újfehértó	Siófok	Nagykanizsa
Átlag Magasság	124 m	133 m	>170 m
Mintaterület	270 ha	300 ha	496 ha
Alapkőzet	homok	folyóvízi hordalék	folyóvízi hordalék
Talajtípus	humuszos homok	csernozjom	barna erdőtalaj
Fizikai féleség	homok	vályog, vályogos-agyag	homokos vályog
pH H ₂ O	5-7	6-8	4-8
humusz %	0,5-2	0,5-4	0,5-2
Éghajlat	mérsékelt meleg, száraz, hideg télű	mérsékelt meleg- száraz	mérsékelt hűvös- mérsékelt nedves
Átlagos napfénytartam	1960-2000 óra	2040 óra	1800-1900 óra
Évi középhőmérséklet	9,5 °C	11,2 °C	9,8-10,2 °C
Januári középhőm.	-2 °C	-0,5 °C	-1 °C
Júliusi középhőm.	20,8 °C	21,4 °C	19,7 °C
Csapadék	550-600 mm	557 mm	700-750 mm
Fagymentes napok száma	185	208	175-180
>10 °C időszak hossza	187 nap	190 nap	183 nap
Szélirány	ÉK, DNy, É	É, ÉNy	É, D
Termesztett faj	meggy, alma, körte stb.	őszi, kajszi, alma, stb.	körte, alma, meggy
Térállás	4*2, 4*6, 5*3, 8*5	5*3, 6*4, 5*4	5*3, 6*3, 7*5
Koronaforma	Szabadorsó, karcsúorsó	Karcsúorsó, katlan	Szabadorsó

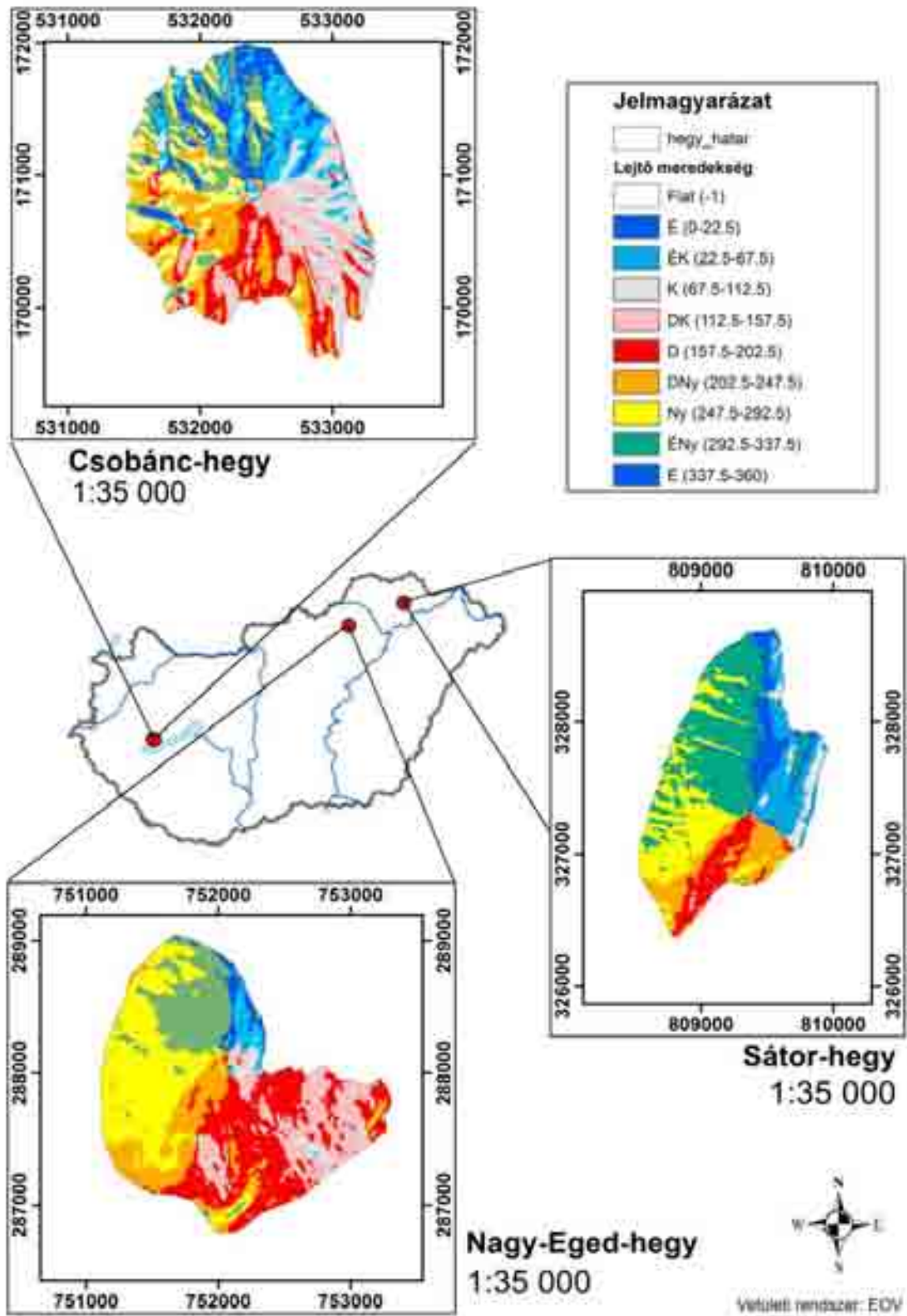
Forrás: (Stefanovits, 1956; Marosi és Szilárd, 1981; Péczely, 1981; Pécsi, 1988; Marosi és Szilárd, 1990; Homonnay, 1995; Martonné, 2001; Várallyay, 2010; www.met.hu)

5. melléklet

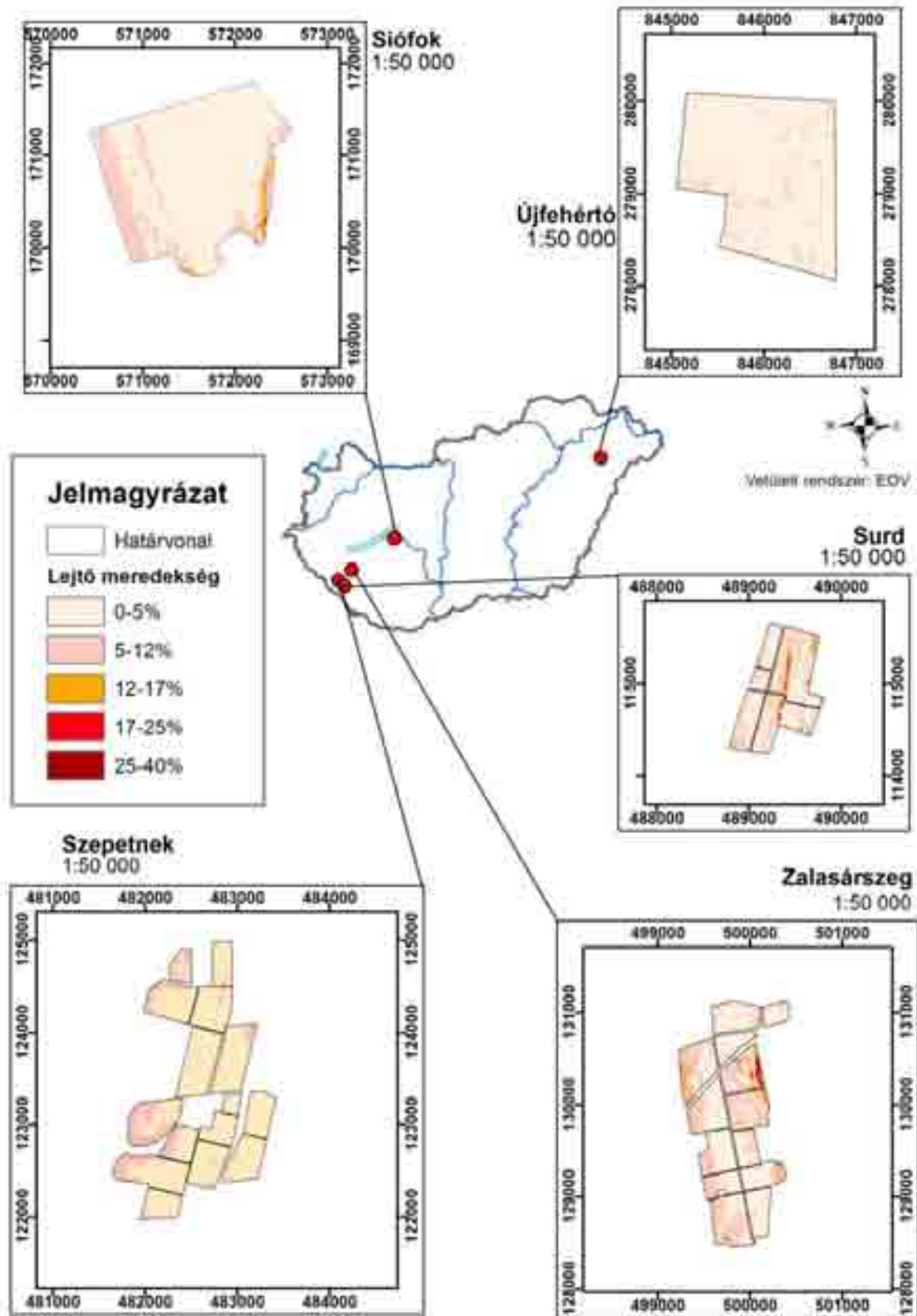
A vizsgált szőlőhegyek lejtő meredekségi térképei (Saját szerkesztés)



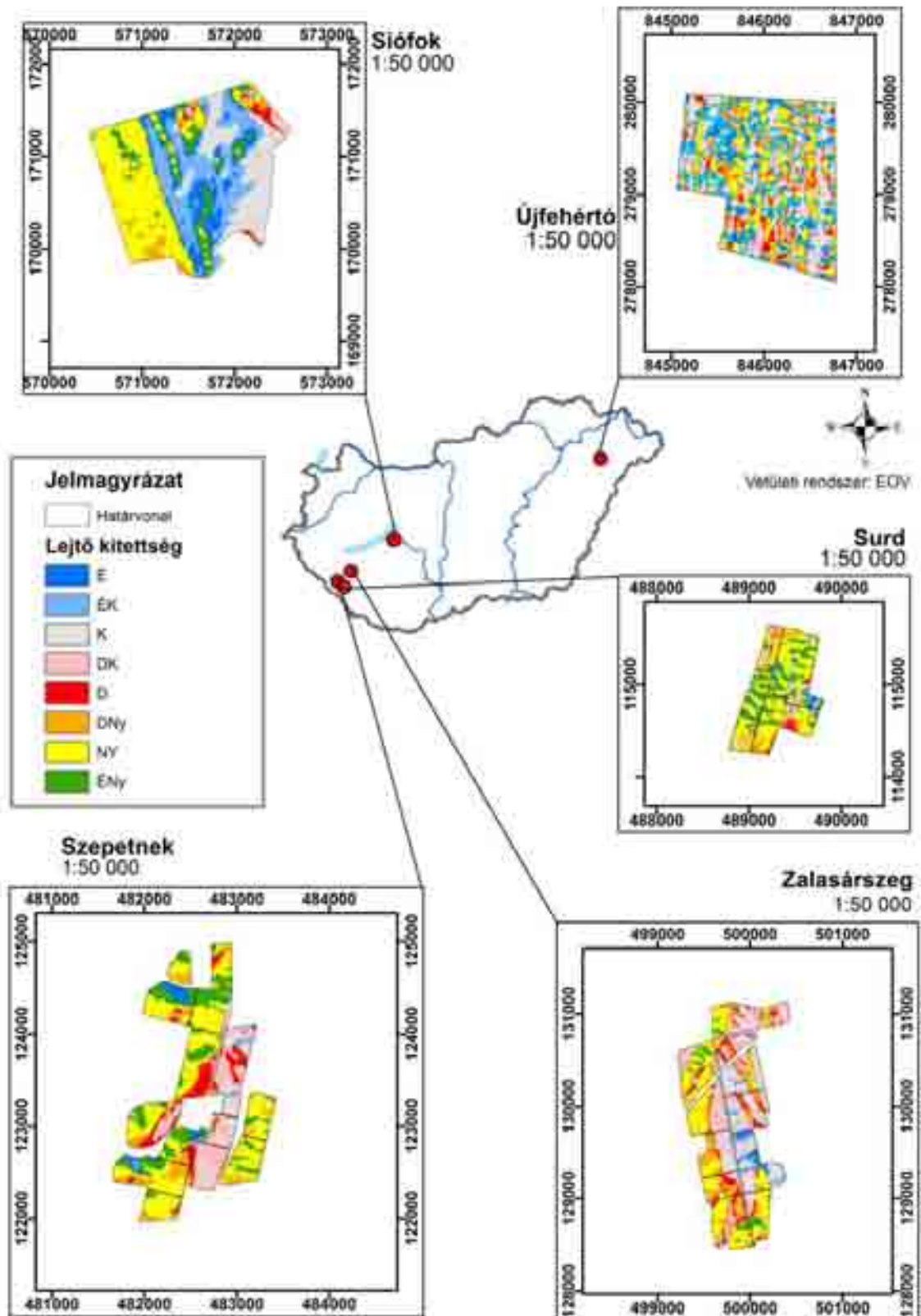
6. melléklet
A vizsgált szőlőhegyek lejtő kitétség térképei (Saját szerkesztés)



