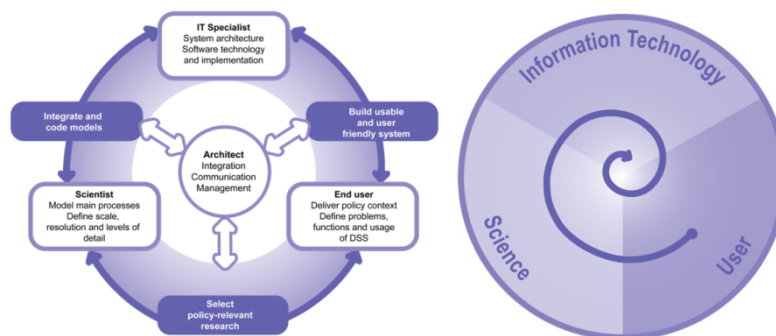


TICAD SDSS – A tervezés új dimenziója

A 2009. június 30-án elfogadott, Dél-kelet Európai Transznacionális Együttműködési Program (SEE Programme) által támogatott TICAD projekt szakmai munkája 2012. február 29-én zárult le. A nemzetközi együttműködés a Tisza vízgyűjtőjével érintett öt ország (Ukrajna, Románia, Szlovákia, Magyarország, Szerbia) részvételével jött létre a helyi, regionális, valamint országos szintű közigazgatási szervek, tervező- és kutatóintézetek bevonásával. A pályázat kidolgozásának alapja az a felismerés volt, hogy a közel 158 000 km²-t érintő Tisza-vízgyűjtőterületnek olyan határokon átívelő környezeti, gazdasági, infrastrukturális és szociális kihívásokon alapuló komplex problémákkal kell szembenéznie, amelyek fenntartható megoldása nemzetközi összefogást igényel.

A TICAD projekt keretében számos alapvető fontosságú dokumentum született (nemzeti vizsgálatok, közös analízis, transznacionális stratégia, fejlesztéspolitikai ajánlások stb.). A térség prominens szakembereinek tapasztalatcseréje és közös tervezési munkája további eredményeként jött létre egy, a Tisza-vízgyűjtőre alkalmazott, területi tervezést támogató modellező rendszer (TICAD SDSS), amely a területhasználat változását befolyásoló tényezők elemzésén alapul. Az alkalmazás fejlesztése és a rendszer kalibrálása (beállítása) a nyertes holland-cseh konzorcium irányításával (RIKS, DHI) a TICAD projektpartnerek és a felhasználók szoros együttműködésével ment végbe a stratégiaépítés folyamatával párhuzamosan. A projekt időtartama alatt folyamatos párbeszéd zajlott a modell beállításainak, indikátorainak alkalmasságáról, s a közös fejlesztés során lépésről-lépésre tanulták meg a felhasználók a szoftver helyes használatát.



A rendszer fejlesztésébe bevont csoportok, valamint az iteratív és interaktív folyamat sematikus áttekintése¹

A TICAD SDSS jelentősége a tervezésben

Ismeretes, hogy a területpolitikai döntések hatása az ország térszerkezetére, területhasználatára több éves késéssel érzékelhető, a döntéstámogató szoftver segítségével azonban előre modellezhető a folyamat és a végeredmény.

A TICAD Területi Döntéstámogató Rendszer /Spatial Decision Support System (SDSS)/ segíti a tervezőket és a döntéshozókat a területi folyamatok komplexitásának, összefüggésrendszerének felismerésében, és bemutatathatóvá, érzékelhetővé teszi a különböző forgatókönyvek esetén bekövetkező környezeti, területhasználati és infrastrukturális változásokat, szimulálja és összegzi a különböző fejlesztési intézkedések helyi és regionális

¹ Van Delden, H., Seppelt, R., White, R. and Jakeman, A.J., 2011. A methodology for the design and development of integrated models for policy support. Environmental Modelling and Software 26: 266-279

fejlődésre gyakorolt hatásait. A program képes a különböző bevitt adattartalmakat és fejlesztéspolitikai intézkedéseket komplex módon kezelni, s ezek ismeretében szimuláció során előrevetíteni azok társadalomra, gazdaságra és környezetre gyakorolt hatásait, egyszerűen szólva, térképen megjelenítve „láttatni a jövőt”.

