

# Döntéstámogató rendszerek a környezetvédelemben és a környezetgazdálkodásban

---

Döntéstámogató rendszerek a környezetvédelemben és a környezetgazdálkodásban.....	1
<i>Környezetgazdálkodási döntéstámogató rendszerek .....</i>	<i>2</i>
Exelis VIS rendszer.....	3
ESRI GIS rendszer.....	4
IDRISI Selva rendszer[6].....	5
Erdőgazdálkodás.....	6
<i>Környezetvédelmi döntéstámogató rendszerek.....</i>	<i>9</i>
CAPER rendszer[14].....	10
RAINMUSIC rendszer .....	11
<i>Záró gondolatok .....</i>	<i>12</i>
<i>Irodalomjegyzék: .....</i>	<i>13</i>
<i>Ábrajegyzék: .....</i>	<i>15</i>

**Készítette: Erdmann Péter**  
**2013.11.22**

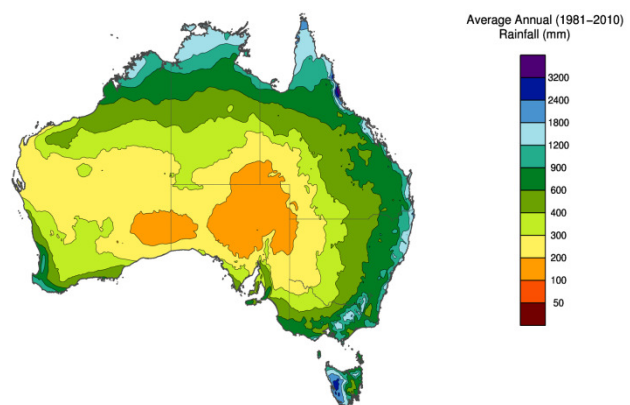
Ebben az esszémben azokról a döntéstámogató rendszerekről írok majd, amiket a környezetgazdálkodáshoz illetve a környezetvédelemhez használnak a dolgozók, vagy kutatók. Emellett megemlítem majd saját véleményem, ötleteim, hogy hogyan lehetne javítani, módosítani akár a gondolkodásmódban, akár a programban. Első megközelítésben a környezetgazdálkodással foglalkozom, az ott használt rendszerekkel, módszerekkel. Azután áttérek a környezetvédelem témakörére, hogy ott mire használják, illetve mire lehetne még használni a döntéstámogató rendszereket.

### *Környezetgazdálkodási döntéstámogató rendszerek<sup>1</sup>*

A mai nap is fontos kérdések egyike a környezetünkkel való gazdálkodás kérdése. Mivel egyre jobban kezd túlnépesedni a föld, egyre jobban benépesülnek a városok, és ezzel összhangban csökken a rendelkezésre álló szabad környezet, mind az élővilág, mind az emberek számára.

Ezért is fejlesztették ki erre a szektorra alkalmazható döntéstámogató rendszereket. Legfőképp a talaj domborzatát felmérő, illetve annak változását követik ezek a rendszerek. Az ebből kinyert adatokból pedig a szakértők ki tudják választani, hogy például merre lenne költséghatékonyabb építeni egy autópályát, hol okozná a legkevesebb kárt a környezetnek. De természetesen nem csak az eddig szabadon lévő területek felmérésére szolgálnak ezek a programok, hanem városok, városrészek különböző környezetre gyakorolt hatásait is lehet nyomon követni, akár hőmérsékleti, többspektrumú, hiperspektrumú, infravörös vagy egyéb adatok elemzésével. Általában, főleg a professzionálisabb rendszereknél, a döntés támogatást segíti a sok beépített előfeldolgozó, hibaszűrő mechanizmus, amivel az esetleges hibás adatokat, képeket kiszűrve továbbítani tud az analízáló részének a programban. Az analízáló rész igazán az, ahol a sok előfeldolgozás és feldolgozás után az ember számára is érthető és értelmezhető képeket modelleket kapunk. Ezek alapján akár módosítható egy városon belül a közlekedési rend, illetve ezen információk birtokában át lehet tervezni területeket, vagy ezeket figyelembe véve alakítani ki az újabb, most épülő, városrészeket.

Ezen felül léteznek olyan környezeti változásokat követő szoftverek amivel a kutatók nyomon tudják követni a klíma változását adott területeken, vagy előre meg tudják becsülni az időjárás alakulását és az esetleges természeti katasztrófákat, valamint számon



1. ábra: Ausztráliai éves átlagos esőzések (1981-2010)

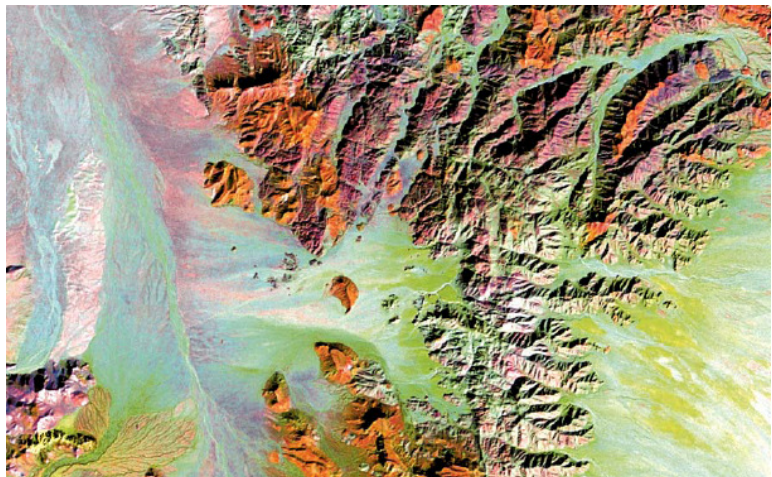
<sup>1</sup> Exelis VIS [1], ESRI GIS [5], IDRISI Selva [6]

tudják tartani egy adott terület ásványkincseit és vízhozamát.