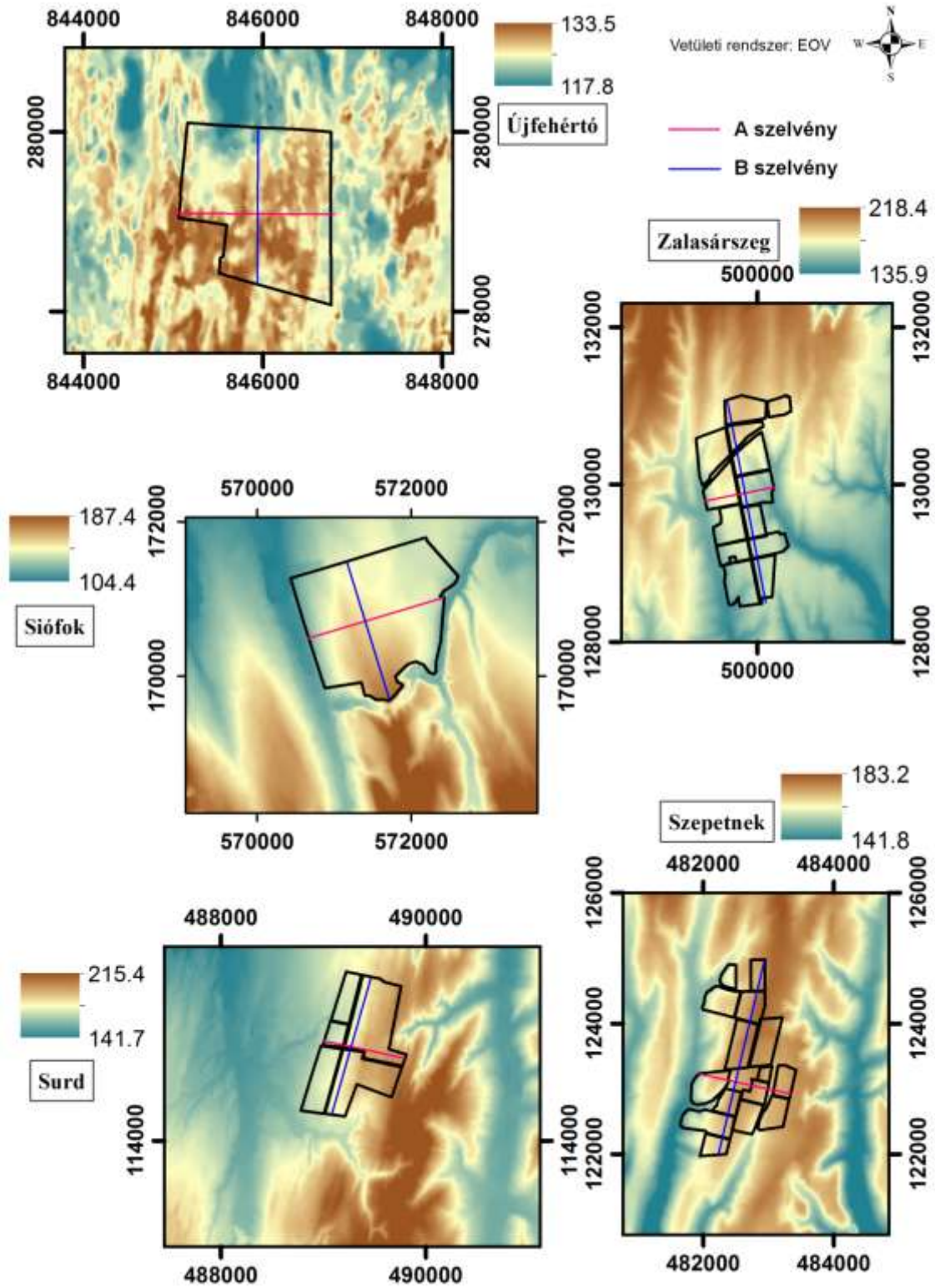
7. melléklet
A vizsgált gyümölcstüvelvények lejtő meredekség térképei (Saját szerkesztés)



8. melléklet
A vizsgált gyümölcsültetvények lejtőkiettség térképei (Saját szerkesztés)

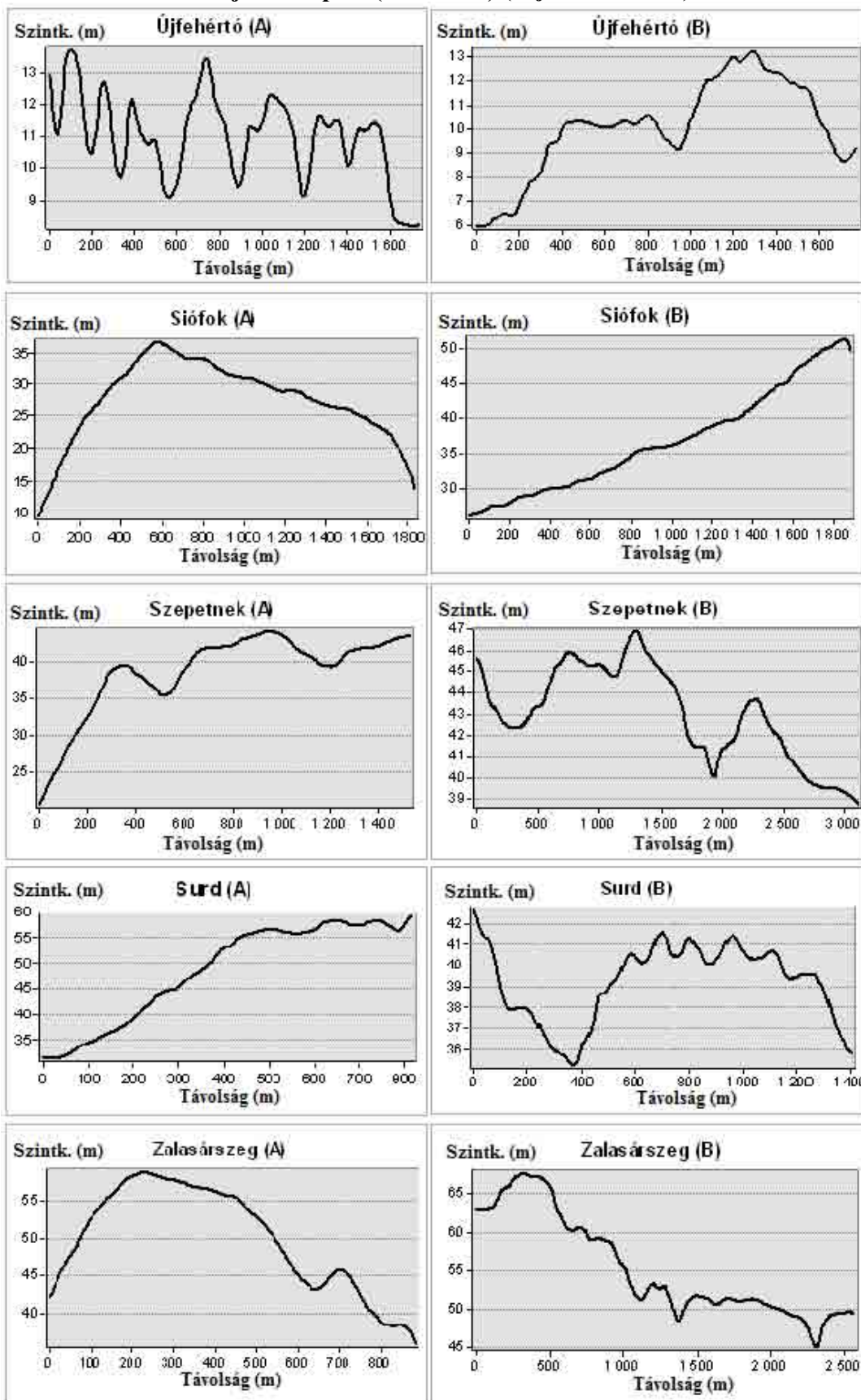


9. melléklet
A gyümölcstetvények magassági modellje (Saját szerkesztés)

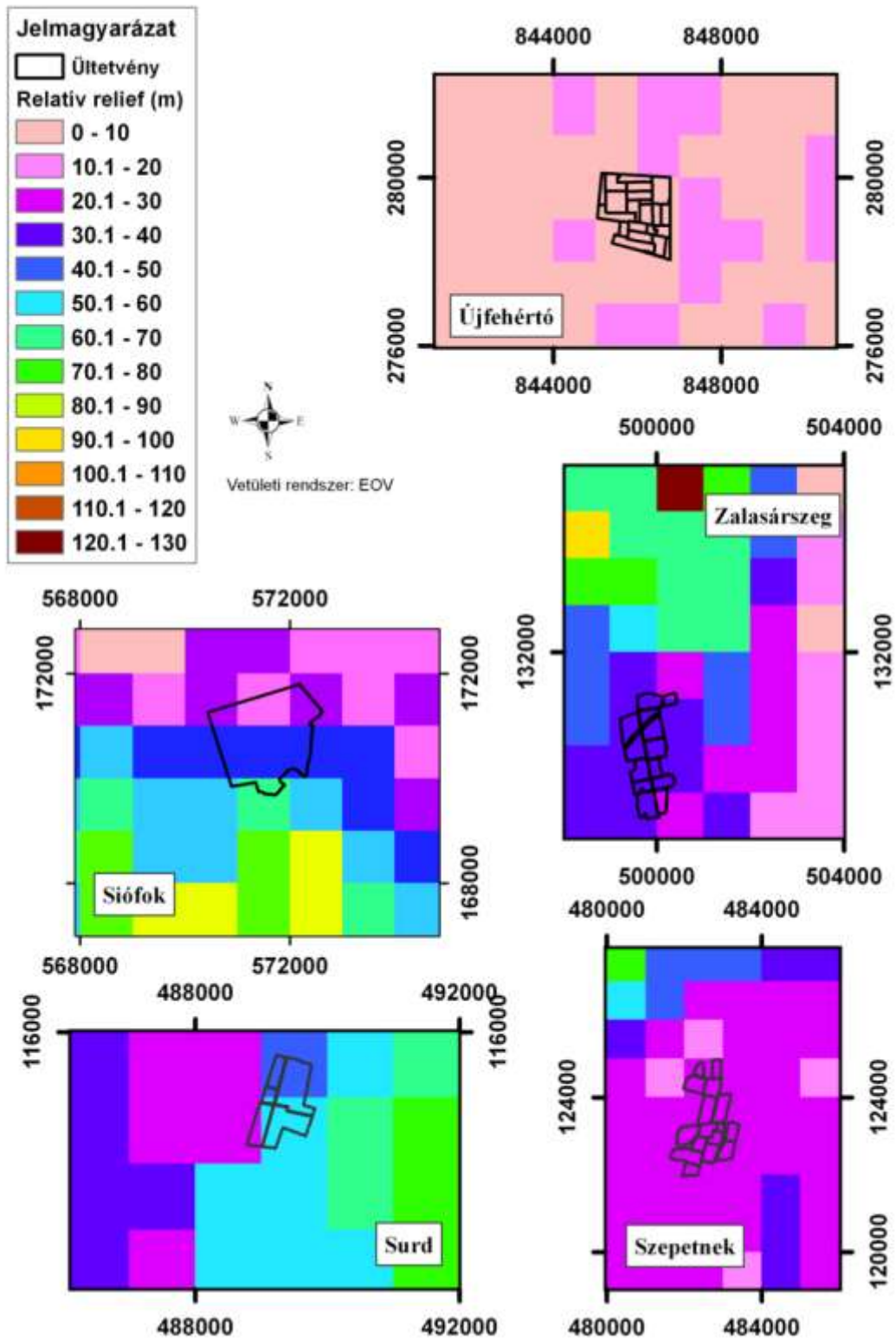


10. melléklet

A gyümölcsültetvények magasságkülönbsége két metszet mentén az erózió bázis szintjéhez képest (méterben) (Saját szerkesztés)