A modellező szoftver felépítése, működése

Az alkalmazás magában foglal egy területileg meghatározott, integrált szimulációs modellt, amelynek segítségével a Tisza-vízgyűjtő lehetséges jövőbeni fejlődési irányait vizsgálhatjuk meg. A modell társadalmi-gazdasági és környezeti indikátorokat tartalmaz, amelyek lehetőséget biztosítanak az elemzők számára összehasonlítani a különféle fejlesztési alternatívák hatásait a transznacionális stratégiában fontosnak vélt szempontok alapján. Területi szintek szerint beszélhetünk regionális és lokális indikátorokról.

A modellben használt indikátorok jellegük szerint:

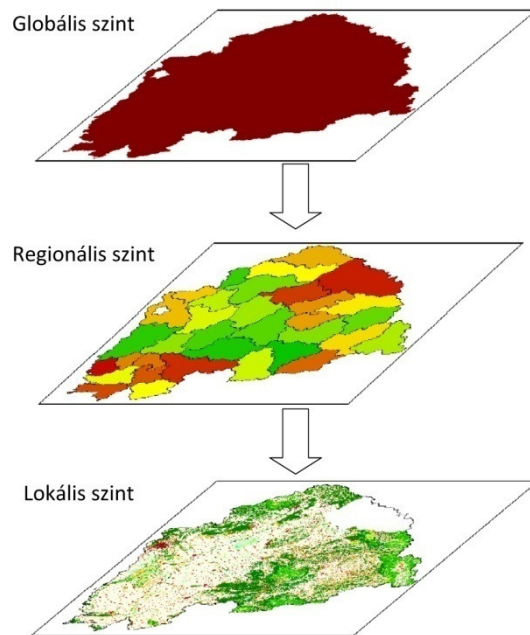
- klaszter mutatók (városi klaszterek),
- távolság mutatók (munka és lakóhely távolsága),
- területhasználat-változást jelző mutatók (erdőterületek változása, városok terjeszkedése)
- „biodiverzitás” mutatók (élőhelyek fragmentáltsága)

A modell imitálja a változó területhasználati mintázatot és hidrológiai körülményeket, valamint képes 30 éves távlatban előrevetíteni a lehetséges forgatókönyveket (szcenáriókat) az egyéni beállítások alapján.

A rendszer az egész Tisza-vízgyűjtőt lefedő *globális modell*ből és a TICAD projektben vizsgált, három mintaterületet magában foglaló *lokális modell*ből áll.

A globális modellben a külső tényezők figyelembevételével a népesedési folyamatok és egyes ágazatok foglalkoztatottsági viszonyainak előrejelzése történik. A modellnek két területi szintje van: a *regionális* és a *helyi szint*.

- A regionális modell a vízgyűjtő NUTS3 térségeit veszi alapul. A modell lényegében a régiók közötti társadalmi és gazdasági folyamatokat elemzi, amelyhez az alapadatokat a globális modell biztosítja.
- A helyi szint grid alapú legkisebb egységét egy cella alkotja, amely a valóságban 500x500 m (25 ha) területnek felel meg. A *mintaterületi modellek* helyi szinten, ugyanazt a cellaalapú beosztást használva működnek. A cellák mindegyike a vízgyűjtő területére meghatározott 19 területhasználati típus egyikébe kerül besorolásra (az adott cellára a leginkább jellemző területhasználat alapján).



A vízmérleg és a felszín alatti vizek területhasználatra gyakorolt hatásának szimulálását a TICAD SDSS-be beágyazott *MIKE SHE* modell, míg a társadalmi-gazdasági tényezők és intézkedések hatásainak megjelenítését a *Metronamica* modell teszi lehetővé. Az alkalmazás integrált természetéből fakadóan a vízmérlegre és felszín alatti vizekre vonatkozó információk felhasználhatók a területhasználat modellezése során, ugyanakkor a területhasználat beállításai is inputként szolgálnak a lefolyási viszonyok és a beszivárgási adatok kiszámításához.