### *Exelis VIS rendszer*

Az Exelis VIS [1] rendszer az egyik olyan rendszer, amivel a fent említett környezeti változásokat vagy állapotokat lehet nyomon követni vagy elemezni. Például természeti katasztrófa esetén (áradás, hurrikán, földrengés) ezen rendszerrel fel lehet mérni a sérült épületeket, utakat és a talaj változásait a környezeti hatás után. Emellett, ha megfelelő mennyiségű adat áll a rendelkezésre, a rendszer akár előre jelezhet egy lehetséges hurrikánt, ezzel is mérsékelve a károkat mind ember életben, mind egyéb értékekben. Ezért ez a rendszer nem csak a katasztrófák felmérésében segít, hanem időjárás előrejelzésben is, bár a folyton változó időjárási viszonyok miatt nehéz előre megjósolni, kiszámítani az időjárást. Azonban kellő mennyiségű adattal néhány napra előre lehet tudni mire számíthatunk - ezzel időt nyerve arra, hogy tákékoztaassák a lakosságot az esetleges időjárási viszonyokról. Hasonló képpen az időjáráshoz, a földrengéseket, tornádókat, és vulkán kitöréseket is lehet előre jelezni.

A természeti környezet felmérésére, illetve feltérképezésére is kiválóan alkalmazható a növényzet index különböző számítási módjaival. A növényzet indexek (Vegetation Indices VIs [2]) kettő vagy több hullámhossz felszínről való visszaverődésének kombinációi, amik felfedik egy kiválasztott



növényzet tulajdonságait. A 2. ábra: Növényzet eloszlása egy domborzati térképen  
növényzet tulajdonságait a tükröződési tulajdonságaikból származtatjuk. A különböző növényzet indexek más és más növényi tulajdonság kihangsúlyozására alkalmazhatók.

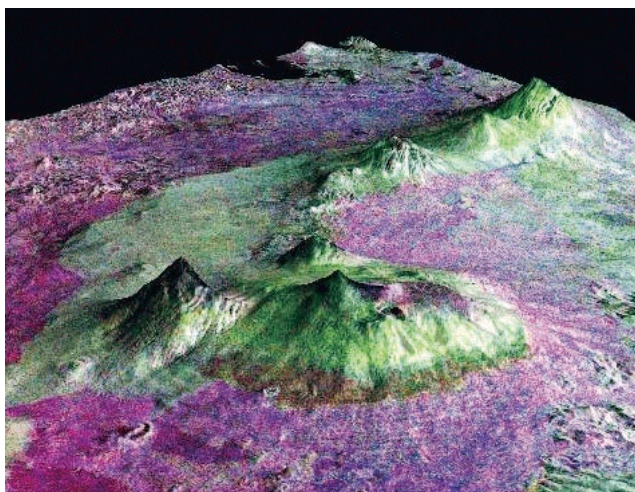
Bár több mint 150 ilyen indexet publikáltak tudományos dolgozatokban, csak egy töredékük rendelkezik fontos biofizikai alapokkal, illetve kevés van belőlük szisztematikusan letesztelve. ENVI (ENVironment for Visualizing Images [3]) 27 növényzeti indexet biztosít ahhoz, hogy detektálhassuk a létezését és relatív sokaságát a pigmenteknek, víznek és szénnek; ezeket meghatározhatjuk a nap visszaverődések optikai spektrumából (400nm-től 2500nm-ig).

## ESRI GIS rendszer

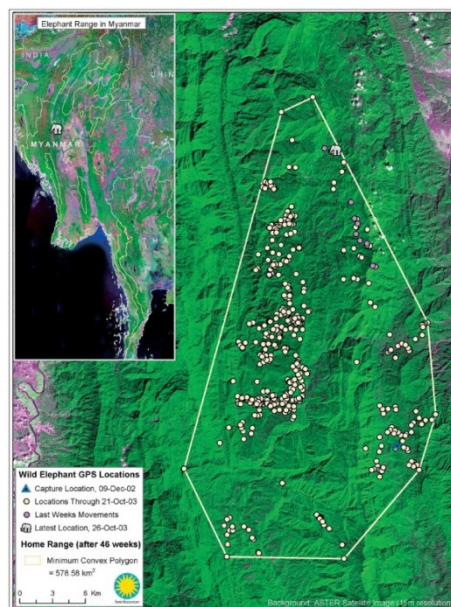
Egy másik hasonló program az ESRI ArcGIS [4], bár ez főleg a térképeken megjeleníthető, akár természeti akár forgalmi vagy politikai irányultságokat tudja kijelezni, mivel ez nem kapcsolódik szervesen a környezetgazdálkodási témához, így csak említésként szerepel.