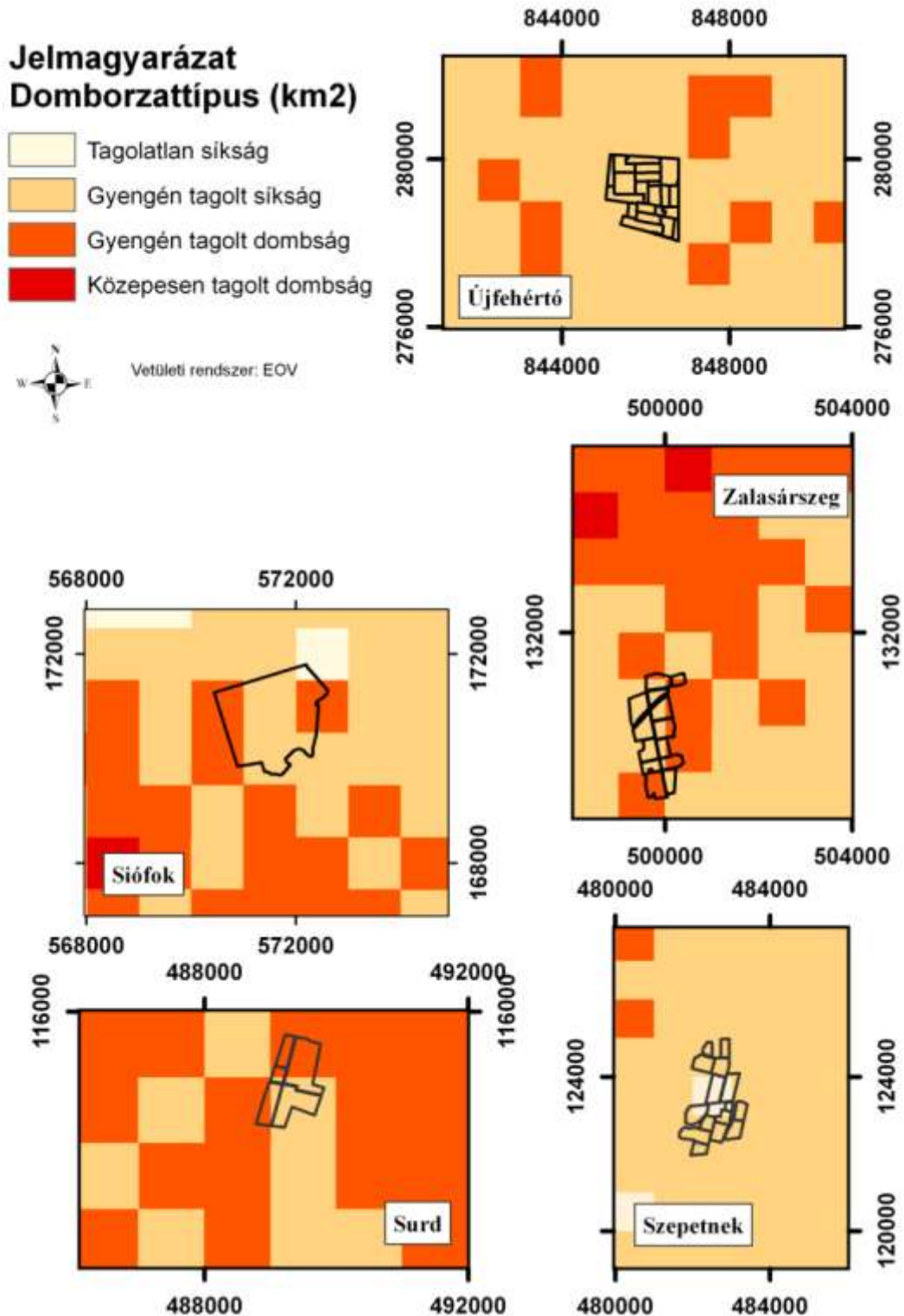


11. melléklet
A gyümölcส์ültvények Partsch-féle relatív relief térképei (m / 1 km²)
 (Saját szerkesztés)



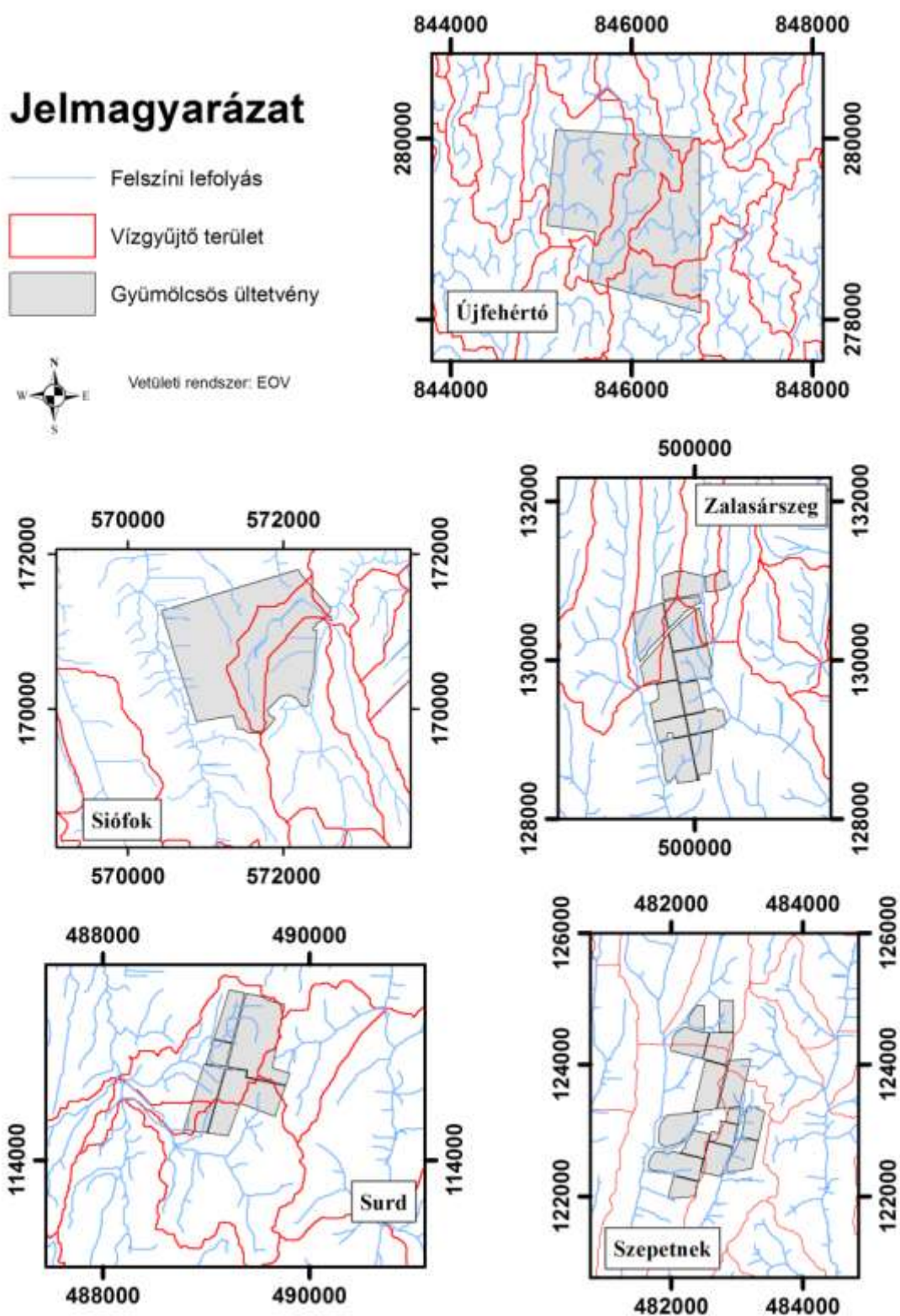
12. melléklet

A gyümölcsültetvények domborzattípus térképei (1 km²-ként) (Saját szerkesztés)



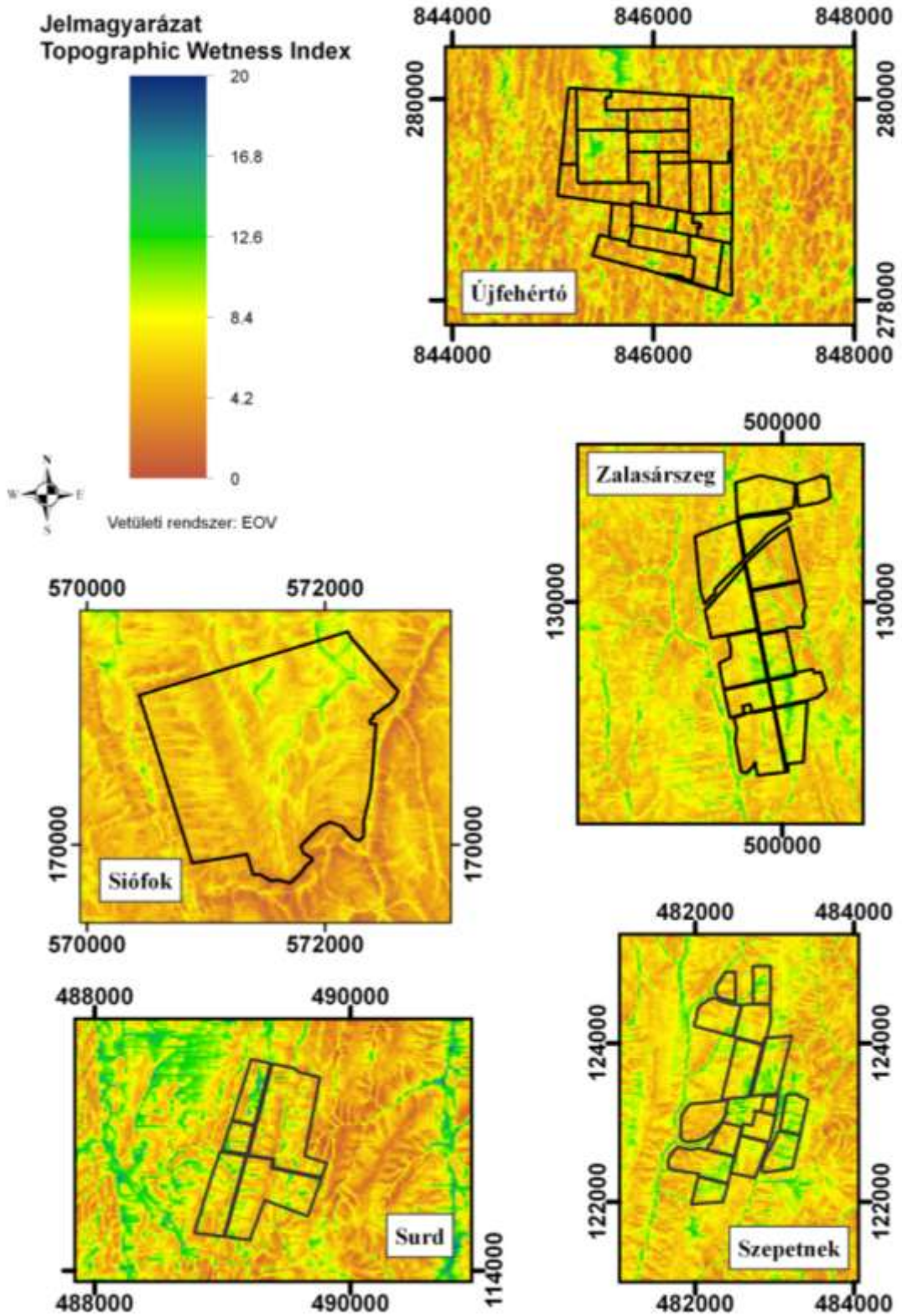
13. melléklet

A gyümölcsültetvények domborzatmodellből generált felszíni lefolyás térképei
(Saját szerkesztés)



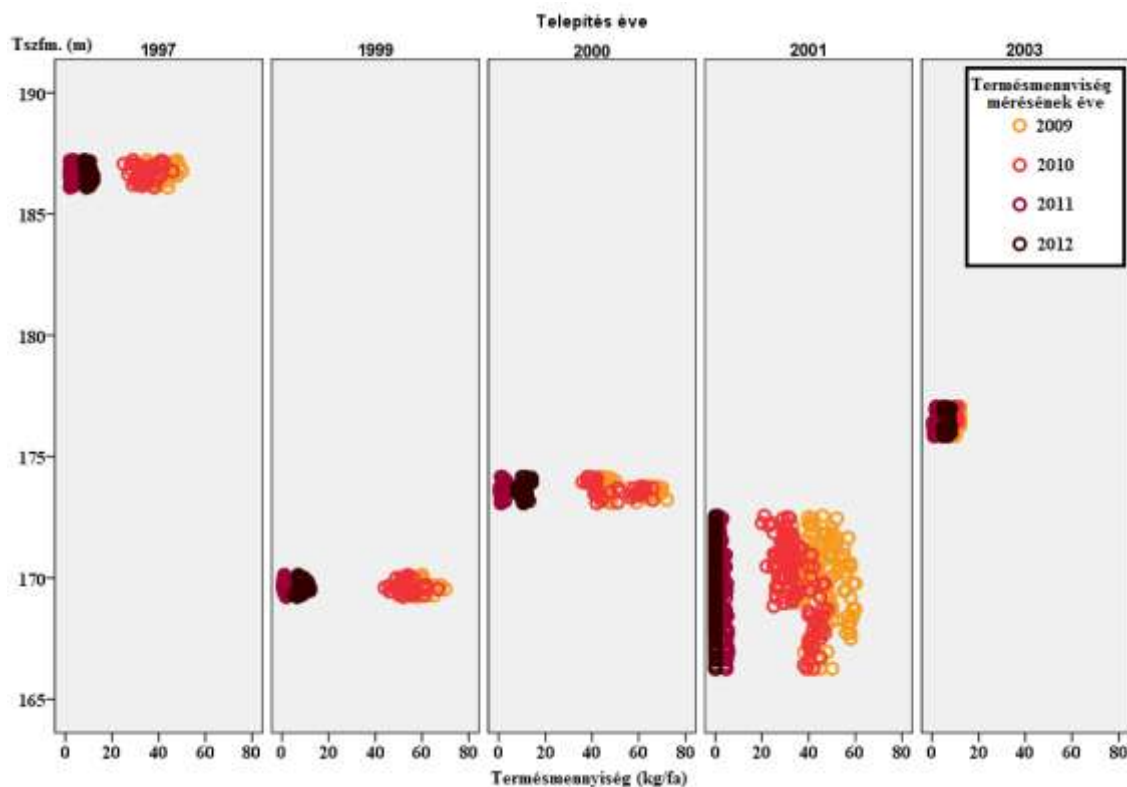
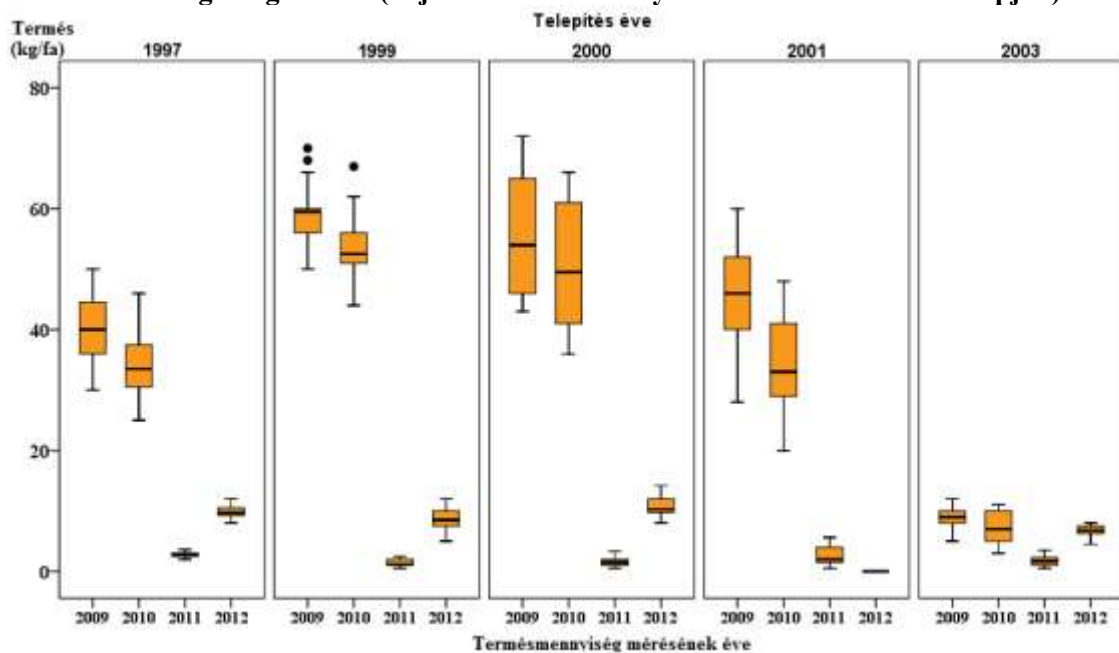
14. melléklet