A TICAD SDSS tehát három összetevőből épül fel:

- népesség és munkahelyek régiók közötti megoszlását, valamint azok területi kölcsönhatását vizsgáló modell (*Metronamica*)
- területhasználat változását helyi szinten szimuláló, cellás automata modell (*Metronamica*)
- vízmérleget és a felszín alatti vízviszonyokat számba vevő hidrológiai modell (*MIKE SHE*)

Területi kölcsönhatás modell

Regionális szinten a területi kölcsönhatás miatt a folyó vízgyűjtőterületén (globálisan) a népesség és munkahelyek számának változása nem egyenletesen oszlik el. A regionális egyenlőtlenségek kihatnak az új lakóhelyek és új gazdasági tevékenységek megjelenésére, azok áttelepülésére és ennél fogva meghatározzák a regionális fejlődést. A népesség és a gazdasági tevékenységek helyének meghatározásánál a modell ún. standard potenciált vizsgál: minden régió versenyez az összes többi régióval az új lakóhelyekért és az egyes gazdasági szektorok tevékenységeinek elnyeréséért a régiók egymáshoz viszonyított földrajzi helyzete, foglalkoztatási szintje, népességének nagysága, a már meglévő tevékenységek száma, típusa és a közösségi, valamint egyéni közlekedési rendszerekhez viszonyított relatív helyzete alapján. Ezen felül az adott cellák rendelkeznek relatív vonzóképességgel is a jó minőségű földterületek, a terület övezeti besorolása, és ezeknek a vizekhez, utakhoz és közösségi közlekedéshez viszonyított relatív elérhetősége tükrében. A regionális tevékenységek

következésképpen területigényként értelmezhetők, vagyis ahhoz, hogy egy adott tevékenység a jövőben egy bizonyos térségbe települjön, megfelelő feltételek szükségesek.

Területhasználati modell

Helyi szinten a modell egy cellás automatát használ a területhasználati igények térbeli elosztására a regionális modell segítségével. Ennek lényege, hogy a térben távolsági szabályok határozzák meg a földhasználatok közötti verseny területi preferenciáit.

A helyi szintű területhasználat-változást négy fontos tényező határozza meg:

- A fizikai alkalmasság, amely minden területhasználati funkció esetében megvizsgálja, hogy adott terület fizikai környezete (lejtőviszonyok, talajtípusok stb.) alkalmas-e arra, hogy a funkció elfoglalja azt. Tehát az "alkalmasság" azt fejezi ki, hogy milyen mértékben illeszkedik egy-egy cella a különféle területhasználati funkciók (pl. lakó- vagy gazdasági funkció) betöltéséhez. Például lakófunkció betöltésére sokkal inkább alkalmasak a szelídebb domborzattal rendelkező területek, mint a magashegységi régiók. Következésképpen területi funkcióként kell összevetnünk minden alkalmassági tényezőt, s az ezekről készült térképeket egyenként bevinnünk a rendszerbe.
- Az övezeti szabályozást területhasználati funkcióként szintén külön térképeként integráljuk a rendszerbe. Az egyes térképeken meghatározhatjuk, hogy a különböző tervezési ciklusokban mely cellák esetén megengedett, illetve tiltott az egyes területhasználati funkciók léte. Például a Natura 2000 területeken egyértelműen megtilthatjuk az ipari tevékenységet, tehát a modell ezt a kikötésünket figyelembe véve dolgozik tovább. Ilyen beállításokat szabadon eszközölhetünk az összes funkció minden tevékenysége esetében.
- Az elérhetőség ugyanígy területhasználati funkcióként egy térképet jelent. Az elérhetőség esetünkben azt jelenti, milyen távolságra van az adott cella a közlekedési hálózat egyes elemeitől, amelynek közelsége biztosítaná az adott tevékenység megfelelő ellátását.
- A szomszédsági viszony tulajdonképpen a területhasználatok közötti kölcsönhatást jelenti. Minden területhasználati funkció esetén a területi kölcsönhatási szabályok beállításai határozzák meg, milyen mértékben taszít, vagy éppen vonz a cella egy a környezetében meglévő funkciót (196 cella jelent egy szomszédságot). Magyarán minden cella esetében megvizsgálja a program, hogy milyen mértékben hatnak rá a környező cellák, mekkora az esélye annak, hogy például egy 2006-ban szántó funkciót betöltő cella 2020-ban megtartja eredeti rendeltetését, vagy esetleg a szomszédos lakófunkcióval rendelkező cellák erős vonzására (pl. egy közeli település esetén) szántóból ő maga is településrészé válik.

