

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM  
TÁJÉPÍTÉSZETI KAR  
TÁJTERVEZÉSI ÉS TERÜLETFEJLESZTÉSI TANSZÉK



PhD ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

## PASSZÍV KÉPALKOTÓ TÁVÉRZÉKELÉS A TÁJKARAKTER-ELEMZÉSBEN

JOMBACH SÁNDOR

TÉMAVEZETŐ:  
KOLLÁNYI LÁSZLÓ, CSc

BUDAPEST, 2014

### A doktori iskola

**megnevezése:** Budapesti Corvinus Egyetem  
Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola

**tudományága:** Agrárműszaki tudományok

**vezetője:** Csemez Attila DSc  
egyetemi tanár  
Budapesti Corvinus Egyetem  
Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék

**Témavezető:** Kollányi László CSc  
tanszékvezető, egyetemi docens,  
Budapesti Corvinus Egyetem  
Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

Az iskolavezető jóváhagyása

A témavezető jóváhagyása

## TARTALOMJEGYZÉK

|  |    |
|--|----|
| 1. ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK                  | 5  |
| 2. ANYAG, MINTATERÜLET ÉS MÓDSZER              | 7  |
| 3. TÉZISEK (ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK)          | 8  |
| 4. KÖVETKEZTETÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁG | 17 |
| 5. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE                  | 19 |

## 1. ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A **tájkarakter-elemzés** egy tájrendezési tevékenységet előkészítő elemzés, melynek angolszász eredetű módszere nemzetközi szinten elfogadott, egyes elemeit térségi, országos és európai léptékben is alkalmazzák. Előnye, hogy a hazai gyakorlatban elterjedt tájrendezési folyamattal összeegyeztethető. A tájkarakter-elemzés módszerével érzékelhetővé, érthetővé lehet tenni a táj karakteradó sajátosságait a fejlesztéssel, tervezéssel, védelemmel és rehabilitációval foglalkozó szakterületek számára. Segítségével bemutathatóak a táj jellegzetes értékei és kezelési útmutatások, előírások összeállítására nyílik lehetőség.

A tájkarakter-elemzés módszerét – akárcsak a tájrendezési folyamatot is – sok egyéb információ mellett **képszerű anyagok, ábrák, térképek** egészítik ki. Ezek alapadatként, munkaanyagként vagy illusztrációként, de mindenképpen **eszközként jelennek meg** az elemzésben. A tájkarakter-elemzésben napjainkban egyre nagyobb szerephez jut a képalkotó távérzékelés és a képfeldolgozás. A tájépítészek körében is terjed a fényképek, légifelvételek, űrfelvételek és a belőlük származtatott adatok alkalmazása. Fontos, hogy ezt a **passzív képalkotó távérzékelési eszköztárat** ismerjük és a tájkarakter bizonyos elemeinek meghatározására, valamint kezelésére hasznosítani tudjuk.

**Digitális távérzékelési eljárások** adnak új keretet mindennapjainknak a térbeli információszerzés és -kezelés terén. Számos szakterületen érvényesül ez a jelenség az orvostudománytól az üzleti életig. Ilyen távérzékelési eszközök és kapcsolódó térinformatikai megoldások gyorsítják fel, egyszerűsítik, terjesztik ki térben és időben tájaink megismerését, szakszerű bemutatását, elemzését.

A **távérzékelés és a térinformatika** kombinációja megkönnyítheti a tervezés megalapozását bármely térbeli léptékben. Fontos eszközzé válhat tájaink sajátosságainak elemzésében, ám ezek az eszközök a megoldandó tájkezelési teendőket nem ismerik fel, és nem is végzik el helyettünk. Mégis reális az esély arra, hogy feladataink néhány fáradságos elemét megoldják és látványos, a táj sajátosságait közérthetően bemutató eredményeket szolgáltatassanak.

A tájkarakter-elemzés eszköztárának áttekintését az **Európai Táj Egyezmény** is indokolja, melyet számos európai ország aláírt. Az Európai Táj Egyezmény nyomán Magyarország is törvényt léptetett életbe (2007. évi CXI. törvény), melyben, mint az egyezményt aláíró ország egyebek mellett vállalta a tájak számbavételét, jellemző vonásaik és alakító hatásaik elemzését, változásaik monitorozását és a tájak értékelését. Mindezeket a feladatokat a törvény egy csupán főbb pontjaiban kidolgozott, a tájkarakter-elemzéshez hasonló folyamatban javasolja megvalósítani, de a digitális technikai eszköztárra vonatkozóan nem nyújt támpontokat.

A **doktori értekezés alapvető célja** hogy meghatározza mi a **passzív képalkotó távérzékelés szerepe a tájkarakter-elemzésben**. Ennek érdekében végzett az irodalomkutatás során az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

1. Milyen **tájjelemek, tájjelem-együttesek** detektálhatók és elemezhetők a passzív képalkotó távérzékeléssel készült adatokkal?
2. Milyen **felvételek és származtatott adatbázisok** alkalmasak erre a különböző léptékű tájkarakter-elemzések keretében?
3. Mely **képfeldolgozási eljárások és térinformatikai elemzések** használhatók a tájkarakter-elemzés során?