A domborzatmodellből származtatott Nedvességi index (TWI) értékei a gyümölcsültetvényeken (Saját szerkesztés)



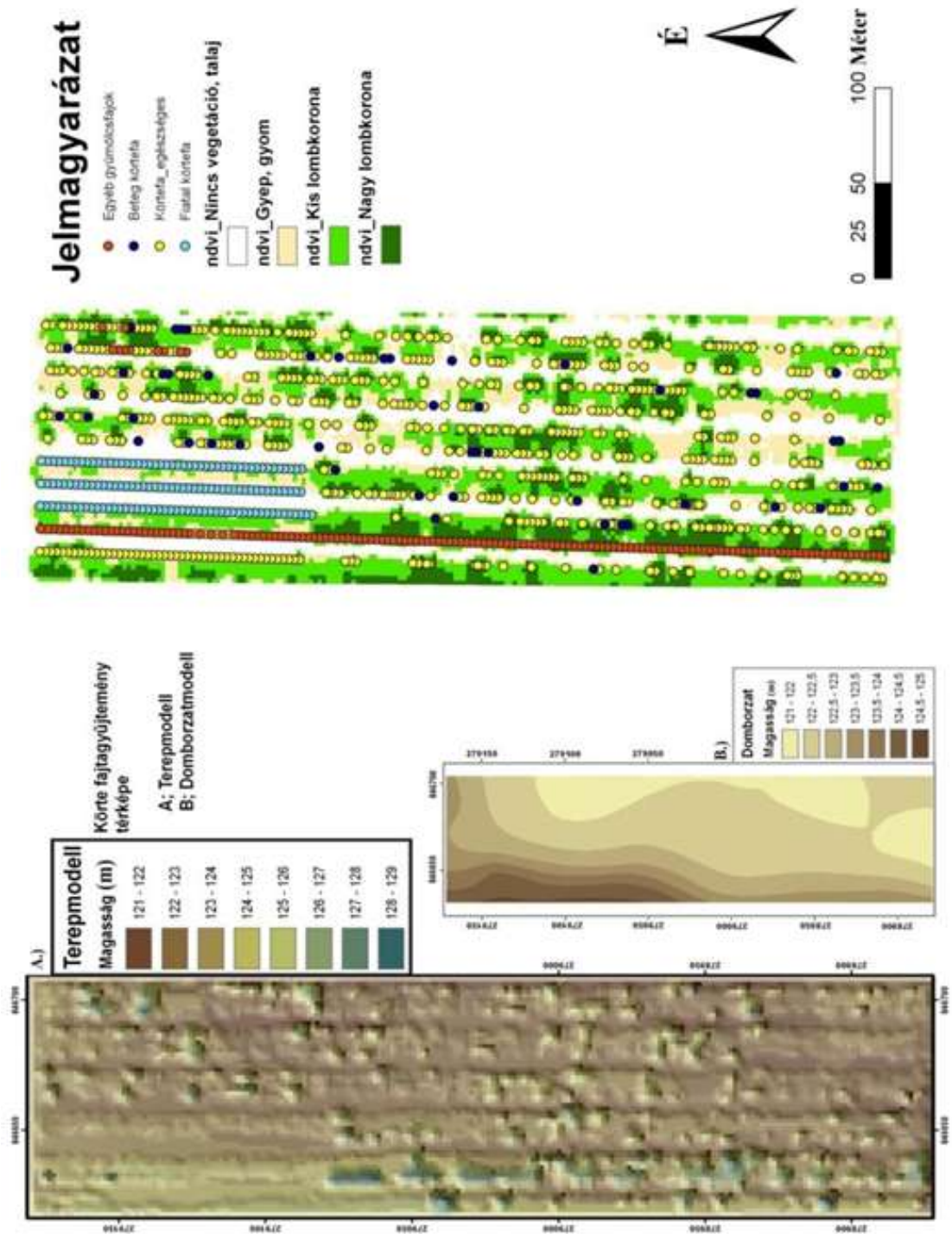
15. melléklet

Termésmennyiség (kg/fa) Surdon 4 egymást követő évben a telepítés éve és a tengerszint feletti magasság szerint (Saját szerkesztés a Gyümölcskert Zrt. adatai alapján)



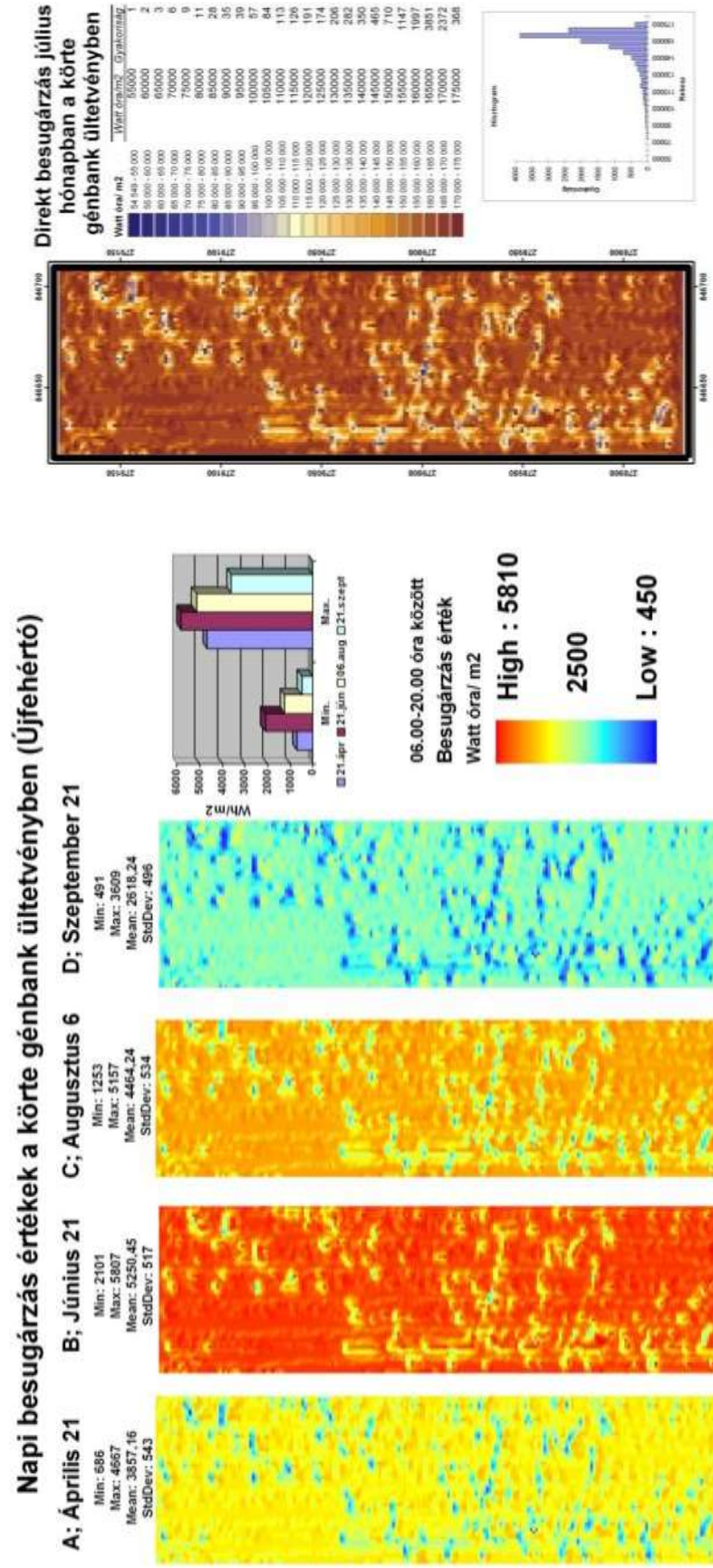
16.melléklet

Az újfehértői körte génbank ültetvény NDVI érték alapján készített térképe; valamint az elkészült domborzati és terepmodellje (Saját szerkesztés)



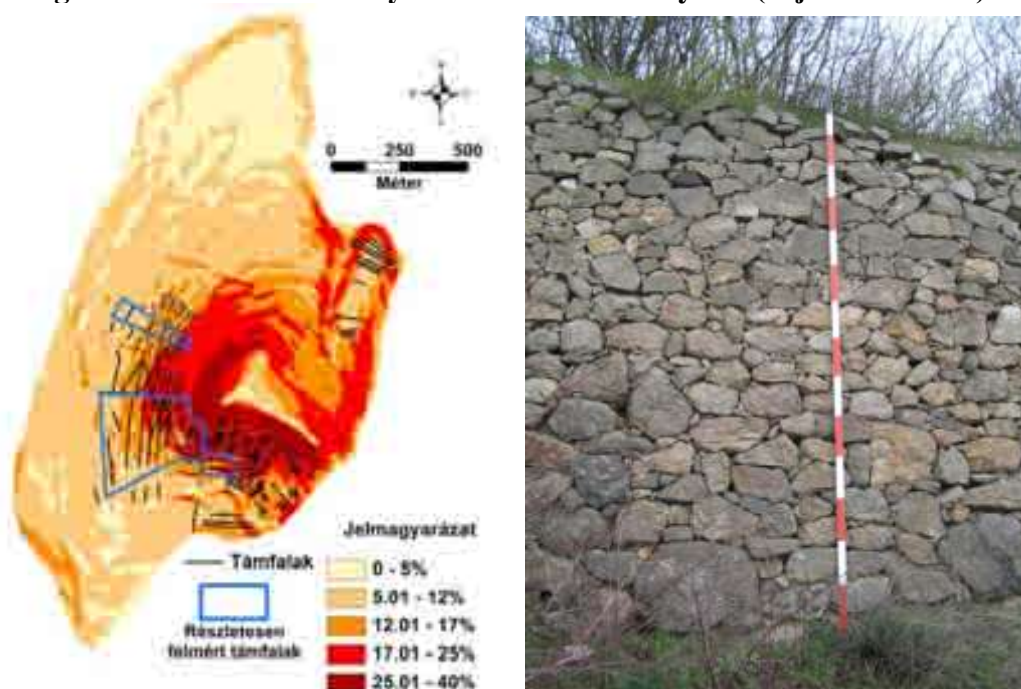
17. melléklet

Az újfehértói körte génbank ültetvény direkt besugárzási értékei (Saját szerkesztés)

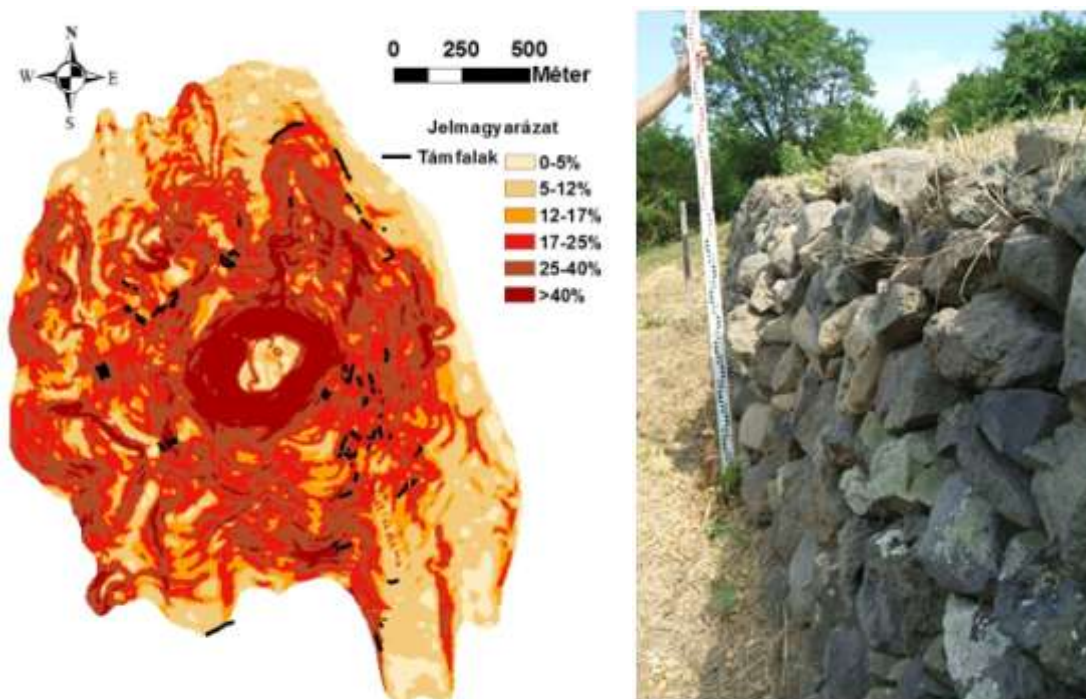


18. melléklet

A vizsgált mintaterületen elhelyezkedő támfalak helyzete (Saját szerkesztés)