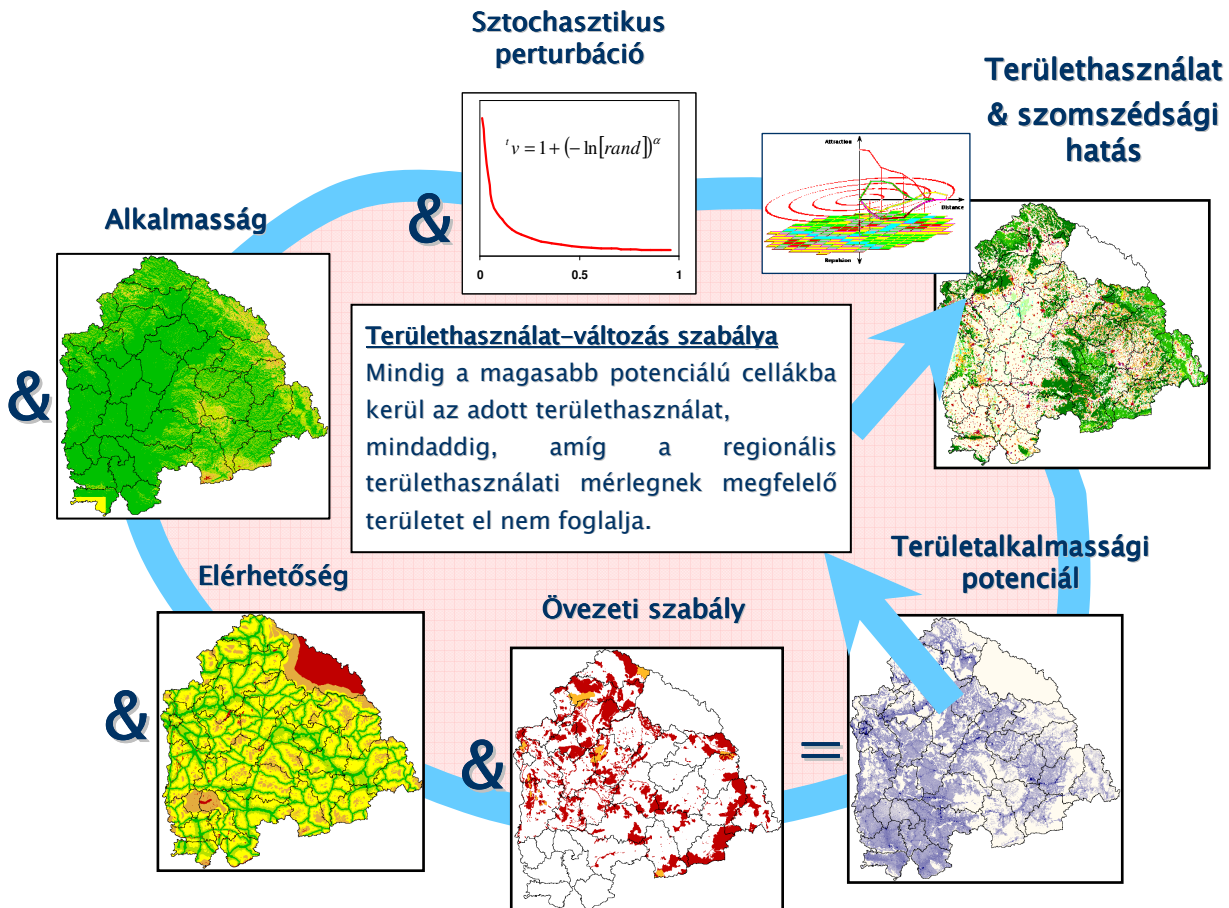
Hidrológiai modell

A MIKE SHE egy dinamikus, felhasználóbarát alkalmazás a vízkörforgás modellezésére. A hidrológiai modell lehetővé teszi a klímaváltozás területre gyakorolt hatásainak elemzését azzal, hogy információt biztosít a területhasználati modell számára a vízmérlegről és a felszín alatti vizek szintjéről.

A TICAD SDSS a három modellt együttesen alkalmazva, állandó és változó értékekkel dolgozva képes szimulálni a jövőbeni változásokat. Ehhez a szoftver egyrészt a múlt adataira

támaszkodik, másrészt a tervező jövőre vonatkozó beállításait veszi alapul. Komplettszcenáriók, forgatókönyvek megjelenítéséhez a következő lépéseket kell megtennünk a modellel való munka során:

1. Adatbevitel, beállítások
2. Integrált forgatókönyvek készítése
3. A szimuláció lefuttatása
4. Az egyes indikátorok megjelenítése
5. Eredmények elemzése