Az **értekezésben célo**m áttekintést adni, hogy a fényképekkel, légi- és űrfelvételekkel, valamint a belőlük származtatott adatbázisokkal reprezentálható „passzív képalkotó távérzékelési” eszköztárnak milyen szerep jut a tájkarakter-elemzés folyamatában. Célom új tudományos eredményekkel igazolni, hogy a „passzív képalkotó távérzékelés” eszköztárának és eljárásainak bizonyos része hasznosítható a tájkarakter-elemzésben. Meglátásom szerint egyes alkalmazásokkal olyan karakteradó tájjeleket is feltárhatunk, melyeket eddig nem állt módunkban. A disszertációban célom meghatározni, hogy mely felvételek és adatok, milyen feldolgozási eljárásokkal hasznosíthatók annak érdekében, hogy a táj bizonyos karakteres alkotóelemeit megragadjuk, a táj sajátosságait leírjuk, jellemezzük és mindezzel a tájkarakter-elemzés adta kereteken belül felkészüljünk egy eredményesebb tájkezelésre.

## 2. ANYAG, MINTATERÜLET ÉS MÓDSZER

Kutatásomban a témának megfelelően többféle anyagot és módszert alkalmaztam különféle mintaterületeken. A **passzív képalkotó távérzékelési eszköztár anyagai** közül légifelvételeket, űrfelvételeket, terepi fényképeket és a belőlük származtatott térképi adatbázisokat használtam fel. Indokolt esetben kutatásomat kiegészítettem statisztikai adatokkal és egyéb térképekkel.

**Négy eltérő kiterjedésű és jellegű mintaterületen** EU28 plusz 3 állam területén, Magyarország teljes területén, a Nagyberék térségében és a Délnyugat-Budakörnyéken folytattam kutatásokat. A mintaterület attól függően változott, hogy az eszköztár milyen jellegű tájkarakter-elemzési feladatrészt egészített ki, és milyen léptékben volt célszerű az alkalmazása.

Kutatási munkám többféle módszerre alapozott. Az **irodalomkutatás** módszere az eddigi alkalmazások, eredmények és az elterjedt gyakorlat megismerését szolgálta. A **terepi bejárás és felmérés** során a mintaterületek tájairól, azok jellegéről gyűjtöttem személyes tapasztalatokat, készítettem felméréseket. A **kérdőívezés és interjú-készítéssel** módszerével a távérzékelési felvételek és származtatott adatbázisok használhatóságát határoztam meg, továbbá a tájjellegről, a tájjelleg változásáról és megjelenítéséről alkotott véleményeket tártam fel. A **távérzékelési képfeldolgozási eljárások és térinformatikai elemzések** módszereivel felvételek és származtatott adatbázisok útján történő digitális tájkarakter-értékelést végeztem.

## 3. TÉZISEK (ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK)

A tájkarakter-elemzés eszköztárának alkalmazási gyakorlatával kapcsolatos irodalomkutatási eredményeimet, valamint az eszköztárat passzív képalkotó távérzékelési adatokkal és feldolgozási eljárásokkal bővítő új tudományos eredményeimet kilenc tézisben foglaltam össze. Téziseim, a disszertációban ismertetett eredménycsomagok témáihoz kapcsolódnak:

- Irodalomkutatás (1. tézis)
- Domborzat-elemzés (2. tézis)
- Térbeli mutatók (3. és 4. tézis)
- Változás-elemzés (5. tézis)
- Láthatóság-elemzés (6. és 7. tézis)
- Megjelenítés (8. tézis)
- Tájhatárok meghúzása (9. tézis)

### 1. tézis

**Alapvető szerep megállapítása a felszínborítás és a növénytakaró jellemzésében**

**Irodalomkutatásom alapján megállapítottam, hogy a passzív képalkotó távérzékelés felvételeinek és származtatott adatbázisainak alapvető szerepe van a tájkarakter-elemzésen belül olyan potenciális karakterjegyek interpretálásában és elemzésében, mint a felszínborítás és növénytakaró.**

Hazai és nemzetközi tájkarakter-elemzési tanulmányok, útmutatók, valamint tájkarakter témában készült egyéb **források elemzésével megállapítottam**, hogy melyek a tájkarakter meghatározása során figyelembe vett tájalkotó elemek, vagy tájjelem-csoportok. Gyakorisági sorrendet állítottam fel, vizsgáltam a táj jellemzésére felhasznált adatokat. Megállapítottam, hogy több tájjelem-csoport vizsgálata esetében jelentős a passzív képalkotó eszköztár szerepe, interpretálásuk és feldolgozásuk módszere változatos.

A kutatási eredmények alapján egyértelmű, hogy a prioritási sorrendben az elsők között szereplő **felszínborítással és növénytakaróval** a legtöbb karakter-elemzés foglalkozik valamilyen formában és néhány kivételtől eltekintve **passzív képalkotó távérzékelési adatokat** – légifelvételeket, űrfelvételeket vagy a belőlük származtatott adatbázisokat – **vesz figyelembe**. Igen gyakori a fényképek vagy felvételek alkalmazása a látványelemek, a tájszerkezet és a mintázat karakteradó jellegének megítélésében is.