A Sátor-hegy lejtőmeredekség térképe, valamint a részletesen felmért támfalak elhelyezkedése; Támfal a Sátor-hegyen



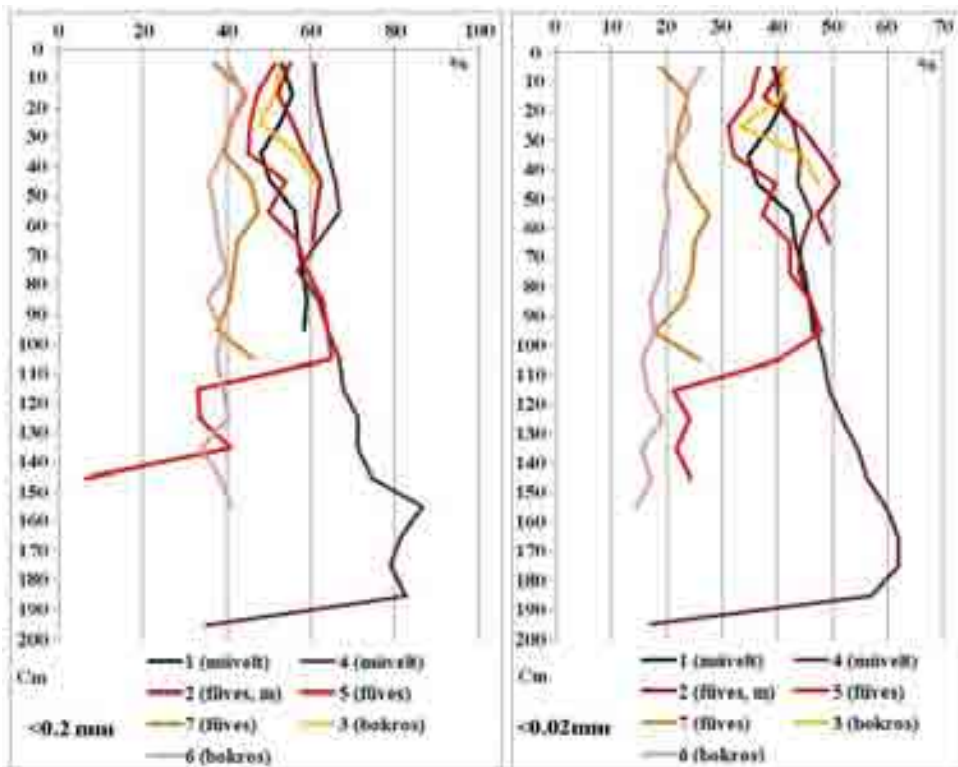
A Csobánc-hegyen felmért támfalak elhelyezkedése; Támfal a Csobáncon

A felmért támfalak elhelyezkedése a lejtőmeredekség szerint (Saját szerkesztés)

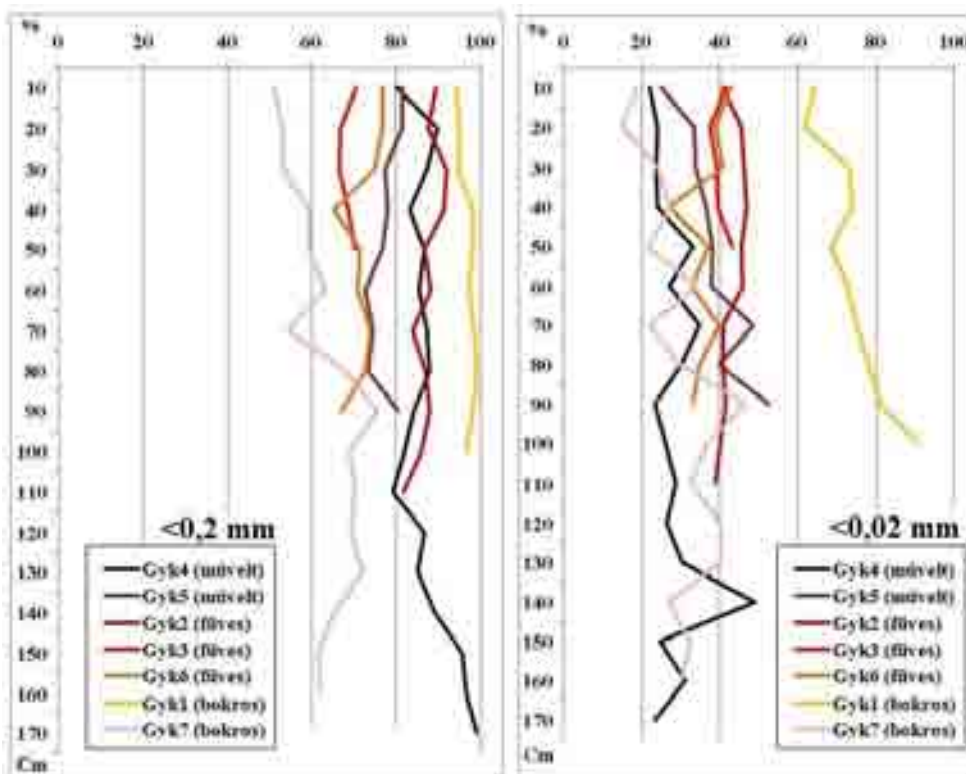
Lejtőkategória	0-5%	5-12%	12-17%	17-25%	25-40%	40% felett
Sátor-hegy Arány %	0	1,29	8,10	23,19	48,82	18,60
Csobánc-hegy Arány %	0,56	0	6,18	13,48	35,39	44,38

19. melléklet

A leomlott támfalak mögött megmintázott teraszanyag finom szemese aránya a felszíntől a feltételezett omlás mélységig (Saját szerkesztés)



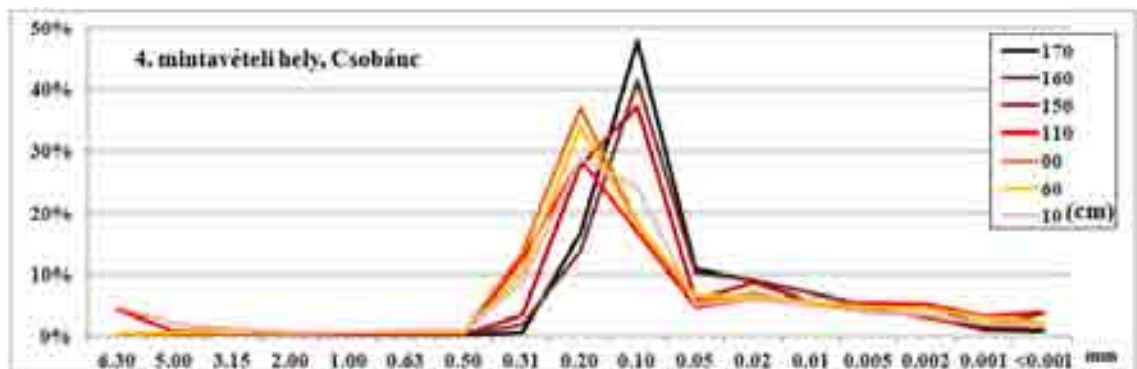
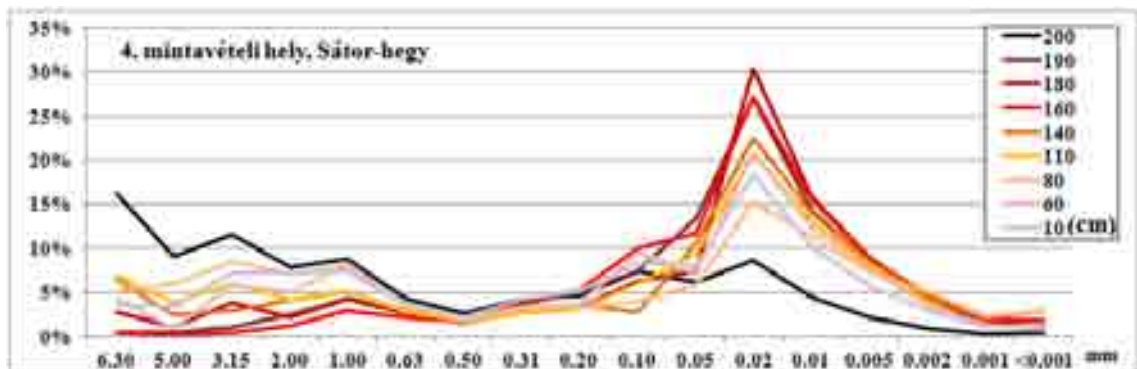
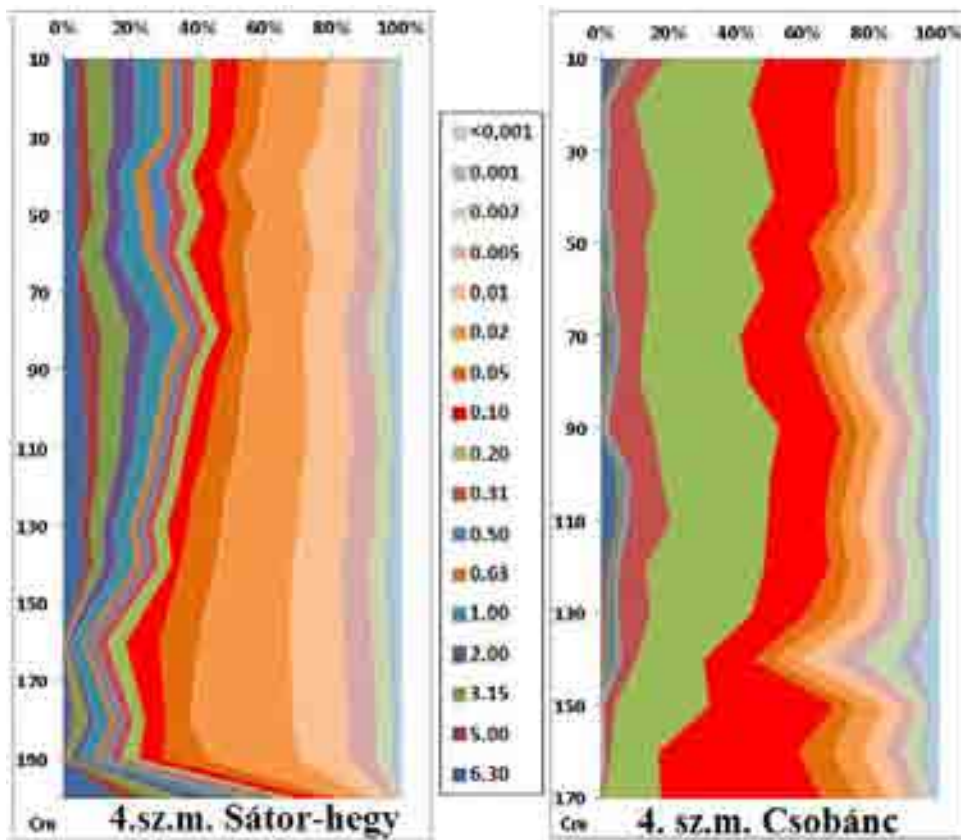
Sátor-hegy



Csobánc

20 . melléklet

A leomlott támfalak mögött megmintázott teraszanyag szemcseösszetételi görbéje a támfal koronájától mért különböző magasságokban (Saját szerkesztés)



21. melléklet

Raszter rétegek (1,5m/px) között fennálló korrelációs kapcsolat (Saját szerkesztés)

N: 240 297

Gyep #	Layer	NDVI	NDVI ₇₀₅	mNDVI ₇₀₅	mSR ₇₀₅	MSI
	C	0.009	0.058	0.048	0.047	0.190
	K	-0.112	-0.045	-0.064	-0.073	0.086
	Tatip.	0.077	-0.011	-0.021	-0.020	-0.074
	Rusle	-0.007	0.020	0.025	0.021	0.056
	TWI	0.047	0.023	0.022	0.021	-0.057
	Lefolyás	-0.003	-0.011	-0.013	-0.011	-0.014
	Szintk.	-0.085	-0.041	-0.017	-0.017	0.164
	Lejtóm.	-0.045	-0.026	-0.021	-0.017	0.034
	Kitettség	0.011	0.012	0.017	0.017	-0.047

N: 318 515

Gyümölcs #	Layer	NDVI	NDVI ₇₀₅	mNDVI ₇₀₅	mSR ₇₀₅	MSI
	C	0.064	0.158	0.027	0.027	0.068
	K	-0.026	-0.028	-0.002	-0.003	0.060
	Tatip.	0.097	0.035	-0.001	0.002	-0.054
	Rusle	-0.015	0.043	0.004	0.004	0.012
	TWI	0.061	0.054	0.000	0.001	-0.066
	Lefolyás	0.008	-0.004	0.000	0.000	-0.027
	Szintk.	-0.128	-0.021	-0.003	-0.001	0.106
	Lejtóm.	-0.034	0.008	0.001	0.000	0.041
	Kitettség	-0.039	-0.048	0.002	0.003	0.018