Viszont egy másik változata is létezik, az Environmental GIS [5]. Az Environmental GIS a helyhez kötött adatokat kezelő eszközök használatát írja le annak érdekében, hogy segítse a környezetmenedzselési stratégiát kidolgozó döntéshozatali folyamatokat. Egyszerűen fogalmazva, a térinformatikai rendszerek egy adott helyszínre vonatkozó információk különböző rétegeiket kombinálják a helyszín behatóbb megismerésének érdekében. A felhasznált rétegek természetesen minden esetben a konkrét feladattól, elemzéstől függenek: például, ha a környezeti faktorok és az emberek egészségi állapota közti összefüggést vizsgáljuk, akkor mindenképp szükségünk lesz az adott terület édesvízkészletét kémiai szempontokból ábrázoló rétegekre.

A globális klímaváltozás, az élőhelyek folyamatos zsugorodása, az állandó emberi beavatkozások - szennyezés, erdőirtás - olyan tényezők, melyek mind az élővilág pusztulását eredményezik, komolyan fenyegetve a Föld biodiverzitását. Az Environmental GIS segítségével nyomkövethető az élővilág számos jellemzője, és ezek változása: a populáció mérete és területi eloszlása, az élőhely változtatása, az egyes lakhelyek jellemzői (például az előforduló növényzet vagy vízforrások szerint), adott régióra jellemző biodiverzitás. A különböző vizsgált szempontokat megjelenítő rétegek együttes ábrázolása számos összefüggésre világít rá élővilág és környezete között, rámutatva, hol és mit kell (vagy épp mit nem szabad) tenni az élővilág egyensúlyának megóvása érdekében. Emellett egy fontos feladata a



3. ábra: Virugna vulkánok NASA által készített képe



4. ábra: A myanmari nemzeti állatkert egy elefantsordájának mozgását követjük nyomon

rendszernek a védett és veszélyeztetett fajok monitorozása. A veszélyeztetett fajok kihalását csak úgy kerülhetjük el, ha a még meglévő populációk folyamatos nyomon követésével és élőhelyeik elemzésével megállapítjuk, mely tényezők befolyásolják a faj demográfiai jellemzőit.

Egy másik fontos indok amiért használják ezt a rendszert, hogy fel tudják venni a harcot az erdőirtás ellen. Az illegális fakitermelés és a területfejlesztés miatti tarvágások a legnagyobb fenyegetés Földünk erdőállományára nézve. Mivel az összes GIS szoftver képes különböző rétegek egyidejű és dinamikus egymásra helyezésére, segítségükkel könnyen nyomon megállapítható, történt-e illegális fakivágás egy adott területen.

De az erőket nem csak a kivágás fenyegeti, hanem az erdőtüzek is. Véleményem szerint az erdőtüzek akár a természet eszközei is lehetnek egy-egy terület újjászületéséhez. A valóságban azonban az erdőtüzeket többnyire felelőtlen emberi viselkedés okozza, olyan kárt okozva a természetes környezetnek, melynek kiheveréséhez hosszú évek szükségesek. Térinformatikai alkalmazásokkal sokat tehetünk a bekövetkezett tűz pusztításának minimalizálása érdekében. A tűz terjedésének és a tűz oltására kirendelt emberi és gépi erőforrások mozgásának nyomonkövetésével hatékonyan koordinálhatjuk a tűzoltási munkákat, a területről rendelkezésre álló, térképeken ábrázolt adatainkat felhasználva pedig a tűz terjedésének irányát is előrejelezhetjük.

### *IDRISI Selva rendszer[6]*

A Selva szó több nyelven is a sűrű trópusi erdőt jelenti, egy olyan óriási fontosságú életközösséget, ami szoros kapcsolatban áll a Föld atmoszférájával és hidroszférájával. Az IDRISI<sup>2</sup> Selva döntéstámogató és bizonytalanság management rendszer is egyben. Az IDRISI széles körben ismert döntéstámogató egységeiről, amivel hatékonyan tudunk erőforrás áthelyezéseket végezni, beleértve új módszereket a többkritériumú kiértékelésekhez, több szempontú talaj allokációs modellezést és használható feltérképezést. Ezen felül az IDRISI biztosít még egy megegyezés kereső folyamatot is, hogy súlyozza a kritériumokat, fuzzy szabványosítást.

Az IDRISI rendszernek van a legkiterjedtebb eszközrendszere a bizonytalanság managementhez az iparágon belül<sup>3</sup>. Ezek az eszközök magukban foglalják a hiba propagálást Monte Carlo szimulációval, a döntési kockázatok értékelését, a propagált hibák eredményeképp, a Fuzzy halmazok kalkulációit és összefüzéseit, valamint az indirekt bizonyíték aggregációt, hogy támogassa a súlyozott bizonyíték következtetést, használva mind a Bayes-i és a Dempster-Shafer megközelítéseket. Végül az IDRISI rendszer tartalmaz egy finom újraosztályozó folyamatot, ami elősegíti a felhasználót abban, hogy felmérje egy adott terület milyen valószínűséggel van a küszöbérték felett, vagy alatt (pl.:a tenger

---

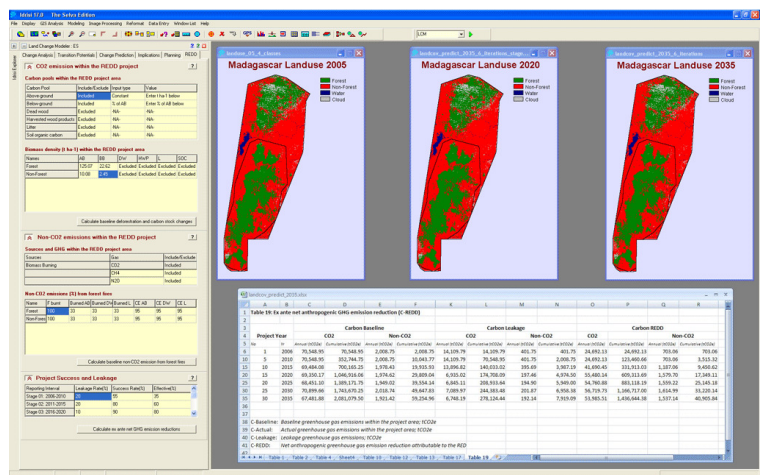
<sup>2</sup> Középkori térképész és geográfus neve [7]