## 2. tézis

### **Magassági modellek alkalmasságának megállapítása a domborzati tájkarakter meghatározásában**

**A tájkarakter domborzati jellemzésére használható magassági modelleket vizsgáló összehasonlító elemzéssel igazoltam, hogy az ASTER GDEMv2 modell különösen hegyvidéki területen alkalmas a domborzati tájjelleg meghatározására.**

A tájkarakter-elemzésekben a domborzatot sok esetben digitális magassági modellek jellemzik. Kutatásomban meghatároztam, hogy a hazánkban elérhető legrészletesebb digitális domborzatmodellhez (DDM5) viszonyítva, milyen pontosak a passzív képalkotó távérzékelési módszerekkel készített ASTER GDEM modellek és ezeket összevettem az aktív távérzékelésből származó SRTM modellel is.

Az összevetés eredményeként megállapítottam, hogy az **ASTER GDEMv2** modell a mintaterületi elemzések szerint **hegyvidéken átlagosan 4,4 m-es eltérést mutat** a DDM5-höz képest, míg az SRTM esetében az eltérés 8,4 m. Az SRTM magassági modell alacsonyabb felbontása ellenére síkvidéken sem sokkal pontatlanabb az ASTER GDEMv2 modellnél. Dombvidéki területen a két modell pontossága között nincs jelentős eltérés.

## 3. tézis

### **Zöldfelület-intenzitás mutató kidolgozása a növényborítottság jellemzésére**

**Kutatómunkám eredményeképpen megállapítottam és számításokkal igazoltam, hogy az NDVI index felhasználásával és átalakításával képzett „zöldfelület-intenzitás” mutató egyetlen jelzőszámmal is képes kifejezni bármilyen lehatárolt területrész átlagos zöldfelület-intenzitását és ebből következően alkalmas a tájkarakter területek, vagy tájkarakter típusok zöldfelület-borítottságának jellemzésére is.**

Több éves kutatómunkám során kidolgoztam a **Zöldfelület-Intenzitás (ZFI)** mutatót és folyamatosan pontosítottam számításának módszerét. A zöldfelület-intenzitás a Landsat műholdfelvételek vörös és közeli infravörös sávjait használó NDVI indexre épít, de annál érthetőbben jellemzi, teszi térképezhetővé, térben és időben átlagolhatóvá a tájkarakter területek vagy tájkarakter típusok zöldfelület-borítását. A zöldfelület intenzitás (ZFI) nullától százig terjedő értékekkel fejezi, hogy mekkora az **adott területrésze** (tájrészletre, településrésze) **eső zöldfelület** területi aránya és egészségi állapota. Lényegében ez a negatív értékektől mentes skála teszi térbeli és időbeli összesítésre alkalmasabbá a ZFI mutatót a spektrális NDVI indexnél.

A ZFI mutatóval előállított 2010-es zöldfelület intenzitás adatbázist mintaterületi ellenőrzéseken összevettem infravörös légifelvétellel és meghatároztam az adatbázis pontosságát Budapesten és agglomerációjában. Az adatbázis felhasználásával többféle mintaterületen igazoltam, hogy az adatok térinformatikai feldolgozásával lehetséges területegységek **zöldfelületi jellemzése**, mely **térbeli összevetésre is alkalmas**. A ZFI mutatóval előállított adatbázis felhasználásra került a Budapest Zöldfelületi-rendszerének Fejlesztési Konceptiója és Programja, valamint a Budapest 2030 hosszú távú városfejlesztési koncepció elkészítése során.

#### 4. tézis

##### Rendszeresen változó felszínek zöldfelület-intenzitásának meghatározása

Az 1986-2011 közötti, 25 éves időszak Landsat műholdfelvételeit elemző mintaterületi kutatásom során meghatároztam, hogy a mezőgazdasági területeken – melyeket rendszeresen változó zöldfelület, vagy időszakos zöldfelület-borítás jellemez – milyen zöldfelület-intenzitás átlagértékekkel indokolt számolni egy-egy tájkarakter típus vagy terület növényborítottságának jellemzése során.

Azokat a felszíneket, melyek zöldfelület-intenzitása folyamatosan változik (szántók, intenzíven kezelt gyepek stb.), a tájjelleg szempontjából nem célszerű egyetlen időpont értékével jellemezni. Megállapítottam, hogy a zöldfelület-intenzitás adatbázisban azokon a **mezőgazdasági jellegű területeken**, melyeken a rendszeres művelés (szántás, vetés, aratás, kaszálás stb.), azt eredményezi, hogy a zöldfelület vitalitása egy éven belül, akár egyik hónapról a másikra is jelentősen változik, érdemes egy felszínborítás-kategóriánként **átlagosan jellemző zöldfelület-intenzitás** értéket használni.

Az **átlagos zöldfelület-intenzitás (ZFI) értékeket** kutatásom során egy kibővített, 15 000 km<sup>2</sup>-es Délnyugat-Budakörnyék központú mintaterületen 25 év 31 db Landsat TM és ETM+ felvételeiből generált ZFI adatok hónaponként arányos átlagolásával **határoztam meg**. A gyakran változó intenzitású mezőgazdasági jellegű területeken a kutatás eredményei szerint a ZFI érték **6-7 hónapos vegetációs időszakra 45 és 66% között** váltakozik. A táj **állandósult karaktervonásainak** jellemzésére ezek az értékek alkalmasabbak, mint egyetlen műholdfelvétellel rögzített pillanatnyi állapot alapján számított zöldfelületi értékek.