N: 403 909

Szántó #	Layer	NDVI	NDVI ₇₀₅	mNDVI ₇₀₅	mSR ₇₀₅	MSI
	C	-0.330	-0.446	-0.435	-0.421	0.087
	K	-0.174	-0.190	-0.182	-0.178	0.033
	Tatip.	0.137	0.102	0.081	0.079	-0.123
	Rusle	-0.050	-0.075	-0.081	-0.079	-0.026
	TWI	0.136	0.070	0.053	0.049	-0.138
	Lefolyás	0.026	0.031	0.031	0.029	-0.015
	Szintk.	-0.226	-0.178	-0.163	-0.157	0.127
	Lejtóm.	-0.068	-0.029	-0.024	-0.022	0.055
	Kitettség	0.035	0.032	0.023	0.028	-0.059

22.melléklet
Pixel szintű (5m/px) Spearman korrelációs mátrix (Saját szerkesztés)

Correlations^a a. Listwise N=21717

Gyep	NDVI	NDVI ₇₀₅	mNDVI ₇₀₅	mSR ₇₀₅	MSI
Szintkülönbség	-,104**	-,028**	.008	.006	,233**
Kitettség	,028**	,022**	,029**	,028**	-,073**
Lejtőmeredekség	-,037**	.008	,017*	,015*	,079**
Lefolyás	.009	-,005	-,007	-,007	-,007
TWI	,075**	,023**	,016*	,018**	-,094**
RUSLE	-,003	,022**	,025**	,022**	,061**
C	.008	,065**	,056**	,055**	,192**
K	-,123**	-,056**	-,070**	-,076**	,095**
Humusz	,022**	,054**	,049**	,042**	.012
Talajtípus	,080**	-,004	-,016*	-,016*	-,070**

Correlations^a a. Listwise N=28796

Gyümölcs	NDVI	NDVI ₇₀₅	mNDVI ₇₀₅	mSR ₇₀₅	MSI
Szintkülönbség	-,165**	-,029**	-,005	-,002	,133**
Kitettség	-,044**	-,052**	.004	.011	,033**
Lejtőmeredekség	-,063**	-,008	-,001	.000	,042**
Lefolyás	,018	.009	.001	.001	-,008
TWI	,081**	,062**	.003	.003	-,069**
RUSLE	-,012	,046**	.005	.006	,020**
C	,070**	,171**	,036**	,022**	,054**
K	-,017**	-,006	-,001	-,003	,055**
Humusz	-,002	-,062**	.002	-,001	-,005
Talajtípus	,097**	,035**	.005	.008	-,056**

Correlations^a a. Listwise N=36377

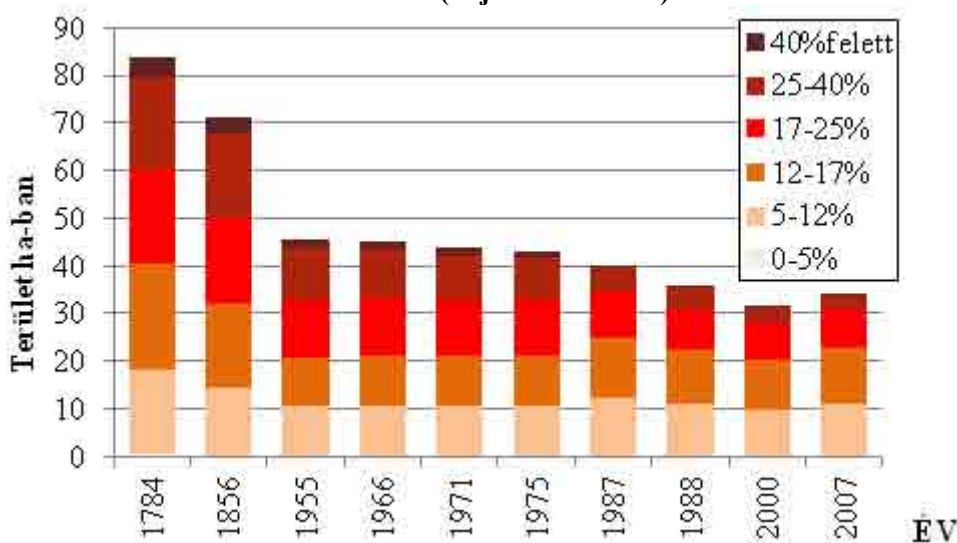
Szántó	NDVI	NDVI ₇₀₅	mNDVI ₇₀₅	mSR ₇₀₅	MSI
Szintkülönbség	-,256**	-,197**	-,182**	-,177**	,132**
Kitettség	,034**	,038**	,030**	,034**	-,055**
Lejtőmeredekség	-,081**	-,031**	-,024**	-,025**	,058**
Lefolyás	,048**	,049**	,048**	,047**	-,018**
TWI	,167**	,088**	,066**	,065**	-,162**
RUSLE	-,048**	-,073**	-,079**	-,078**	-,033**
C	-,333**	-,448**	-,436**	-,422**	,086**
K	-,177**	-,191**	-,183**	-,178**	,031**
Humusz	-,128**	-,291**	-,318**	-,308**	-,130**
Talajtípus	,138**	,101**	,080**	,077**	-,121**

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

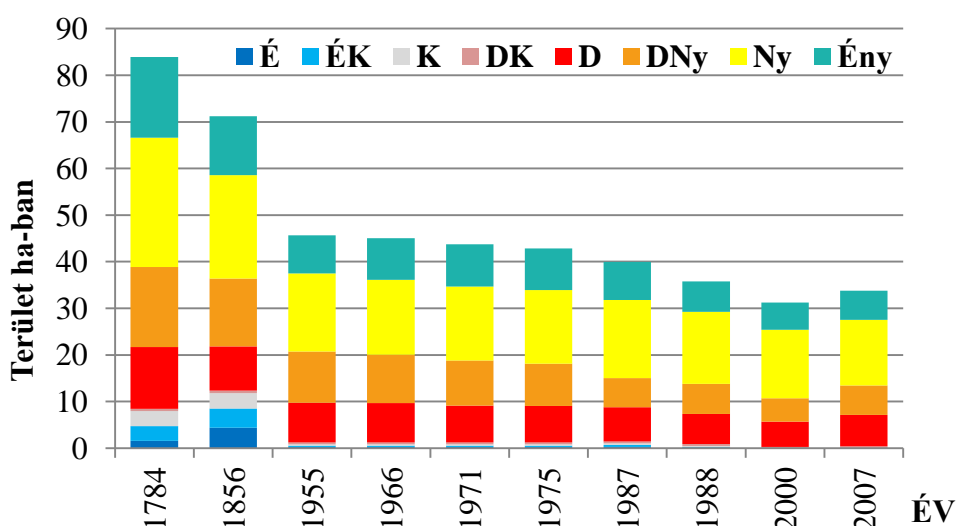
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

23. melléklet

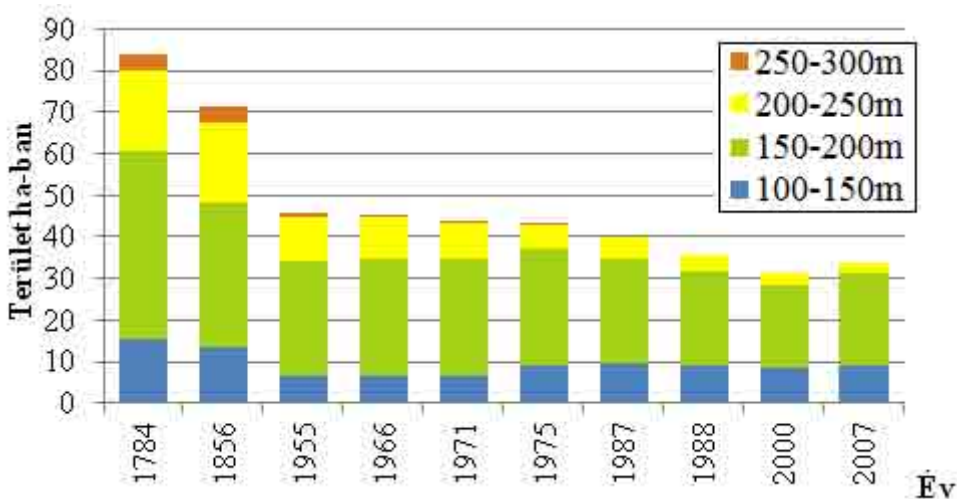
A szőlő művelési ág területfoglalásának változása 1784-2007-ig a Sátor-hegyen
(Saját szerkesztés)



A szőlő művelési ág területfoglalása a lejtőmeredekség tekintetében a Sátor-hegyen



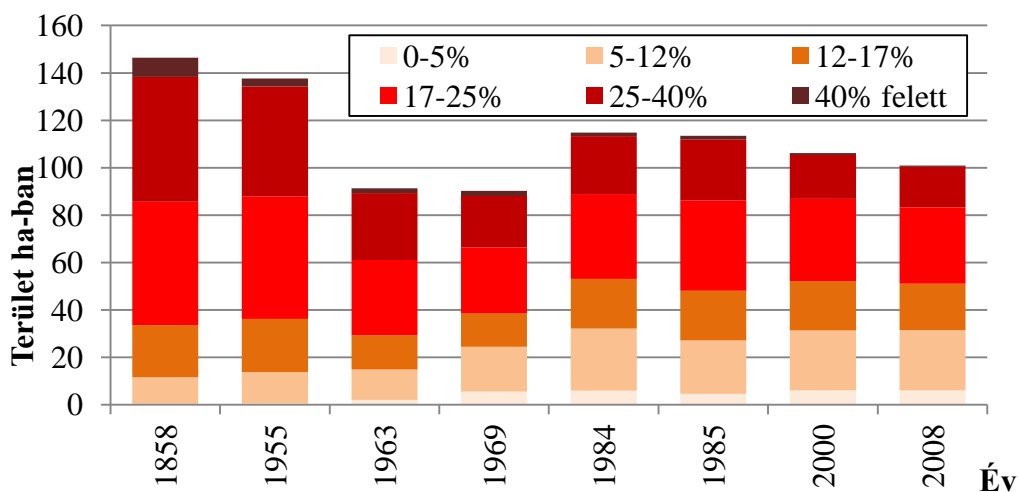
A szőlő művelési ág területfoglalása a lejtőkíttetés tekintetében a Sátor-hegyen



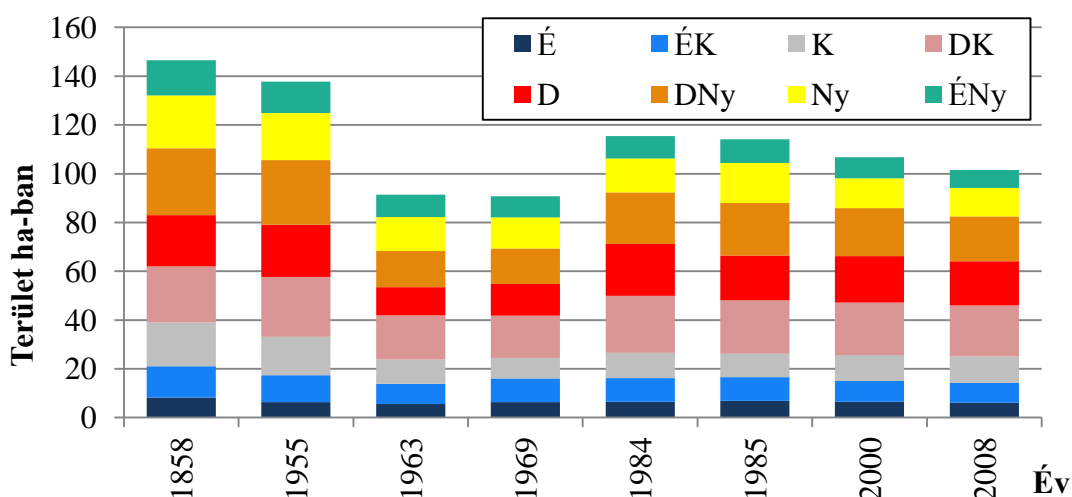
A szőlő művelési ág területfoglalása a magassági zónák tekintetében a Sátor-hegyen

24. melléklet

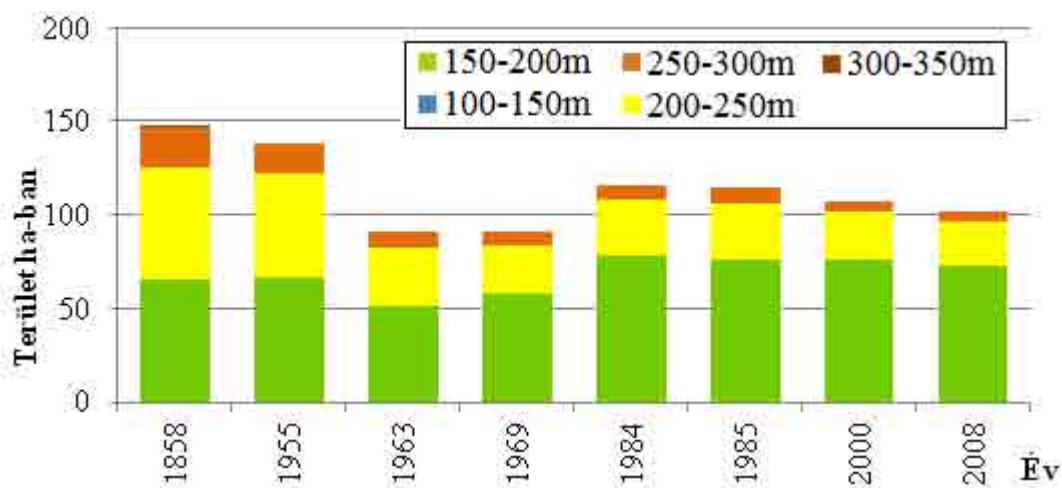
A szőlő művelési ág területfoglalásának változása 1858-2008-ig a Csobáncon
(Saját szerkesztés)