<sup>3</sup> Alkalmazások [8], kiegészítő eszközök [9]

szintjének emelkedése), hasonlóképpen a megelőző térbeli valószínűségek implementálását is elvégezheti Maximum Likelihood osztályozással.

Az IDRISI rendszer széles választékú modellező eszközt biztosít számunkra. A Salva rendszerbe integrált ETM (Earth Trends Modeler)<sup>4</sup> alkalmazás új eszközöket nyújt a megfigyelésekhez, felfedezésekhez és adatok idősoros analízishez, amivel felfedhetjük a környezetben zajló változások irányát, különösen a globális klíma változással összefüggő változásokat. Ezen felül a rendszer tartalmaz eszközöket a talaj eróziójának modellezéséhez, vízgyűjtő területek felfedezéséhez és vízhozamuk számításához, tűz veszély kiértékeléshez, áradások modellezéséhez, valamint ezek becsléséhez és végül az erdők feltérképezéséhez.

A REDD<sup>5</sup> (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) egy olyan klíma változást mérséklő stratégia, amit több környezetvédő szervezet, projekt fejlesztők és kormányzatok használnak a fejlődő országokban. A fenti stratégiát a Selva rendszer figyelembe tudja venni a Land Change Modeler (LCM) segítségével és ki tudja értékelni a REDD-stratégiával kapcsolatos erdő védelmi stratégiáit. A REDD elősegíti az alap emissziók becslését különböző szén lelőhelyeken és segíti az utólagos szén emissziók felmérését.

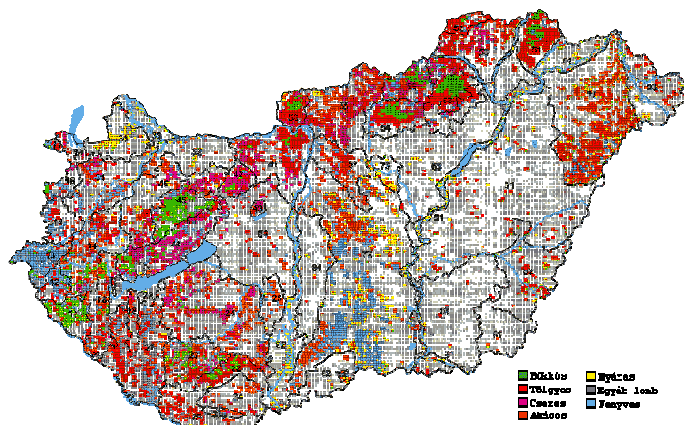


5. ábra: REDD alkalmazás egy képe a CO<sub>2</sub> kibocsájtásról egy teszteredületen

## Erdőgazdálkodás

Ebben az alfejezetben három főbb témát fejtek ki: az erdőket érő hatásokat, az erdők állapotát és az erdővagyonot. Illetve a fenti döntéstámogató rendszerekhez visszakanyarodva kifejtem gondolataimat, egy esetleges olyan funkcióra, ami a természetnek és az embernek egyaránt a javát szolgálná.

Az erdők szerepe több



6. ábra: Erdőterületek megoszlása főbb állománytípusok szerint.

<sup>4</sup> ETM alkalmazás [10]

<sup>5</sup> A Selva rendszerben futtatható egyik lehetséges alkalmazás, illetve irányelv neve [11]

élőhelyet biztosít a területen élő állatoknak, tisztítja a levegőt, megköti a talajt meredek hegyoldalakon, hogy az eső ne mossa le a földet. Emellett az emberek számára is hasznos, akár ha pihenés céljából látogat el az ember az erdőbe, vagy akár a fából készült eszközöket használja. Az ország jelentős részét kitevő Kisalföldre és Nagyalföldre az erdőssztyepp klíma jellemző. Itt összefüggő erdőterületek csak megfelelően magas talajvízszint mellett alakulhatnak ki.

Az elmúlt években gazdasági érdekből előtérbe került a gyors növekedésű fajok és fajták telepítése, hiszen ezek hoznak a leghamarabb (25-30 éves vágásérettségi kor) nyereséget. Elsősorban az akác további terjedéséről beszélhetünk, annak gyors növekedése, és könnyű felújítása miatt. Sajnálatos tölgy és bükk állományaink területarányának további csökkenése. Az 70-es években végrehajtott erőltetett fenyőtelepítési program lefutása után az erdeifenyő és feketefenyő területaránya csökkent. A genetikailag változatos, őshonos hazai nyár állományok területnövekedése a természetes illetve természetyszerű erdőgazdálkodás előtérbe kerülésének eredménye.

Az utóbbi 15-20 évben egész Európában növekedtek az erdőket érő károk, csökkent az erdők stabilitása. A környezetszennyezés különösen nagy kárt okozott. A károsítások növekedése hazánkban is megmutatkozott.