#### 5. tézis

##### A „táj nyitottságának változása” indikátor megújítása

A „táj nyitottsága” térbeli mutató alapján definiáltam és leírtam a tájkarakter-változás jellemzésére tájegység szinten is alkalmazható „táj nyitottságának változása” indikátort. Az indikátor tájegységekre összegezhető, mértékegységgel meghatározható számértékkel jellemzi a táj nyitottságának változását. Az indikátort európai és magyarországi régiók tájváltozásának jellemzése során teszteltem és igazoltam használhatóságát.

A táj nyitottságát a szakirodalom a **táj elemeinek magassága és sűrűsége alapján** határozza meg felszínborítás kategóriákra (pl.: az erdők zártak, a szőlők félig nyitottak, a gyepek nyitottak). A forrásokban szereplő nyitottság/zártság elemzések és változás-elemzések nyomán meghatároztam a „táj nyitottságának változása” indikátort, mely alkalmas **bizonyos, a karakter szempontjából jelentős változások kimutatására** (pl. erdőszűléssel záródó tájrészletek aránya, gyümölcsösök kivágásával nyíló tájrészletek aránya). Kutatásom eredményeként megalkottam a **változás-indikátor** képletét, melynek alkalmazásával a vizsgált területen **egyetlen számértékkel**, egyértelműen meghatározható a nyitottság-változással érintett terület aránya (%), és a számérték előjele alapján a változás iránya is.

A mutatót 1990-2000 és 2000-2006 időszakokra CORINE felszínborítási változásadatokkal több mintaterületen teszteltem. Felhasználásával értékelttem Magyarország településeinek, kistájainak, valamint az EU28+3 állam területén található régiók **nyitottság-változását**. A táj nyitottságának változása országonként, régióként és tájegységenként igen eltérő képet mutat. **Hazánkban** egyértelműen a **záródási tendencia** érvényesült az 1990-2006 időszakban, mely részben a beépített területek és az erdőterületek növekedésének következménye.

## 6. tézis

### Látható tájrészletek meghatározása az „elméleti láthatósági mutató” szerint

Láthatóság-elemzéssel kapcsolatosan folytatott kutatásom eredményeként bevezettem az „elméleti láthatósági mutatót”, mely felszínmagassági alapadatok felhasználásával, számértékkel jellemzi a vizsgált tájrészletek láthatóságát. A mutató segítségével meghatároztam, hogy melyek Magyarország legtöbb helyről látható tájrészletei és kistájai.

Bevezettem az **elméleti láthatósági mutatót**, mely jelzi, hogy egy adott terület milyen százalékban látható a környező területek nézőpontjaiból. A mutató lényege, hogy a „látó” nézőpontokat az elemzés százalékos arányban fejezi ki az összes nézőponthoz képest, minden vizsgált tájrészlet esetében. A mutató alkalmazása lehetővé teszi a területi egységek szintjén történő összesítést is, melynek következtében a **tájkarakter-területek és tájkarakter típusok is egy átlagos láthatóság értékkel jellemezhetők**.

A passzív képalkotó távérzékelés eredményeként előállított ASTER GDEMv2 magassági modell felhasználásával országos szinten készítettem el az elméleti láthatóság-elemzést, amit látótávolság és vertikális látószög tényezőkkel is kiegészítettem. Az elméletileg **legtöbb helyről látható tájrészletek** közé a síkvidéki környezetből kiemelkedő tanúhegyek tartoznak (Ság, Somló, Badacsony), míg a **tájegységek** közül a síkvidéki környezetből kiemelkedő tagolatlan röghegységek, vulkáni kúpok a meghatározók, mint a Villányi-hegység és a Tokaj-hegy.

## 7. tézis

### A szembenéző lejtő fogalmának és térképezési módszerének meghatározása

Láthatóság-elemzéssel kapcsolatos kutatásom eredményeként definiáltam a „szembenéző lejtő” fogalmát és meghatároztam jelentőségét a kilátópontról látható területek esetében. A „szembenéző lejtők” területi lehatárolásához kifejlesztettem egy fél-automatikus eljárást, mellyel az ország bármely pontjára meghatározható, hogy melyek a vizsgált kilátóhely felé tekintő lejtők.

A **lejtők meredeksége** fontos tényező a láthatóság-értékelésben, mert a kilátóhelyekről feltáruló tájelemek látványbeli jelentőségét fokozhatja. A kilátás-elemzés során a látható területeket érdemes lejtőmeredekséggel „súlyozni”, de csak azok a lejtők fontosak, melyek a kilátó felé lejtnek. Azt a lejtőt, mely a vizsgált kilátóhely irányába lejt és ezért tájképi szempontból meghatározó, **szembenéző lejtőnek** neveztem.