A szőlő művelési ág területfoglalása a lejtőmeredekség tekintetében a Csobáncon



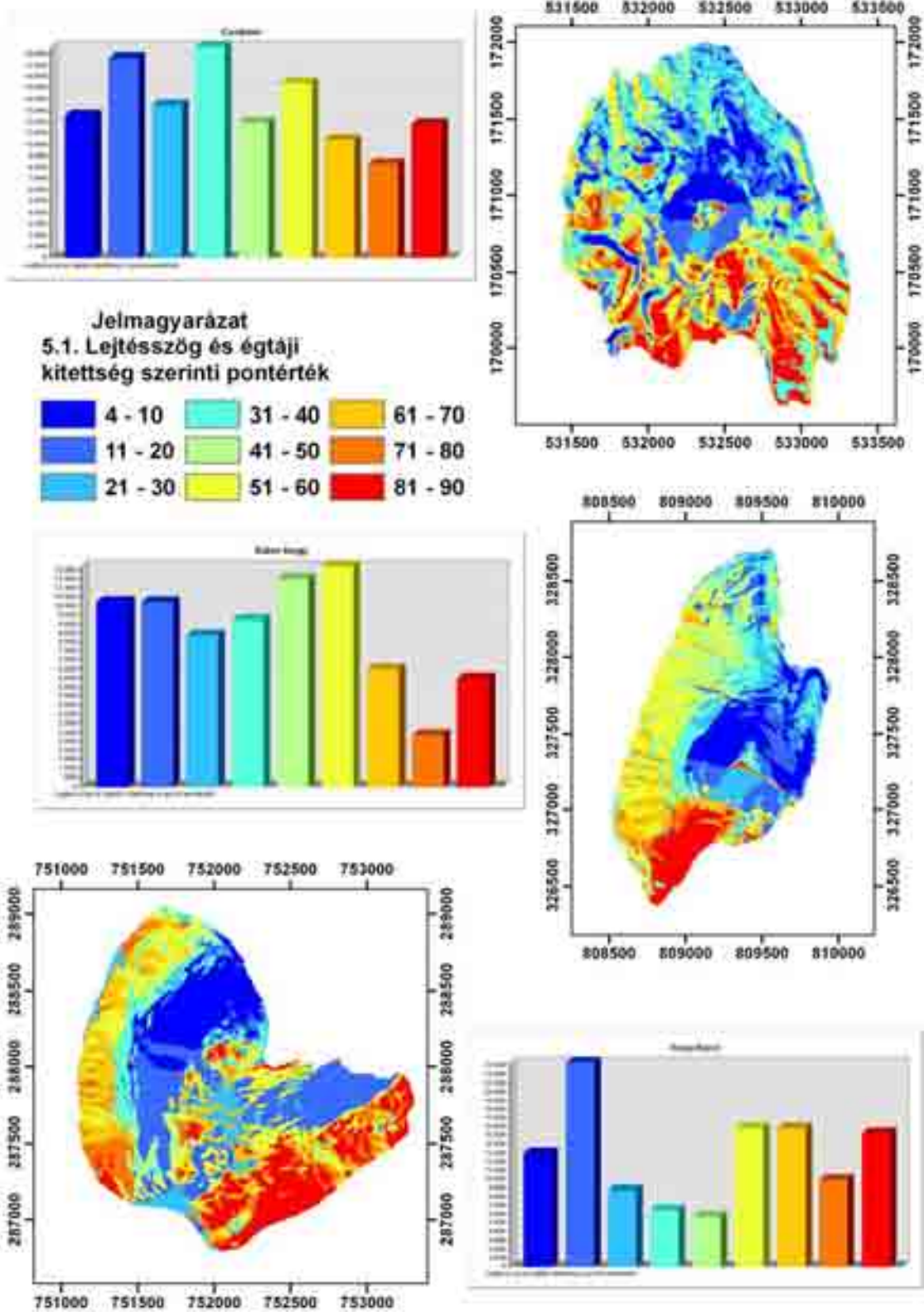
A szőlő művelési ág területfoglalása a lejtőkítség tekintetében a Csobáncon



A szőlő művelési ág területfoglalása a magassági zónák tekintetében a Csobáncon

25. melléklet

A szőlőkataszter lejtésszög és égtáji kitérttség (5.1.) szerinti pontértékek a szőlőhegyeken
(Saját szerkesztés)

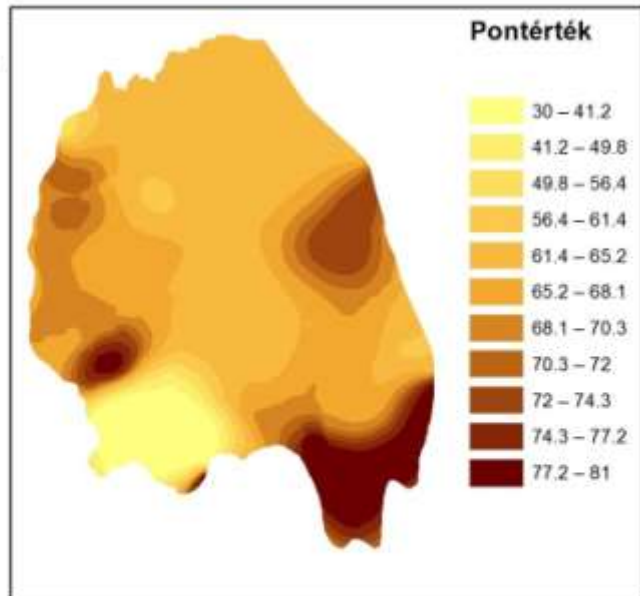
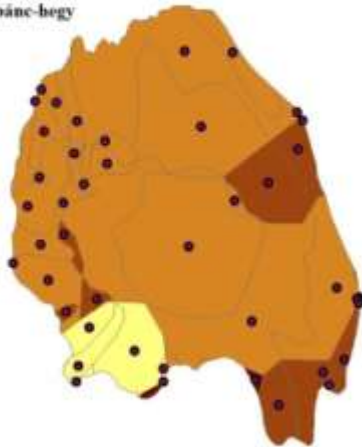


26. melléklet

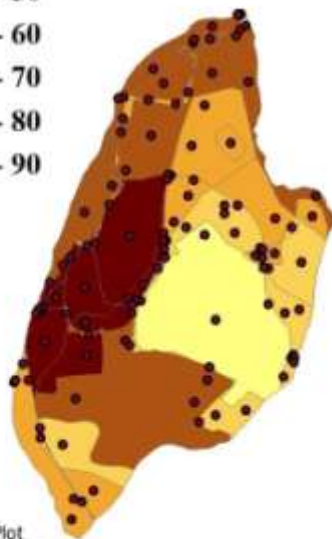
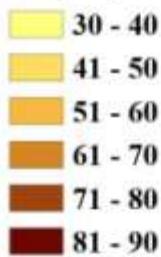
A szőlő termőhelyi kataszter talaj tényező pontértékének meghatározása (Saját szerkesztés)

Talajtényező pontértékének meghatározása interpoláció segítségével

Csobánc-hegy

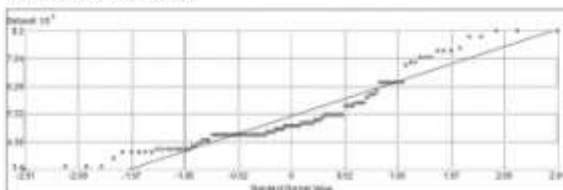


Talajtényező pontértéke



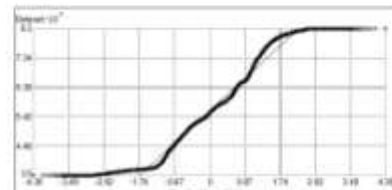
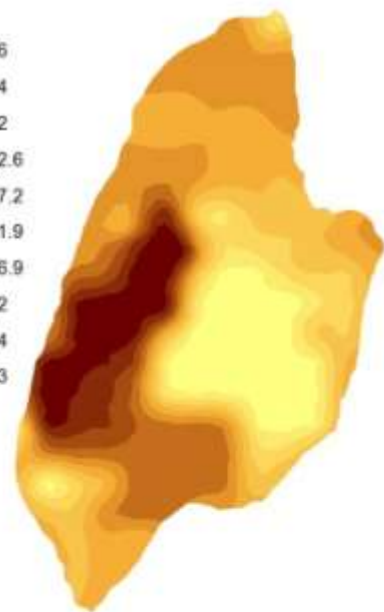
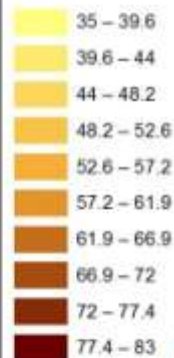
Sátor-hegy

Normal QQPlot
Transformation: None



Dataset : vagott_talaj_geo_FeatureToPo Attribute: talaj_vegp

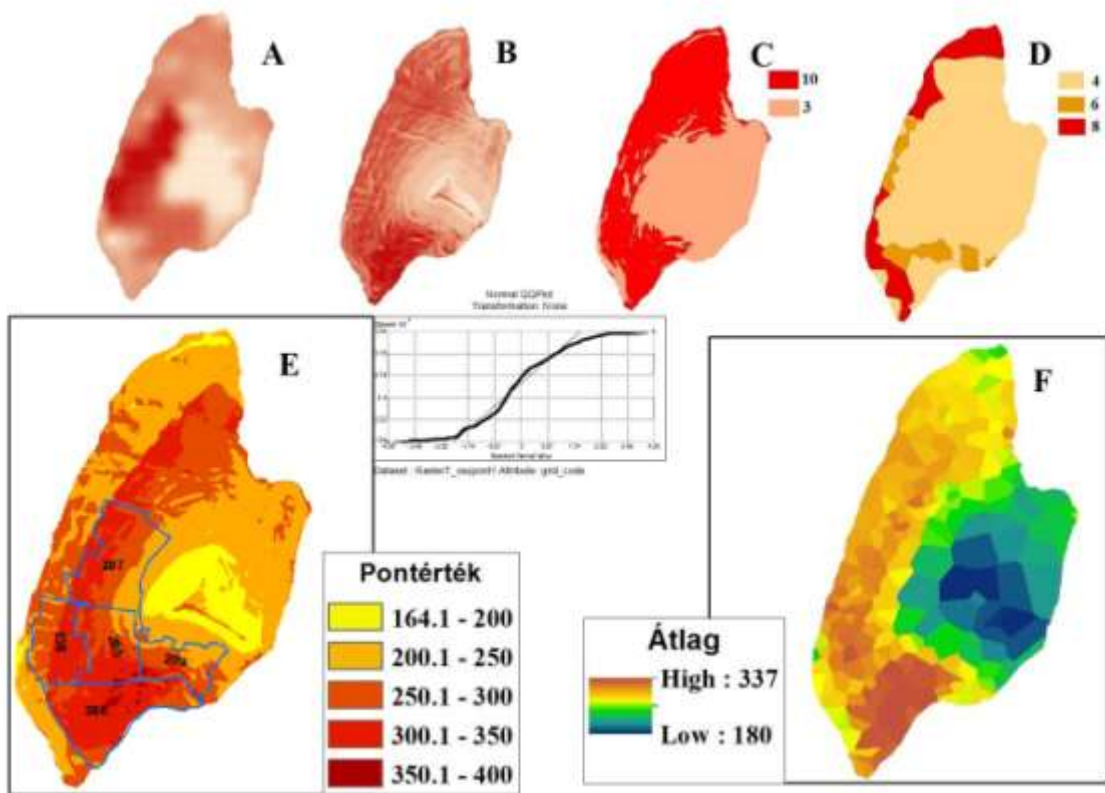
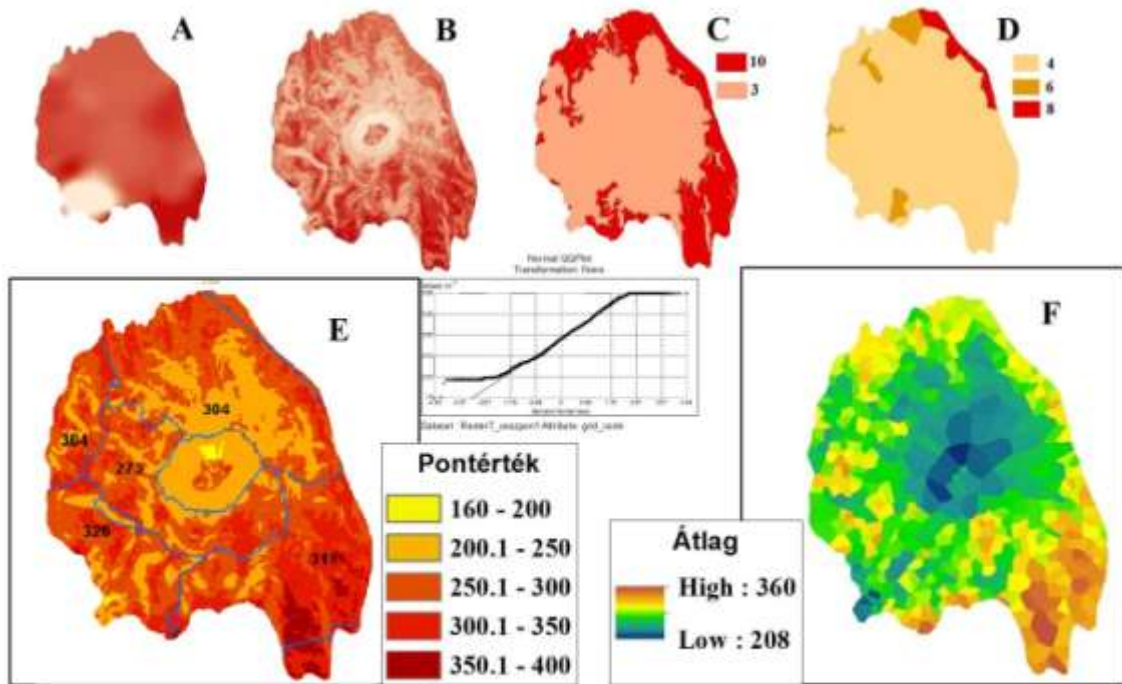
Pontérték