Az emberi tevékenység kiszélesedése előtt Magyarország területének körülbelül 70 %-át erdő borította. A trianoni békeszerződés után az ország erdeinek 84 %-a [12] a határokon kívülre került, és a megmaradt ország rész erdősültsége csak 12 % volt. Ez az arány ma 18,5 %-ra növekedett ami még mindig messze elmarad az Európai Unió 30 %-os átlagától. A távlati cél Magyarországon is 25-26 %-os erdősültség elérése.

Az erdők állapotának felmérésére megvizsgálták egy adott területen élő fák állapotát. A vizsgálatok alapját a lombzat állapota jó indikátora a fák egészségi állapotának. A levélvesztés (az asszimiláló felület veszteségei) alapján 1997-ben a minősített fák 43,8 % a tünetmentes, 36,8 %-a gyengén, 14,5 %-a közepesen, 2,3 %-a pedig erősen károsodott, míg 2,6 % elpusztult.

Az erdők állapotát jelentősen befolyásoló tényező a vadállomány nagysága, amely a vadászati haszon mellett a túlzott elszaporodás esetén az erdő fenntartását is veszélyeztető károk forrása lehet. Az 1990-es évek első felében a jó és a kiváló vadeltartóképességű területek csökkentek, ugyanakkor a vadeltartóképességet nem tartalmazó és az igen gyenge vadeltartóképességű területek mennyiségileg és arányaiban is növekedtek.

Ahogy azt már korábban leírtam, sok döntéstámogató rendszer foglalkozik a talaj és a növényzet vizsgálatával elemzésével, és esetleges megoldási lehetőségeket nyújt a felmerülő károk csökkentésére<sup>6</sup>. Amit viszont nem láttam az ilyen rendszereknél, az annak a lehetősége, hogy a földön lévő fafajták közül kiválasztja és figyelmünkbe ajánlja a szükséginktől függően.

Tegyük fel, hogy megnő a kereslet a jó minőségű tűzifa, vagy épületekhez használható fák iránt. Általában az a szokásos megoldás, hogy ha "gyorsan" kell, akkor általában valami olyan fát választanak, ami hamarabb megnő mint a többi, viszont előfordulhat, hogy másra kevésbé jó. Ellenben, ha a rendszer tartalmazná a világon élő fák adatait, jellemzőit, akkor - természetesen kockázat mérlegelés után - akár találhatnak egy megfelelőbb fát, ami elviseli az adott terület éghajlatát, és sokkal jobb minőségű faanyagot biztosít a későbbi felhasználásra.

---

<sup>6</sup> Exelis VIS [1], ESRI GIS [5], IDRISI Selva [6]

Egy példa, ami elkerülhető lett volna egy ilyen döntéstámogató rendszer segítségével az olasz nyárfa, ami a hagyományos magyar fajtától eltérően, áprilisban hatalmas mennyiségű magot szór szét szöszös borításban. Ezzel nem kis fejfájást okozva az allergiás embereknek vagy bárkinek akit beterít az irdatlan mennyiségű mag. Egy fent említett rendszer segítségével láthattuk volna milyen hátrányai, illetve milyen esetleges kockázatai lesznek.



7. ábra: Olasz nyárfa

Ezzel szemben a rendszer szerintem felajánlhatna egyéb alternatívaként más növényeket, például a Császárfát (*Paulownia tomentosa*).

A Császárfának Magyarországon jónéhány idős példánya található. Láthatjuk Budapesten, a villányi úti Budai Arborétumban, de számos más parkban és arborétumban is felfedezhetünk egy-egy óriásira nőtt, terebélyes példányt belőle. Évtizedekkel ezelőtt ezeknek a példányoknak a telepítésénél pusztán a kuriózum játszott szerepet, mert a Császárfák természetével és április-május környékén nyíló, illatos liláskék bugavirágzatával vitathatatlanul egyedi jelenség. Termése is érdekes, aranybarna színű, hosszúkas alakú, felnyíló toktermés, ami szintén érdekességnek számít felénk.

A gyors növekedés az egyik alaptulajdonság, ami miatt a Császárfák mára olyan fontossá váltak a köztudatban, illetve ami miatt ilyen nagyfokú érdeklődés kezdte övezni. A mezőgazdasági szaksajtó<sup>7</sup> egyre nagyobb hangsúlyt fektet az energianövények felkutatására, az alternatív energia utáni kutatások pedig mindenre kiterjednek, amivel Földünk fogytán lévő energiakészlete pótolhatóvá válna. Egy ilyen potenciális lehetőséget ismertek fel a Császárfákban, mert gyors növekedéséből adódóan a nagy mennyiségű faanyag felhasználhatóvá válna úgy tüzelésre, mint bútorgyártásra és építőipari feldolgozásra is. Ezen felül a lombzatot is hasznosítani lehetne akár zöldtrágyaként, de állatok takarmányozására is. A kutatások már több mint fél évszázada folynak úgy Kínában, mint az Amerikai Egyesült Államokban, és mindkét ország határozottan jó eredményekről számol be. Kínában több millió hektáros Császárfák ültetvényekkel próbálják orvosolni a csökkenő erdők miatt felmerülő környezeti és gazdasági problémákat.

Magyarországon is elindult a kutatás, a Császárfák nemesített változatainak feltérképezésére. Ezek a fajhibridek még gyorsabb növekedésűek, és sokkal toleránsabbak a különböző környezeti behatásokra.