Kutatásom során ASTER GDEMv2 adatok felhasználásával kidolgoztam egy olyan láthatóság-értékelést kiegészítő, „**szembenéző-lejtő**” kimutatására alkalmas eljárást, mely lehetőséget biztosít a kilátóhely irányába tekintő lejtők térképezésére. **Mintaterületi kutatással** igazoltam a „szembenéző lejtő” térképezési módszerének alkalmasságát arra, hogy a tájjelleg szempontjából számottevő, az egyes **kilátóhelyekről markánsan feltáruló domboldalakat meghatározzuk**. Különösen jelentős lehet ez az alkalmazás a **változások vizuális hatásának vizsgálata** során, mely a tájkarakter-elemzésben is fontos szerepet kaphat.

## 8. tézis

### Megjelenítésre használt tájmodellek alkalmazási feltételeinek meghatározása

Megállapítottam, hogy a tájjelleg érzékeltetése érdekében készített megjelenítések (vizualizációk) céljára – a ferde tengelyű madártávlati légifényképek helyettesítésére – az ASTER GDEMv2 magassági modell és ortofotó kombinációjával előállított 2,5D tájmodellek megfelelőek. A tájkarakter hiteles ábrázolásához azonban alacsony látószög és közeli földfelszín esetén szükséges a vertikális tájelemek (fasorok, építmények) 3D-modelljeinek megjelenítése is.

40 fővel folytatott interjúkészítés és 215 fő kérdőívezése alapján megállapítottam, hogy a kérdőívezettek 62%-a **2,5D tájmodellek** esetében megelégedne az ASTER GDEMv2 magassági modell részletességével, és megjelenítés során nem érzékel jellegbeli eltérést a DDM5 modell alapú tájmodellhez képest. A kutatásba bevont személyek **38%-a** azonban **elvárja, hogy a legnagyobb részletességű DDM5 modellt használjuk** az 5 km<sup>2</sup>-nél kisebb dombvidéki tájrészlet megjelenítése esetén, még akkor is, ha ez az önkormányzat számára tízezer Forint többletköltséget jelent helyszínenként.

A kérdőívezés és interjúkészítés eredményeként megállapítottam, hogy a tájmodelleken 1 km-nél közelebbi épületek hiányát a válaszadók legalább kétharmada karakterbeli eltérésnek vélte a madártávlati felvételekhez képest, míg a fotorealisztikus 3D modellel ezt az arányt 25-45%-ra lehetett mérsékelni. Az **1 km-nél közelebbi fókusztérület és 30° alatti látószög esetén az építmények és a növényzet 3D-modellezése** indokolt, annak érdekében, hogy az egyedi vagy típusos jelleg érvényesüljön a megjelenítésben.

## 9. tézis

### A domborulat-lehatárolás módszerének meghatározása

Meghatároztam a tájak lehatárolásához szükséges passzív képalkotó távérzékelési adatok körét és felhasználásuk lehetőségeit a határvonal-választó módszerrel. A módszer új elemeként neveztem meg és mintaterületi alkalmazással teszteltem a „domborulat-lehatárolás” eljárást.

Az irodalomkutatás eredménye szerint a tájkarakter területek lehatárolása során jelentős a terepi ismerettel rendelkező szakértők szerepe. A „**határvonal-választó módszer**” lényege, hogy a passzív képalkotó távérzékelés eszköztárával előállított adatok sokaságából egy térinformatikai rendszerben feltárjuk, és megjelenítjük az összes „potenciális tájhatárvonalat”, melyekből a tájhatárt meghatározókat az elemző szakértő választja ki. Ez a **fél-automatikus** módszer lehetőséget ad az objektív és szubjektív elemek ötvözésére.

A potenciális tájhatárvonalak egyikeként definiáltam a domborulat-határt. A „**domborulat-határ**” a domborzati kiemelkedés (pl.: hegy, domb) környezetében található legmélyebb pontokat összekötő, önmagába záródó vonal, mely elválasztja a vizsgált domborzati formát a szomszédos domborulatoktól. Domborulat-határok **meghatározásának eljárását** a térinformatikai programokban meglévő funkciók kombinált használatával – a magassági modell megemelt inverzének vízgyűjtő-elemzésével – **dolgoztam ki és dokumentáltam**. Az eljárás alkalmazhatóságát a délnyugat-budakörnyéki dombvidéki területen eredményesen teszteltem.



#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁG

Kutatásommal igazoltam, hogy a passzív képalkotó távérzékelés felvételei és feldolgozási eljárásai **igen változatosan hasznosíthatók a tájkarakter-elemzésben**. Irodalomkutatásom eredményeként meghatároztam, hogy az elemzés egyes lépéseiben milyen feldolgozási eljárások, milyen felvételekkel, milyen kiterjedésű mintaterületre alkalmazhatók. Igazoltam, hogy a meglévő alkalmazások köre bővíthető a domborzat-elemzés, a térbeli mutatók alkalmazása, a változás-elemzés, a láthatóság-elemzés, a megjelenítés és a tájhatár-vonalak meghúzása területén.

A passzív képalkotó távérzékelés tájkarakter-elemzésben történő gyakorlati alkalmazását, és ezáltal **kutatási eredményeim alkalmazását is indokolja és alátámasztja** a táj jellegéről tömegesen – esetenként térítésmentesen – beszerezhető, rendszeresen frissülő felvételek és adatbázisok sokasága, a képfeldolgozási és térinformatikai eljárások differenciálódása és terjedése, valamint az érintettek fokozódó igénye a vizuális információkra.