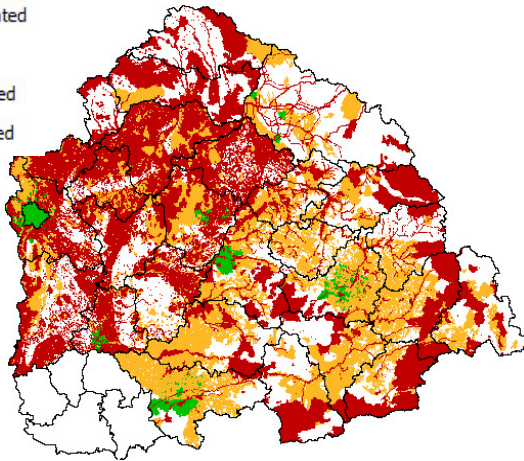
A lokális területhasználati modell működésének sematikus áttekintése. A regionális modellből származó inputból kapjuk meg a teljes területigényt minden területhasználat esetén, a hidrológiai modellből kinyert input pedig az alkalmassághoz járul hozzá.

Az eredmények megjelenítése és elemzése

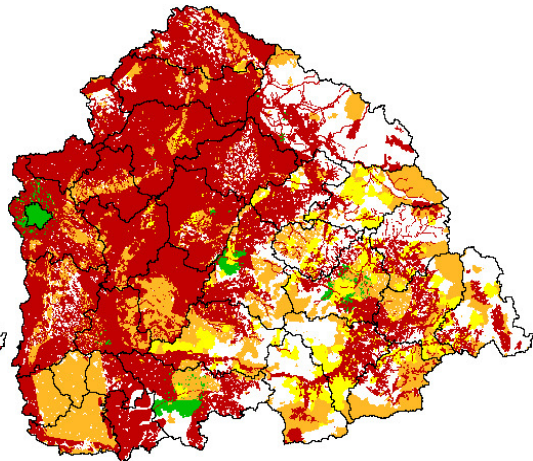
A TICAD SDSS számos elemzésre biztosít lehetőséget, amelyek közül a legfontosabb a területhasználat és a térbeli indikátorok változásának vizsgálata a 2006-2030-as időszakban. A változás-vizsgálat egyrészt történhet két különböző időpont között egy adott scenárió szerint, vagy ugyanabban az időpontban, de két eltérő scenárió szerint.

Az eredmények térképi összehasonlítása első ránézésre nem tűnik nehéz feladatnak, ám ha például azt szeretnénk megvizsgálni, hogy két eltérő szabályozás alapján hogyan változik a területhasználat 2030-ra, meglehetősen nehéz feladattal kerülünk szembe, hiszen nem tudunk minden változást „szabad szemmel” végigböngészni a két térképen. Ehhez nyújt segítséget a Research Institute for Knowledge System (RIKS) által kifejlesztett *Map Comparison Kit*, amely területhasználati típusonként lehetőséget biztosít a területhasználati térképek összehasonlítására. Ezen alkalmazás lényege, hogy egyrészt megjeleníti a mindkét térképen jelenlévő területhasználatokat, másrészt feltünteti a pozitív, illetve negatív irányú változásokat is minden területhasználati típus esetében.

- actively stimulated
- allowed
- weakly restricted
- strictly restricted

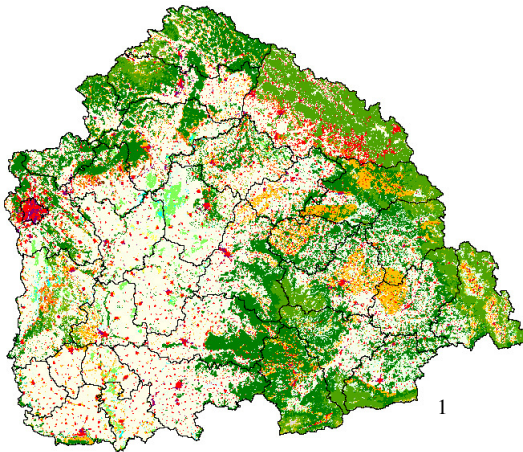


Beépített területekre vonatkozó övezeti szabályozás a mai gyakorlat szerint

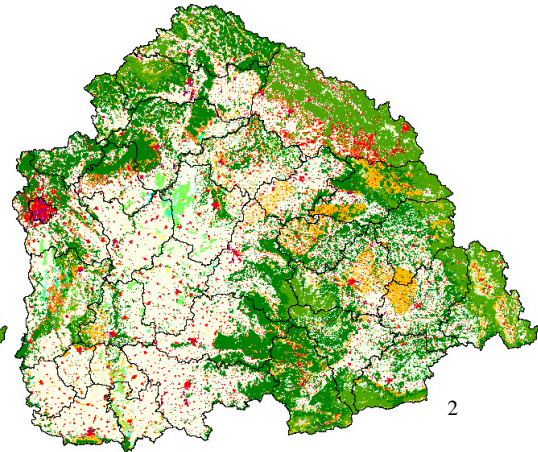


Beépített területekre vonatkozó övezeti szabályozás egy vízgyűjtő szinten egységesített gyakorlat szerint