A Császárfák telepítése, kiegyenlítheti az épületfa, a tűzifa és a takarmánynövények hiányát, másrészt javíthatja a mezőgazdasági termelés hatékonyságát, és megelőzi a további talajpusztulást. Egyszerre tudunk javítani környezetünk minőségén és a minőségi faáru kínálatán. Mindemellett egyedülálló befektetési és vállalkozási lehetőség, amely a Császárfák térhódításának óriási lendületet ad a közeljövőben.

<sup>7</sup> Például Energiacentrum oldal [13]





8. ábra: Császárfa virágzáskor

### *Környezetvédelmi döntéstámogató rendszerek*

Bár vannak átfedések az előbbi fő témával, a környezetgazdálkodási döntéstámogató rendszerekkel, mégis inkább különálló résznek vettem. Egyrészt, mert a döntéstámogató rendszerek világában is külön altípusnak számít, másrészt pedig amíg a környezetgazdálkodás egyik fő célja a környezetünkkel való gazdálkodás elősegítése akár ipari akár gazdasági célból, addig a környezetvédelmi rendszerek kimondottan a környezet védelmére irányuló programok, eszközök.

## CAPER rendszer[14]

A Vízgyűjtő tervezés és tölcse-torkolat hatásvizsgálat, azaz CAPER<sup>8</sup>, legfőbb célja az, hogy integrálja a vízgyűjtők vízminőségének és ökológiai hatásmodellekből származó információkat, amelyek eredményeinek segítségével a későbbiekben a nagyobb és kisebb vízgyűjtők méreteit lehet analizálni a torkolatokra gyakorolt hatásaik tükrében.

A CAPER rendszer konzisztens és transzparens metódusokat biztosít nagy kiterjedésű vízgyűjtők összekapcsolásához (ökológiai körülményekkel a torkolatoknál), ezen felül segíti a döntéshozatalt a vízgyűjtőkön alapuló tervezéseknél, emellett képes a management döntéseinek kockázatát felfedni (beleértve a klímával kapcsolatban felmerülő bizonytalanságokat).

Úgy tervezték a rendszert, hogy egy egyszerűen programozható program legyen, amibe gyorsan bele lehet helyezni újabb vízgyűjtőket és új eseményeket. Bármelyik más vízgyűjtőbeli vízminőség illetve víz fogadó vízminőség modellel használható.

A régebbi alkalmazások az AnnAGNPS<sup>9</sup> modellt vették alapul a modellezéshez. Ehhez a folyók melletti folyosók, mezőgazdasági management opciók - mint például a talaj management és trágyázási management - és a WSUD<sup>10</sup> opciók lettek hozzáadva, amik segítségével jobban átláthatóbb a döntési lehetőségünk. A CAPER döntéstámogató rendszer fejlesztő környezet elég flexibilis ahhoz, hogy magába tudjon fogadni és beépíteni majdnem minden fajta döntési típust.

Végeredményben sikeres stratégiai tervezéshez sokszor komplex modellek, tudomány és magas szintű elkötelezettség, valamint együttműködési képességre is szükség van. Ahhoz,



9. ábra: Botany Bay

hogy komplex modell információkat elérhetővé tegyünk a vízgyűjtő területek tulajdonosainak, olyan döntéstámogató rendszert érdemes használni mint például a Botany Bay CAPER DSS. Ideális esetben, ilyen rendszer rendelkezik a következő tulajdonságokkal. Egyrészt a felhasználók (bár kevés vagy semmilyen technikai ismeretekkel sem rendelkeznek

<sup>8</sup> Catchment Planning and Estuary Response [14]

<sup>9</sup> Agricultural Non-Point Source Pollution Model [15]

<sup>10</sup> Water-sensitive urban design [16]

a modellezés terén), mégis képesnek kell lenniük beállítani, futtatni tudják, továbbá analizálni az adatokat illetve az új forgatókönyveket képesek kidolgozni kevés továbbképzés vagy segítség mellett. Emellett komplex modelleket kell tudniuk integrálni mint például az RWQM<sup>11</sup>, forrás vízgyűjtőket olyan módon, hogy az megfelelő pontossággal biztosítson fontos és hasznos eredményeket a lehetséges hatásokról, miközben minimalizálja a döntéstámogató modellek futási idejének a hosszát. Fontos információkat mindenképp tartalmaznia kell, mint például szövegek, fotók és térképek, amik egy kontextust biztosítanak a modell eredményeinek értékeléséhez, illetve segítik a felhasználóknak értelmezni a rendszer kimeneteit. Végül biztosítania kell dokumentációt a hipotézisekről és az alap modell korlátairól és metódusairól, valamint a projekt történetéről - egyszerű nyelven, hogy a rendszer célprojekt raktárként tudjon működni és a kimenet érthető legyen az érintettek nagyobb részének.