Az **Európai Táj Egyezmény aláírásával vállalt kötelezettségek végrehajtása során** a gyakorlatban is alkalmazhatók eredményeim. Az egyezmény szerinti „**tájak számbavétele**” feladat során a tájhatárvonal meghatározásának eljárásai hasznosíthatók. A **tájak jellemzése, változásaik dokumentálása** során a passzív képalkotó távérzékelésre építő térbeli mutatók és változás-indikátorok használhatók fel, melyek közül a felszínborítási arányok, az erdőszegély, és a nyitottság változása indikátor alkalmazhatóságát több mintaterületen igazoltam.

Kutatásom eredményei hasznosíthatók a **tervezés előkészítésére, alátámasztására** a térségi vagy települési tervezésben. A domborzati sajátosságok vizsgálata és a láthatóság-elemzések karakteres látványelemeket hangsúlyozó fedvényei egyrészt a **helyi építési szabályozás megalapozásában** is szerepet kaphatnak, másrészt a megyei és az országos területrendezési tervekben is hasznosíthatók, a **tájképvédelmi övezet** pontosításához, harmadrészt **láthatósági hatásvizsgálatok** megalapozásához is hozzájárulhatnak.

A **zöldfelület-intenzitás elemzés eredményei** nyomán – pilot-területeken bevezetett, több évtizedes gyakorlati alkalmazási folyamat eredményeként – megvalósíthatónak tartom egy olyan **monitorozási tevékenység rendszeresítését** és szükség esetén kiegészítő jogi szabályozás megvalósítását, melynek célja a települések zöldfelületi arányainak megtartása. A zöldfelület-megőrzési célt a légi- és űrfelvételekkel történő monitorozással és a zöldfelület-intenzitást megőrző tevékenységek támogatásával javaslom elérni.

A kutatás eredményei hasznosíthatók a tájkarakter jelentőségét tudatosító **oktatásban**. Ennek érdekében a **tájépítészeti szakterület képzésében** az elmúlt években kollégáimmal együtt évről évre egyre nagyobb hangsúlyt fektetek az ingyenes adatok és szoftverek felhasználására, a 3D szemléltetésre. Ezek között nagy arányban szerepelnek a passzív képalkotó távérzékelés felvételei és feldolgozási eljárásai.

A tájkarakter sikeres kezeléséhez **nyitott szakemberekre, tudatos, igényes, aktív civil társadalomra** van szükség. A **nyitottság és tudatosság fokozásának**, a tárgyyszerűség érvényesítésének és a látványos illusztrálásnak **alkalmas eszközei** a passzív képalkotó távérzékelés felvételei, feldolgozási és megjelenítési technikái, melyeket **az általam bemutatott vizualizációs eredmények szerint ki lehet használni**. Kulcsfontosságú előnyöket biztosít az érintettek bevonásakor a karakter-elemzés eredményeinek **2,5D és 3D megjelenítése** tájmodelleken vagy madártávlati képeken. Az angolszász eredetű tájkarakter-elemzési módszer az évszázadok óta **öntudatos, gondolkodó, közreműködő helybéli polgárra** épít, akinek hiányában a tájkarakter kezelése „féloldalas” lesz, ezért kutatási eredményeim szerint a tájkarakter-elemzés kommunikációs folyamatában is indokolt a passzív képalkotó távérzékelési eszközök alkalmazása.

## 5. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

### Folyóiratcikkek, angol nyelven

1. Gábor Péter, Jombach Sándor (2009): The relation between the biological activity and the land surface temperature in Budapest. *Applied Ecology and Environmental Research* 7/3., pp. 241-251.
2. Sallay Ágnes, Jombach Sándor, Filepné Kovács Krisztina (2012): Landscape changes and function lost landscape values. *Applied Ecology and Environmental Research* 10/2., pp. 157-172.

### Folyóiratcikkek, magyar nyelven

3. Gábor Péter, Jombach Sándor, Ongjerth Richárd (2006): Budapest zöldfelületi állapotfelmérése ürfelvételek feldolgozásával. *4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat* 4., 15-22..
4. Gábor Péter, Jombach Sándor, Ongjerth Richárd (2007): A biológiai aktivitás változása Budapesten és a Budapesti Agglomerációban 1990-2005 között. *4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat* 5., 21-28..
5. Konkoly Gyuró Éva, Jombach Sándor, Tatai Zsombor (2008): A tájidentitás indikátorai európai fenntarthatósági hatásvizsgálatban. *4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat* 9, pp. 52-58.
6. Gábor Péter, Jombach Sándor (2008): A zöldfelület intenzitás és a városi hősziget jelenségének összefüggései Budapesten. *Falu Város Régió* 1. Városi zöldfelületek, pp. 31-36.
7. Kollányi László, Jombach Sándor (2011): Új eszköz a tervezésben. Nyilvános metaadatbázisból tájékozódhatunk táji-kulturális örökségünk elemeiről. *Vidék és gazdaság* 2., 48-51.
8. Jombach Sándor (2012): Térségi vagy települési szintű zöldfelület-intenzitás távérzékelési elemzésének módszere. *4D: Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat Különszám*, 219-232..
9. Filepné Kovács Krisztina, Valánszki István, Sallay Ágnes, Jombach Sándor (2013): A tájtervezés és a tájvédelem helyzete az európai országok területi tervezésében. *Tájökológiai Lapok* 11/2. pp. 279-290