Dataset : RasterT_talaj_v7 Attribute: grid_code

27. melléklet

A Csobánc és a Sátor-hegy alkalmassága a szőlő termőhelyi kataszter értékelési rendszere alapján (Saját szerkesztés)



Tényező: A. (2) Talaj; B. (5) Terepviszony; C. (6) Terület hasznosítása; D. (7) Útviszony
 E. Az adható összpontszám, és a hegyközségben alkalmazott ökotópok; F. Voronoi-diagram, a poligon területén jellemző pontértékek átlagát mutatja

11. PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

Elektronikus jegyzet: (1)

1. *Tamás J. - Fórián T.:* 2011. Geoinformatics. Digitális Tankönyvtár. Budapest, 140. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_terinformatika/adatok.html

Magyar nyelvű, könyvrészlet: (3)

2. *Tamás J. - Nagy A. - Fórián T.:* 2012. Körtegénbank precíziós térinformatikai rendszere. [In: Nyéki J. - Szabó Z. - Soltész M. (szerk.) Körtefajták vizsgálata génbankokban.] Debreceni Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Debrecen. 377-395. ISBN: 978 615 5183 25 6
3. *Szabó J. - Fórián T.:* 2008. A Tapolcai-medence tájképi jellemzői és értékei a tanúhegyek természetes és antropogén lejtőfejlődésének tükrében. [In: Antal G. - Tóth J. - Wilhelm Z. (szerk.) A Balatonról Lóczy Lajos emlékére.] Idresearch Kft./Publikon Kiadó. Pécs. 209-232. ISBN 978-963-642-258-5.
4. *Nyizsalovszki R. - Fórián T.:* 2006. Az emberi tevékenység hatása a tájra Tokaj-hegyalján, különös tekintettel a világörökségi területekre [In: Nagy J. - Dobos A. (szerk.) Környezetkímélő növénytermesztés- minőségi termelés.] DE ATC Területfejlesztési Kutatócsoport. Debrecen. 104-116. ISBN:978 963 9732 09 4

Tudományos közlemény idegen nyelvű, külföldi, lektorált folyóiratban: (2)

5. *Nyizsalovszki, R. - Fórián, T.:* 2007. Human impact on the landscape in the Tokaj Foothill Region, Hungary. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*. 30: 219 - 224. ISSN 0391-9838. SJR impact: 0,179
6. *Nyizsalovszki, R. - Fórián, T.:* 2007. Human impact on the landscape in the Tokaj Foothill Region, Hungary with especial regard to the world heritage area. *Jurnal Alam Bina*, 3: 89 - 102. ISSN 1511-1369.

Tudományos közlemény idegen nyelvű, hazai, lektorált folyóiratban: (7)

7. *Fórián, T. - Nagy, A. - Riczu, P. - Mézes, L. - Tamás, J.:* 2012. Vineyards characteristic by using GIS and reflectance measurements on the Nagy-Eged hill in Hungary. *International Journal of Horticultural Science*, 18. 2: 57-60. ISSN: 1585-0404.
8. *Nagy, A. - Fórián, T. - Tamás, J. - Szabó, Z. - Nyéki, J. - Soltész, M.:* 2012. Assessment of soil characteristics in orchard. *International Journal of Horticultural Science*, 18. 1: 11-14. ISSN: 1585-0404.
9. *Tamás, J. - Nagy, A. - Fórián, T. - Nyéki, J. - Szabó, T. - Szabó, Z. :* 2012. Precision geoinformatical system of the pear gene-collection orchard. *International Journal of Horticultural Science*. 18. 1: 43-50. ISSN: 1585-0404.
10. *Fórián, T. - Nagy, A. - Tamás, J.:* 2011. Applied spatial analyst tools in orchard special regard to agro-ecology. *International Journal of Horticultural Science*. 17. 1-2: 17-19. ISSN 1585-0404.
11. *Nagy, A. - Fórián, T. - Tamás, J.:* 2011. Monitoring of water regime in an apple orchard. *International Journal of Horticultural Science*. 17. 1-2: 29-32. ISSN 1585-0404.
12. *Tamás, J. - Fórián, T. - Nagy, A. - Nyéki, J. - Soltész, M.:* 2010. Pilot study for irrigation modelling of a pear plantation. *International Journal of Horticultural Science*. 16. 3: 81-85. ISSN 1585-0404.
13. *Nagy, A. - Tamás, J. - Fórián, T. - Nyéki J. - Szabó Z.:* 2010. Irrigation modeling in a pear orchard. *International Journal of Horticultural Science*. 16. 3: 75-81. ISSN 1585-0404.

Tudományos közlemény magyar nyelvű, lektorált folyóiratban: (4)

14. Nagy A. - **Fórián T.** - Tamás J.: 2012. Fejlett környezetállapot-értékelési eszközök alkalmazhatósága gyümölcskultúrákban. *Acta Agraria Debreceniensis*. 49: 221-225. ISSN 1587-1282.
15. Tamás J. - **Fórián T.** - Nagy A. - Soltész M. - Nyéki J. - Szabó Z.: 2011. Digitális domborzati modellek létrehozása és alkalmazhatósága gyümölcsösök agroökológiai potenciáljának értékelése során. *Klíma-21" füzetek*. 64: 106-114. ISSN 1789-428X
16. **Fórián T.** - Nagy A. - Tamás J.: 2010. Precíziós gyümölcstermesztés térinformatikai rendszerének kiépítése. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 14. 3: 313-321. ISSN 1418-1789.
17. **Fórián T.**: 2006. Tájhasználat-változás okai és jellege a Csobánc-hegyen. *Tájökológiai Lapok*. 4. 2: 419 - 425. ISSN 1589-4673.

Idegen nyelvű, lektorált konferencia kiadvány: (3)

18. Tamás, J. - Nagy, A. - **Fórián, T.**: 2011. Evaluation and controlling of agricultural hillside based on integrated GIS methods. [In: Flanagan D. C. –Ascough J. C. II - Nieber J. L. (ed.) International Symposium on Erosion and Landscape Evolution (ISELE), 18-21 September 2011, ASABE] Anchorage. Alaska USA. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan. 711P0311cd, Paper 11119. 1-8.
19. **Fórián, T.**: 2008. The key factors of the dry stone walls dilapidation on the Sátor hill and Csobánc hill, Hungary. [In: Lóki, J. – Szabó, J. (ed.) Anthropogenic Aspects of Landscape Transformation] Department of Physical Geography and Geoinformatics. University of Debrecen. Debrecen. 5: 87-95. ISBN 978 963 473 109 2.
20. **Fórián, T.**: 2006. Land use change effects on terraced grounds and anthropogeneous forms on the Csobánc hill, in NW-Hungary. [In: Rahmonov, O.–Rzetala, M. A. (ed.) Anthropogenic Aspects of Landscape Transformation] Faculty of Earth Sciences. University of Silesia. Sosnowiec. 4: 36-42. ISBN 83-87431-75-3.

Magyar nyelvű konferencia kiadvány: (3)

21. **Fórián T.** - Nagy A. - Tamás J.: 2012. Körteültetvény 3 dimenziós modellezése. [In: Hegedűs A. (szerk.) Lehetőségek a domborzatmodellezésben 2011. A HunDEM 2011 kerekasztal és konferencia közleményei] Miskolci Egyetem. Földrajz Intézet. 1-10. ISBN 978-963-358-006-6
22. Nagy A. - **Fórián T.** - Tamás J.: 2011. Gyümölcsös ültetvények térinformatikai rendszerének kiépítése. [In: Lóki, J. (szerk.) Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás.] Debrecen. 333-340. ISBN: 978-963-318-116-4.
23. **Fórián T.**: 2008. A támfalpusztulás kérdése a Sátor-hegy és a Csobánc szőlőterületein [In: Szabó József, Demeter Gábor (szerk.) Geographia generalis et specialis: Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára] DE Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen. 295-302. ISBN:978-963-473-110-8.

Absztrakt kötetben megjelent: (2)

24. **Fórián T.** - Nagy A. - Tamás J.: 2009. Intenzív fajtakísérlet térinformatikai rendszerének értékelése. Lippai János – Ormós Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar. 154-155. ISBN 978-963-503-397-3
25. Nagy A. - **Fórián T.** - Tamás J.: 2009. Gyümölcsfa fajok levél reflektancia vizsgálata távérzékelés adatok megalapozására. Lippai János – Ormós Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar. 196-197. ISBN 978-963-503-397-3

Egyéb magyar nyelvű tanulmány: (1)

26. Utasi Z. - **Fórián T.**: 2006. A bazaltvulkanizmus megjelenési formái néhány magyarországi példa alapján. [In: Demeter G. - Négyesi G. (szerk.) Földrajzi tanulmányok dr. Lóki József tiszteletére], DE Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 233-241.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Szabó József professzor úrnak, valamint Dr. Tamás János professzor úrnak, hogy lehetőséget biztosított számomra és támogatott a doktori kutatásaim lefolytatásában.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mind a Természetföldrajzi és Geoinformatikai tanszék, mind pedig a Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet dolgozóinak a közös munkáért és az általuk nyújtott segítségért, melyet az évek alatt kaptam. Köszönöm Tóth Csillának és Mező Krisztinának a talajminták feldolgozásában való aktív közreműködést.

Köszönetet szeretnék nyilvánítani Szabados Bélának a Tapolca-Diszel Szt.György-hegy Hegyközség hegybírójának, Borbély Gyulának a Csobánc Hegyközség hegybírójának, valamint Stefán Tibornak, amiért lehetővé tették, hogy megismerjem a hazai szőlő- és borágazatot, valamint Szabó Attilának az ágazattal kapcsolatos adatokért.

Köszönettel tartozom a szakdolgozóimnak a mintavételezésben nyújtott segítségükért.

Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak is, akik hozzájárultak a dolgozat megszületéséhez, de nevük nem került említésre.

Köszönöm a családomnak a kitartást és biztos háttérrel.

A kutatásaink a Klíma-09 TECH_08-A4/2-2008-0138 és a Gyüm-2008 TECH_08-A3/2-2008-0373 számú pályázat támogatásával valósultak meg.

12. Függelék

Feldolgozott térképek (Saját szerkesztés)

Mintaterület	Típus	Dátum	Felbontás	
Sátor-hegy	kataszteri	1784	1:8400	
	kataszteri	1856		
	légi felvétel	1955	1:30000	
	légi felvétel	1966	0,8m/px	Digitális nagyítás
	kataszteri	1971	1:4000	
	légi felvétel	1975	0,84m/px	Digitális nagyítás
	topográfiai	1987	1:10000	
	légi felvétel	1988	0,68m/px	Digitális nagyítás
	ortofotó	2000	0,65m/px	Digitális
	ortofotó	2007	0,53m/px	Digitális
	talaj	1939	1:25000	Kreybig
	talaj	1962	1:25000	Géczy
	földtani		1:100000	
Csobánc	kataszteri	1858	1:2880	
	légi felvétel	1955	1:30000	
	légi felvétel	1963	0,78m/px	Digitális nagyítás
	kataszteri	1969	1:2000	
	légi felvétel	1984	0,74m/px	Digitális nagyítás
	topográfiai	1985	1:10000	
	ortofotó	2000	0,65m/px	Digitális
	ortofotó	2008	0,54m/px	Digitális
	talaj	1961	1:25000	Géczy
	földtani		1:100000	
Nagy-Eged	topográfiai	1989	1:10000	
	hiperspektrális	2009		
Újfehértó	topográfiai		1:10000	
	ortofotó	2007	0,5m/px	Digitális
	talaj	1967	1:5000	
Nagykanizsa	topográfiai		1:10000	
Siófok	topográfiai		1:10000	

Rövidítések jegyzéke

Agroökológiai Integrált Információs Rendszer	AIIR
Digitális Domborzat Modell	DDM
Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer	DKTIR
Egységes Országos Vetület	EOV
Global Positioning System	GPS
Hegyközségi Információs Rendszer	HEGYIR
Lefolyás modellezés	RUNOFF
Normalizált Vegetációs Index	NDVI
Országos Gyümölcs Termőhely Kataszter	OGyTK
Real Time Kinematic	RTK
Revised Universal Soil Loss Equation	RUSLE
Spectral Angle Mapper Classification	SAM
Szőlő Termőhelyi Kataszter	SzThK
Szőlőültetvények Országos Térinformatikai Nyilvántartása	VINGIS
Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer	TIM
Topografikus Nedvességi Index	TWI
Light Detection And Ranging	LIDAR

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán a Kerpely Kálmán Növénytermesztési, kertészeti és Regionális Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem el a Debreceni Egyetem AGTC MÉK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 20.....

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítjuk, hogy Fórián Tünde doktorjelölt 2012 - 2013 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javasoljuk.

Debrecen, 20.....

.....
a témavezetők aláírása