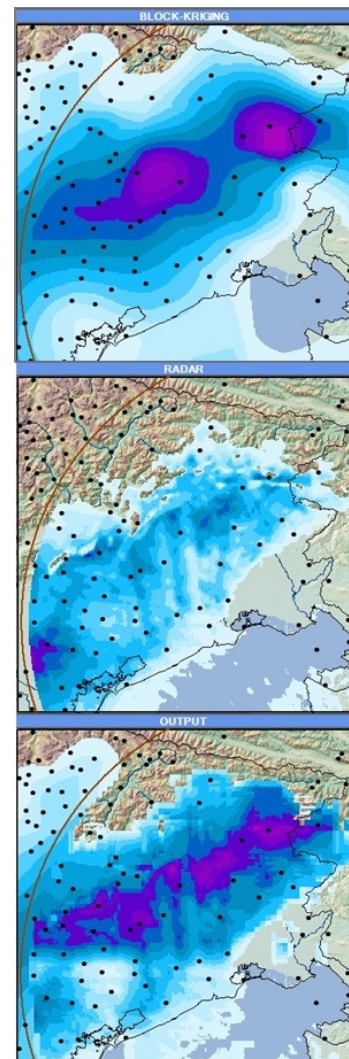
A Botany Bay CAPER DSS rendelkezik ezekkel a tulajdonságokkal és sikeresnek bizonyult a Botany Bay WQIP létrehozásakor [18]. Tréningeket, gyakorlatokat és tanulmányokat biztosítanak, hogy a vízgyűjtő terület tulajdonosok, mint például a helyi tanácsok tagjai használni tudják a rendszert a saját terveik megvalósításához.

### RAINMUSIC rendszer

A RAINMUSIC egy olyan szoftver széria ami meteorológiai adatokat tud feldolgozni - (csapadék és hőmérséklet). Interpolálja a záporok és hőmérsékleti adatok pontjait, a mérő hálózatokról különböző technikákat alkalmazva. Az adat kombinációs széria egy Bayes-i technikán alapul, ami olya eső térképeket biztosít, amelyek a legjobb térbeli és mennyiségi becsléseket foglalják magukban az érintett területről.

A RAINMUSIC akár önmagában álló programként is működhet, vagy ha akarjuk beintegrálhatjuk valós idejű áradás előrejelző rendszerekbe, mint például az EFFORTS<sup>12</sup> rendszer. A rendszer által készített zápor és hőmérsékleti térképek akár több fajta környezeti modell bemeneteként is használhatók. Ezen felül különösen jól használhatók olyan alkalmazásokban, ahol az esőzések térbeli eloszlása fontos. A rendszer magában foglalja az összes olyan programrészt, ahol szükséges a meteorológiai adatok idősorainak interpolációja, mint például a klimatológia, meteorológiai adatok elemzése, környezet modellezés, vízgyűjtő területek víztana, áradás előrejelzés, víz készlet management, radar meteorológia illetve záporok adatainak analízise.

A csapadék egy nagymértékben változó atmoszférikus változó és ez megnehezíti a pontos térbeli és mennyiségi leírások készítését egy adott záporos területről. Az évek folyamán sok eszközt készítettek, hogy elég megbízható



10. ábra: Csapadék elemzés a RAINMUSIC szoftverrel

<sup>11</sup> Receiving Water Quality Model [17]

<sup>12</sup> European Flood Forecasting Operational Real-Time System [19]

mennyiségi és pontos térbeli becsléseket adnak. A tradicionális csapadék mennyiségi hálózatok pontos mennyiségi mérésekkel szolgáltak, de a hálózatok ritkán képesek felmérni egy légköri jelenség térbeli változékonyságát. A távoli mérőeszközök, mint például az időjárási radarok és műholdak javították a zápormezők meghatározásán. A földi időjárási radarok érzékenyek a csapadék-elemekre, mint például az esőcseppekre, és időben pontos térbeli leírást biztosítanak egy csapadékos területről. Azonban a mennyiségi becsléskor beleütközhetnek sok nehézségbe, ahogy az atmoszféra és az időjárási célpontokkal való hipotézisekkel is meg kell birkóznuk. A műholdak indirekt becslésekkel szolgálnak a csapadékmérőről és az időleges vagy térbeli felbontásokról. Ezek viszont nem megfelelőek a víztani programokhoz. Így láthatjuk, hogy mindegyik fajta csapadékmérésnek meg van a saját előnye és hátránya, illetve határa.

A RAINMUSIC kombinálja mindet, hogy maximális hatékonysággal tudja felhasználni az összes rendelkezésre álló információ forrást.

### *Záró gondolatok*

Ezen esszémben megpróbáltam összeszedni a környezetgazdálkodásban illetve a környezetvédelemben használt döntéstámogató rendszereket, és leírni mikre is képesek, mire is használhatóak.

Úgy érzem egyre jobban előtérbe fog kerülni ez az ilyen rendszerek a közeljövőben, mivel az embernek egyre jobban kell hasznosítania a már kisajátított területeket, illetve ezen programok segítségével akár valamelyest helyre is lehetne állítani bizonyos fokig egy területrészt. Persze az emberi tényező mindig benne lesz, és ezt nagyon ki se lehet kerülni, de a technika fejlődésével egyre stabilabb és biztosabb előrejelzéseket, jóslatokat tudunk készíteni egy adott kérdésben. A legtöbb esetben most már nem az a fő gond, hogy nem áll az emberek rendelkezésére ilyen szoftver, inkább az a baj, hogy még elég kevés helyen ismerik és használják ezeket a rendszereket.

Azonban bizakodom, hogy a közeljövőben ezek a rendszerek teret hódítanak maguknak egyre szélesebb körben, és felhasználásukkal a gazdálkodók is környezettudatosabban fogják megtervezni jövőjüket.

## Irodalomjegyzék:

### **Exelis VIS rendszer:**

Készítő: Exelis

Dátum: 2013

Források:

[1]<http://www.exelisvis.com/Industries/EnvironmentalMonitoring.aspx>

[2]<http://www.exelisvis.com/docs/VegetationAnalysis.html>

[3]<http://www.exelisvis.com/ProductsServices/ENVI/ENVI.aspx>

### **ESRI GIS rendszer:**

Készítő: Esri

Dátum: 2012

Források:

[4]<http://www.esri.com/software/arcgis>

[5]<http://www.esrihu.hu/kornyezetvedelem/kornyezeti-gis.html>

### **IDRISI Selva rendszer:**

Készítő: Clark Labs, Clark University

Dátum: 2012

Források:

[6]<http://www.clarklabs.org/products/idrisi.cfm>

[7][http://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad\\_al-Idrisi](http://en.wikipedia.org/wiki/Muhammad_al-Idrisi)

[8]<http://www.clarklabs.org/applications/index.cfm>

[9]<http://www.clarklabs.org/products/additional-tools.cfm>

[10]<http://www.clarklabs.org/products/Earth-Trends-Modeler.cfm>

[11]<http://www.clarklabs.org/applications/REDD.cfm>

[12][http://www.pointernet.pds.hu/forest/knowledge/forest\\_knowledge\\_02.html](http://www.pointernet.pds.hu/forest/knowledge/forest_knowledge_02.html)

### **Erdőgazdálkodás:**

Készítő: Kautela ZRT.

Dátum: 2013

Források:

[13]<http://www.energiacentrum.com/energianoveny/>

**Caper rendszer:**

Készítő: Australian National University

Dátum: 2009

Források:

[14]<http://fennergchool-research.anu.edu.au/icam/products/caper.pdf>

[15]<http://go.usa.gov/KFO>

[16][http://en.wikipedia.org/wiki/Water-sensitive\\_urban\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Water-sensitive_urban_design)

[17]<http://www.healthywaterways.org/ScienceandInnovation/Modelling/ReceivingWaterQualityModel.aspx>

[18][http://www.sydney.cma.nsw.gov.au/bbcci/publications/Papers/WSUD12\\_Paper\\_Kelly\\_Dahlenburg\\_Stewart\\_Weber.pdf](http://www.sydney.cma.nsw.gov.au/bbcci/publications/Papers/WSUD12_Paper_Kelly_Dahlenburg_Stewart_Weber.pdf)

**RAINMUSIC rendszer:**

Készítő: Progea

Dátum: 2000

Források:

[19]<http://www.progea.net/prodotti.php?p=EFFORTS&c=Software&lin=inglese>

## Ábrajegyzék:

1. ábra: Ausztráliai éves átlagos esőzések (1981-2010) ..... 1
- Készítő:** METVIS Services Meteorological Visualisation Solutions
- Dátum:** 2010
- Forrás:** <http://www.metvis.com.au/gallery/index.html>
2. ábra: Növényzet eloszlása egy domborzati térképen ..... 1
- Készítő:** Exelis Inc.
- Dátum:** 2011
- Forrás:** <http://www.exelisinc.com/solutions/ENVI/Pages/default.aspx>
3. ábra: Virugna vulkánok NASA által készített képe ..... 1
- Készítő:** Esri ArcNews Online
- Dátum:** 2005
- Forrás:** <http://www.esri.com/news/arcnews/summer05articles/gis-applications.html>
4. ábra: A myanmari nemzeti állatkert egy elefontcsordájának mozgását követjük nyomon ..... 1
- Készítő:** Esri ArcNews Online
- Dátum:** 2004
- Forrás:** <http://www.esri.com/news/arcnews/winter0304articles/asian-elephant.html>
5. ábra: REDD alkalmazás egy képe a CO2 kibocsájtásról egy teszt területen ..... 1
- Készítő:** Clark Labs, Clark University
- Dátum:** 2012
- Forrás:** <http://www.clarklabs.org/applications/REDD.cfm>
6. ábra: Erdőterületek megoszlása főbb állománytípusok szerint. .... 1
- Készítő:** Pointernet
- Dátum:** 1999
- Forrás:** [http://www.pointernet.pds.hu/forest/knowledge/forest\\_knowledge\\_01.html](http://www.pointernet.pds.hu/forest/knowledge/forest_knowledge_01.html)

7. ábra: Olasz nyárfa.....	1
<b>Készítő:</b> Wikipedia	
<b>Dátum:</b> 2013	
<b>Forrás:</b> <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Nyárfa">http://hu.wikipedia.org/wiki/Nyárfa</a>	
8. ábra: Császárfa virágzáskor .....	1
<b>Készítő:</b> Otthonok és Kertek	
<b>Dátum:</b> 2012	
<b>Forrás:</b> <a href="http://otthonokeskertek.hu/cikkek.php?kat=2&amp;hid=1500">http://otthonokeskertek.hu/cikkek.php?kat=2&amp;hid=1500</a>	
9. ábra: Botany Bay .....	1
<b>Készítő:</b> Andre Rieu Translations	
<b>Dátum:</b> 2013	
<b>Forrás:</b> <a href="http://www.andrieriustranslations.com/Lyrics/Botany-Bay.html">http://www.andrieriustranslations.com/Lyrics/Botany-Bay.html</a>	
10. ábra: Csapadék elemzés a RAINMUSIC szoftverrel .....	1
<b>Készítő:</b> Progea	
<b>Dátum:</b> 2012	
<b>Forrás:</b> <a href="http://www.progea.net/prodotti.php?p=RAINMUSIC&amp;c=Software&amp;lin=inglese">http://www.progea.net/prodotti.php?p=RAINMUSIC&amp;c=Software&amp;lin=inglese</a>	