### Konferencia-kiadványokban megjelent munkák, full paper, angol nyelven

10. Jombach Sándor, Drexler Dóra, Sallay Ágnes (2010): Using GIS for visibility assessment of a wind farm in Perenye, Hungary. 322-330 p. In: BUHMANN, PIETSCH, KRETZLER (Szerk.) *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2010*. Anhalt University of Applied Sciences, Herbert Wichmann Verlag, Berlin
11. Drexler Dóra, Sallay Ágnes, Jombach Sándor (2010): Visibility assesment of the Perenye windpark near the Kőszegi mountain in Hungary. 47-53 p. In: FÁBOS, JULIUS GY., RYAN, ROBERT L., LINDHULT, MARK. S., KUMBLE, PETER., KOLLÁNYI LÁSZLÓ, AHERN, JACK., JOMBACH SÁNDOR (Szerk.): *Proceedings of Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning 2010*, Corvinus University of Budapest, Department of Landscape Planning and Regional Development, University of Massachusetts Amherst, Department of Landscape Architecture and Regional Planning. Budapest
12. Jombach Sándor, Kollányi László, Sallay Ágnes, Csemez Attila, Egyed Adrienn, Tatai Zsombor (2010): ViLaCOrDEM. Special processing of orthophotographs in landscape change visualisation. 313-321 p. In: BUHMANN, PIETSCH, KRETZLER (Szerk.) *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2010*. Anhalt University of Applied Sciences, Herbert Wichmann Verlag, Berlin
13. Sallay Ágnes, Jombach Sándor (2011): Changing landscape values. 225-232 p. In: LECHNIO (Szerk.): *Four dimensions of the landscape. The Problems of Landscape Ecology*. XXX. University of Warsaw, Faculty of Geography and Regional Studies, Warsaw
14. Jombach Sándor, Sallay Ágnes (2011): Remote sensing and GIS in landscape character assessment. 209-216 p. In: LECHNIO (Szerk.): *Four dimensions of the landscape. The Problems of Landscape Ecology*. XXX. University of Warsaw, Faculty of Geography and Regional Studies, Warsaw
15. Jombach Sándor, Kollányi László, Molnár József László, Szabó Áron, Tóth Tádé Dániel (2012): Geodesign approach in Vital Landscapes Project. 211-218 p. In: BUHMANN, ERVIN, PIETSCH (Szerk.) *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012.*, Anhalt University of Applied Sciences, Herbert Wichmann Verlag, Berlin

#### Konferencia-kiadványokban megjelent munkák, absztrakt, angol nyelven

16. Jombach Sándor (2007): *E-assessment of landscape character with remote sensing*. 6th International Conference of PhD Students. 2007. pp. 43-51, Miskolc.
17. Jombach Sándor (2007): *Landsat image utilisation in green surface intensity survey of Budapest*. microCAD 2007 International Scientific Conference. pp. 105-110., Miskolc.
18. Konkoly-Gyuró Éva, Jombach Sándor (2007): *Risk and vulnerability of landscape identity*. 566-567 p. In: BUNCE, JONGMAN, HOJAS, WEEL (Szerk.) Proceedings of the 7th IALE World Congress. 2007. Wageningen, The Netherlands
19. Konkoly-Gyuró Éva, Jombach Sándor (2008): Visual attractiveness as a social indicator. *Global Change and Landscape Response*. Geographisches Institut, Universität Bonn, 2008. pp. 32-33, Bonn.
20. Gábor Péter, Jombach Sándor (2008): *The relation between the biological activity and the land surface temperature in Budapest*. In: MÜLLER, KNIGHT, WERNER (Szerk.) Urban Biodiversity and Design 2008. 80. Erfurt., Bonn
21. Barabás Júlia, Fülöp Györf, Jombach Sándor (2009): *Multivariable decision-making method in landscape planning*. JIAC 2009 Book of Abstracts (Joint International Agricultural Conference)., Wageningen, The Netherlands pp. 143.
22. Jombach Sándor (2010): *Creek-side cycleway type greenways in Budapest: GIS-based landscape potential assessment in Budapest and its suburbs*. 80-81 p. In: FÁBOS, JULIUS GY., RYAN, ROBERT L., JOMBACH SÁNDOR (Szerk.): Book of Abstracts Presentation and posters in Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning 2010, Corvinus University of Budapest, Department of Landscape Planning and Regional Development, University of Massachusetts Amherst, Department of Landscape Architecture and Regional Planning. Budapest
23. Sallay Ágnes, Filepné Kovács Krisztina, Jombach Sándor (2012): *Landscape values in rural development*. 87 p. In: ZAPLETALOVA, VAISHAR (Szerk.) 3rd Moravian Conference on Rural Research. EURORURAL '12. Multifunctional Rural Development. Gregor Menger University Brno. Brno.

#### Konferencia-kiadványokban megjelent munkák, full paper, magyar nyelven

24. Kollányi László, Jombach Sándor (2008): *Vizuális esztétikai tájelemzések*. 230-236 p. In: SZABÓ, ORORSZ, NAGY, FAZEKAS (Szerk.) IV. Magyar Földrajzi Konferencia. Debrecen Debreceni Egyetem, Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék.