- Non-irrigated arable land
- Pastures
- Peatbogs
- Scrublands
- Sparsely vegetated areas
- Natural grasslands
- Permanent crops
- Mixed and coniferous forest
- Irrigated arable lands
- Heterogeneous agricultural land
- Broadleaves forest
- Commercial and industry
- Residential
- Mines and dumpsites
- Inland marshes
- Airports
- Bare rocks
- Beaches
- Fresh water
- Out of modeling area

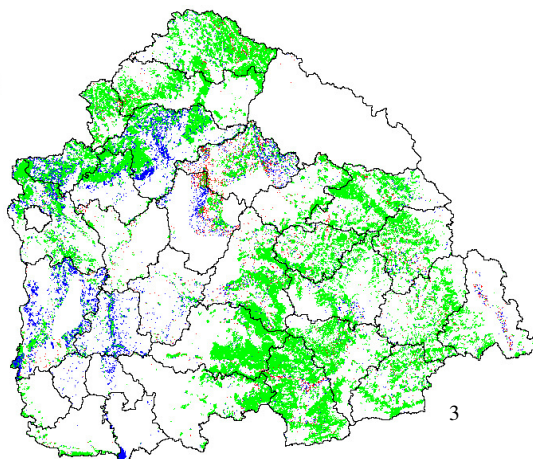


1

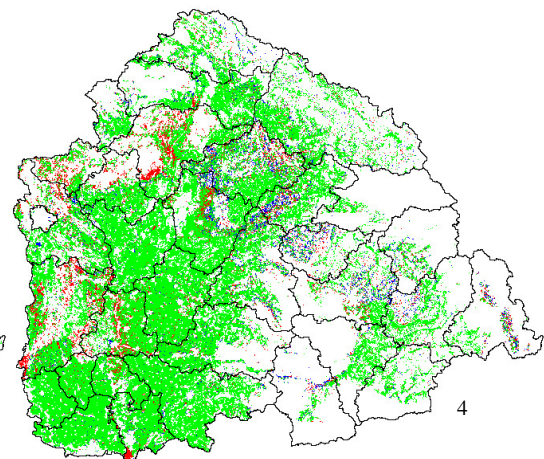


2

- in none of the maps
- in both maps
- only in map 1, not in map 2
- only in map 2, not in map 1



3



4

2031-ben várható területhasználat a kiindulási forgatókönyv (1) és a nemzetközi stratégia (2) alapján, valamint az erdő (3) és a szántóterületek (4) alakulása a különböző forgatókönyveknek megfelelően

Tapasztalatok és további lehetőségek

Az összetett modellezési megközelítésmód lehetővé teszi számunkra akár a klímaváltozás területhasználatra és a környezeti folyamatokra gyakorolt hatásainak szimulálását is, de ugyanígy képes előrevetíteni a társadalmi-gazdasági növekedés, infrastrukturális fejlesztések és a területfejlesztés hidrológiai körülményekre kifejtett hatásait is. Ez az integrált megközelítés a területfejlesztés olyan, Magyarországon még kevésbé ismert dimenzióját nyitja meg számunkra, amely a tervezési folyamat korai szakaszában építi be a környezeti összetevőket (amelyek sok esetben közvetlenül kapcsolódnak a vízgazdálkodáshoz), valamint a területhasználat és a vízgazdálkodás egymástól való függőségi viszonyát, kölcsönhatását is beágyazza a modellezés során. Ez az innovatív döntés-előkészítő megközelítés ötvözi a klasszikus kvantitatív elemzési módszertan számos előnyét a modern térinformatika által kínált lehetőségekkel, továbbá figyelembe vesz minden lényeges térbeli struktúrával is rendelkező változót, viszonyrendszert. Elterjedésével és tökéletesedésével pedig általános értelemben elavulttá teheti a hagyományos, csupán egy-egy problématerületre fókuszáló, egy-egy speciális vizsgálatból kiindulva térségi következtetéseket levonó döntés-előkészítő elemzéseket.