25. Jombach Sándor (2008): *A táj látogatottságának modellezése*. 227-237 p. In: A Magyar Tudomány Hete 2008 Konferenciasorozat „A tudomány az élhető Földért”. A Dunaújvárosi Főiskola Közleményei XXX./3. Főiskolai Kiadó, Dunaújváros.
26. Csemez Attila, Jombach Sándor (2011): *A táji adottságok kihasználása és a tájértékké válás folyamata*. 27-41 p. In: SALLAY ÁGNES (Szerk.) Tájékadémia -1. konferenciakötet, Budapest
27. Jombach Sándor (2012): *Távérzékelés és a térinformatikai feldolgozás szerepe a tájkarakter-elemzésben*. 29-41 p. In: SALLAY ÁGNES (Szerk.) Tájmetria/Tájértékelés. Budapesti Corvinus Egyetem Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest

#### Konferencia-kiadványokban megjelent munkák, absztrakt, magyar nyelven

28. Jombach Sándor (2007): *Adalékok tájkarakter térképezéséhez Firtos Kistérségben*. Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak előadásainak és posztereinek összefoglalói. pp. 84-85. Budapest
29. Konkoly Gyuró Éva, Jombach Sándor (2007): *A táji örökség és a táj attraktivitásának értékelése Európai léptékű fenntarthatósági hatásvizsgálatban*. 102-103 p. In: LAKATOS FERENC, VARGA DÉNES (Szerk.) Erdészeti, Környezettudományi, Természetvédelmi és Vadgazdálkodási Tudományos Konferencia. 2007, Sopron.
30. Csemez Attila, Sallay Ágnes, Mikházi Zsuzsanna, Jombach Sándor (2008): *A Nagyrét megújítása*. III. Magyar Tájökológia Konferencia, Előadások és poszterek összefoglalói, pp. 115 Budapest.
31. Konkoly Gyuró Éva, Jombach Sándor (2008): *Területhasználat változás táji hatása és percepciója – európai fenntarthatósági hatásvizsgálat táji vonatkozásai*. III. Magyar Tájökológia Konferencia, Előadások és poszterek összefoglalói, pp. 99 Budapest.

#### Könyvrészletek, jegyzet részlete, magyar nyelven

32. Egyed Adrienn, Jombach Sándor (2010): *Tájalakulási tendenciák előrejelzése a Firtos térségben*. Mesterségek a székely közösségekben. Molnár István Múzeum Kiadványai 2. pp. 67-78. Székelykeresztúr
33. Jombach Sándor (2011): *Térképek és térképi adatbázisok a tájrendezésben*. 23-45 p. In: SALLAY ÁGNES (Szerk.): Tájtervezés és Területfejlesztés. Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti Kar Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest

34. Dr. Kollányi László, Jombach Sándor, Filepné Kovács Krisztina, Nagy Gergő Gábor (2012): *Tájindikátorok alkalmazása a tájképvédelmi területek lehatárolására és a tájkarakter meghatározására*. In: SZENTELEKI KÁROLY, SZILÁGYI KINGA (Szerk.): Fenntartható fejlődés. Élhető régió. Élhető táj 3. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. 175-187
35. Jombach Sándor, Kollányi László (2013): Az Élő Tájak Projekt tevékenységei a BCE Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszékén 5-17 p. In JOMBACH és EGYED (Szerk.) Tájkezelési módszerek és megoldások Az "Élő Tájak" projektben. Budapesti Corvinus Egyetem, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest
36. Jombach Sándor, Kollányi László, Szabó Áron, Filepné Kovács Krisztina, Nagy Gergő Gábor, Molnár József László, Tóth Tádé Dániel, Magyar Veronika, Szilvácsku Zsolt, Duray Balázs, Sallay Ágnes, Valánszki István, Csemez Attila (2013) Visualisation and landscape modelling to understand landscapes in transition – Applications in landscape management of “Nagyberek” (in press) pp. 68-83

#### **Szerkesztés**

37. Fábos, Julius Gy., Ryan, Robert L., Jombach Sándor (Szerk.) (2010): Book of Abstracts Presentation and posters in Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning 2010, Corvinus University of Budapest, Department of Landscape Planning and Regional Development, University of Massachusetts Amherst, Department of Landscape Architecture and Regional Planning. Budapest
38. Fábos, Julius Gy., Ryan, Robert L., Lindhult, Mark. S., Kumble, Peter., Kollányi László, Ahern, Jack., Jombach Sándor (Szerk.) (2010): *Proceedings of Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning 2010*, Corvinus University of Budapest, Department of Landscape Planning and Regional Development, University of Massachusetts Amherst, Department of Landscape Architecture and Regional Planning. Budapest
39. Jombach Sándor, Egyed Adrienn (Szerk.) (2013): Tájkezelési módszerek és megoldások az "Élő Tájak" projektben. Budapesti Corvinus Egyetem, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest

#### **Egyéb publikációk**

40. Csima Péter, Boromisza Zsombor, Jombach Sándor, Módosné Bugyi Ildikó, Pádárné Török Éva (2008): *Nyergesújfalu Cementgyár Környezeti hatástanulmány* - tájvédelmi munkarész. BCE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest