

Regionális mezőgazdasági vízgazdálkodási rendszer koncepcionális modellje Conceptual model of regional agricultural water management system

Nagy Ildikó – Tamás János
Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen
magy@gisserver1.date.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaink a Hajdúsági Lösszát vízgazdálkodási lehetőségeinek fejlesztésére irányulnak. A Hajdúsági-lösszát intenzív mezőgazdasági terület. A kistérségben egyre növekvő vízigények kielégítése azonban nem megoldott, így a biztonságos termelés érdekében szükség van az öntözés fejlesztésére. Ennek végrehajtásához azonban feltétlenül ismernünk kell a mezőgazdasági vízszükségleten túl az ipari és a lakossági vízigényeket is, ezért koncepcionális modell segítségével vizsgáljuk a komplex vízkészletgazdálkodási rendszert.

A vizsgálatok első részében feltérképezzük a térségben jelentkező vízigényeket, majd egységes keretbe foglalva megalkotjuk a Hajdúsági Lösszát komplex vízkészletgazdálkodási rendszerének koncepcionális modelljét. A munkát az adatgyűjtéssel kezdjük, és egy öt fázisra bontható valós idejű modellben foglaljuk össze a vízkészletgazdálkodás tervezését.

A vizsgálatok során a térinformatika eszközeit is segítségül hívjuk a hidrológiai paraméterek tér- és időbeli változásának alaposabb megismeréséhez. A különböző döntéshozatali folyamatok megértése és szimulálása érdekében, valamint a megfelelő döntési alternatíva kiválasztásához döntéstámogatási rendszert építünk ki a térinformatikai adatok felhasználásával.

A megfelelő döntési alternatíva eredményeként gyakorlatilag is végrehajtjuk az öntözést, hatás- és utóhatás-vizsgálatot végzünk, elemezzük, kiértékeljük és összegezzük az eredményeket, végül javaslatot teszünk a legmegfelelőbb öntözési technológiára.

Kulcsszavak: komplex vízkészletgazdálkodás, koncepcionális modell, térinformatika, döntéstámogatási rendszer

SUMMARY

Our study focuses on the water management improvement of the Hajdúsági-lösszát (loess ridge). The Hajdúsági-lösszát (loess ridge) is an intensive agricultural area. At the same time, the problem of increasing water demand is still not solved, so towards of safety production irrigation should be improved. To realise this should be known not even agricultural water demands but industrial and urban ones as well, thus a complex water management system is required to be worked out.

In the first part of the research, the water demand in the area is mapped, then a conceptional model of the Hajdúsági-lösszát's (loess ridge's) water management system is created. After collecting data the water management scenario is summarized in a real time model splitted into five periods.

During the research, the instruments of spatial informatics (GIS) are used to get acquainted with the variation of the hydrological parameters in space and time. To understand and simulate the different decision making processes and to choose the right decision alternative, a decision support system is created with the use of spatial informatics data.

In addition, considering the potentially right decision alternative, irrigation will be started in practice, an effect and after-effect inquiry will be made, and the results will be analysed, evaluated and summarized. Finally, a suggestion to the most adequate irrigation technology will be made.

Keywords: complex water management, conceptional model, GIS, decision support system

BEVEZETÉS

Vízföldrajzi adottságait tekintve Magyarország és benne az Alföld legszembe-tűnőbb sajátossága a Kárpátok övezte medencejelleg. Az Alföld felszíni és felszín alatti vizei egyetlen vízháztartási rendszerben kapcsolódnak össze, amelyet a csapadék és a párolgás egyenlegéből adódó víztöbbleteket és vízhiányokat szabályozó éghajlati energiák tartanak mozgásban. A medence természetes ősállapotában a folyókból évente átlagosan 2-3 km³ árvíz ömlött ki az Alföld területére. A medence jelleg másik alapvető vízháztartási sajátossága a nyári időszak átlagosan mintegy 9 km³-re becsülhető párolgási vízhiánya, amelynek kialakulásában a természeti adottságoknak és az emberi beavatkozásoknak egyaránt meghatározó szerep jut (Szesztay, 2000).

Az Alföld éghajlatában atlanti, kontinentális és mediterrán hatások egyaránt érvényesülnek, s igen változatos tér- és időbeni megoszlású időjárási helyzeteket eredményeznek. Az Alföld éghajlatát az évi 10,5 °C évi középhőmérséklet, az 530-560 mm évi átlagos csapadékmennyiség mellett sokkal inkább jellemzi az éghajlati

elemek igen nagy tér- és időbeni változékonysága. A potenciális evapotranszpiráció (ET_{pot}) évi 800-900 mm értéke egyértelműen negatív vízmérleget jelez, amely különösen a meleg-száraz nyári hónapokban jelentős (Várallyay, 2000a).

Az Alföld mintegy 550 mm-nyi évi átlagos csapadékmennyisége optimális eloszlásban még a jelenleginél nagyobb termések előállításához szükséges vízigényt is fedezné (a növények zöménél). Az átlagos csapadékmennyiség azonban többnyire szeszélyes időben és területi megoszlásban hull le, gyakran csupán szerény hányada jut el a növényig. Ezért adódik azután az indokoltnál többször is zavar a növények vízellátásában, s van, vagy lenne szükség a hiányzó víz pótlására, ill. a káros víztöbblet eltávolítására, esetenként ugyanabban az évben, ugyanazon a területen. Ezt a kettős feladatot az egyoldalú vízelvezetés természetesen nem tudta megoldani. A gyors és radikális vízelvezetésre való törekvés következményeként előbújt az Alföld kétarcú vízgazdálkodásának másik oldala: a vízhiány, az aszályérzékenység. A nedves időszakban elvezetett víz ugyanis hiányzott ugyanazon terület ugyanazon esztendőben bekövetkező száraz időszakában (Várallyay, 2000b).

Az Alföldön található Hajdúsági Lőszháton a talajtakaró löszös üledéken képződött. Ezek túlnyomó többsége igen jó mezőgazdasági tulajdonságú és termékenységgű, a legnagyobb területi részarányban az alföldi mészlepedékes csernozjomok fordulnak elő. Száraz, szeszélyes csapadékeloszlású vidék, a csapadék évi összege 530-570 mm. Az éghajlata mérsékelt meleg és száraz, az évi középhőmérséklet 9,7-10,0 °C (Ambrózy et al., 1990).

Az Alföld talajképződési folyamataira döntő hatást gyakorolt az ember tevékenysége. Az erdőirtások és a legeltetés mellett a XIX. század végi lecsapolások hatása volt a legszembetűnőbb. Az Alföld változatos geológiai képződményein, változatos klíma- és hidrológiai viszonyok hatására változatos talajképződési folyamatok mentek végbe, ezek eredményeképpen térben (vertikálisan és horizontálisan) változatos és időben is gyorsan változó, gyakran mozaikosan tarka talajtakaró alakult ki (Várallyay, 2000a).

A talaj a mezőgazdasági termelés alapvető közege. A mezőgazdasági termelés az emberiség számára nélkülözhetetlen, a szükséges élelem szolgáltatója. Az emberiség létszáma folyamatosan növekszik, a 21. század elején már több mint 6 milliárd ember élt a Földön (Láng, 2003). E megnövekedett létszámú emberiségnek változatlan nagyságú termőterületen kell megtermelni a szükséges élelmet (Varga-Haszonits, 2003). Ez a gazdasági ágazat a leginkább természetfüggő, mindenkorai produkciója sok szempontból a természeti adottságok által determinált, ezek közül is kiemelkedő a csapadék befolyásoló hatása. A csapadék mennyisége és eloszlása az alföldi térségben szélsőséges, a káros vízbőség és a csapadékhiány – hosszú időre visszatekintve – egyformán tapasztalható. Az Alföld egyes területein a kiváló talajtani adottságok kihasználásával a mezőgazdaság pozíciója megőrizhető, esetleg javítható, ehhez azonban a termelés kockázatát minimálisra kell szorítani. Ehhez az egyik, s talán legfontosabb eszköz a mesterséges vízpótlás, az öntözés lehetőségének megteremtése (Hanyecz, 2000). A mezőgazdasági termelés folyamatos drágulása következtében azonban a költségek annyira megnövekedtek, hogy azok megtérülését a gazdálkodók talpon maradása érdekében feltétlenül garantálni kell. Az öntözés a termés mentésével ezt a megtérülést segítheti elő.

Az elmúlt másfél-két évtizedben hazánkban a ténylegesen öntözött szántóföldi terület a tényleges igényektől messze elmaradt, ezalatt az öntözés technikai, műszaki, logisztikai háttere jelentősen korszerűsödött. Az öntözés kivitelezését azonban nagymértékben hátráltatja a napjainkra kialakult birtokstruktúra. Az elaprózott birtokrendszer, valamint a tőke és a szakismeret hiánya mind hozzájárultak az öntözött terület nagyságának látványos visszaeséséhez. Az öntözött terület alakulása az Alföldön: 1980-ban 133,6 ezer, 1990-ben 204,5 ezer, 1992-ben 175,7 ezer, 1993-ban 163,5 ezer, 1997-ben 81,8 ezer hektár. Figyelmet érdemelnek az 1. táblázat adatai, amelyből kiténik, hogy az öntözésre vízjogilag engedélyezett területből 1997-ben mindössze alig több mint ¼ rész került ténylegesen megöntözésre (Hanyecz, 2000).

1. táblázat

Az öntözés aránya a vízjogilag engedélyezett területekből (%)

Év (1)	Öntözésre bejelentett (2)	Ténylegesen öntözött (3)
1994	49,8	47,0
1995	48,6	45,1
1996	42,0	42,0
1997	39,4	27,1

Forrás: Öntözéses gazdálkodás az Alföldön (Hanyecz, 2000)

Table 1: Irrigation ratio from water rights allowed areas (%)

Year (1), Announced for irrigation (2), Effectively irrigated (3)

A 2. táblázat a vízjogilag engedélyezett terület százalékos megoszlását mutatja öntözési módokként. A z esőszerű öntözés változatlanul dominál, amelyen belül a precíziós öntözést biztosító center pivot és lineár berendezések térhódítása prognosztizálható. A felületi öntözés letűnőben van, amelyhez különösképpen járul hozzá a rizs ágazat kedvezőtlen hazai pozíciója. Mindemellett a mikroöntözés egyre inkább helyet követel magának az öntözött területből (Hanyecz, 2000).

2. táblázat

A vízjogilag engedélyezett terület öntözési módoként (%-ban)

Megnevezés (1)	1994	1995	1996	1997
Esőszerű, ebből: center pivot	86,2	88,9	89,2	88,1
Lineár (2)	18,2	19,8	23,7	26,0
Felületi, ebből:	7,4	5,8	5,4	5,8
Rizs (3)	3,7	3,1	2,7	2,9
Altalaj öntözés (4)	5,3	4,0	4,0	4,5
Mikroöntözés (5)	1,1	1,2	1,4	1,6

Forrás: Öntözéses gazdálkodás az Alföldön (Hanyecz, 2000)

Table 2: water rights allowed areas by irrigation manner (%)

Name (1), spray irrigation, from which: center pivot, linear (2), surface irrigation, from which: rice (3), subsurface irrigation (4), micro irrigation (5)

A megöntözött terület nagyságának alakulása az alföldi megyékben követi az országos tendenciát, Hajdú-Bihar-megyében 1980-ban 9,6 ezer ha, 1990-ben 20,9 ezer ha, 1992-ben 20,0 ezer ha, 1993-ban 14,8 ezer ha, 1997-ben 8,9 ezer ha. A kiöntözött vízmennyiség Hajdú-Bihar-megyében 1980-ban 17596 ezer m³, 1990-ben 37908 ezer m³, 1992-ben 32723 ezer m³, 1993-ban 22355 ezer m³, 1997-ben 4829 ezer m³ volt. Az öntözött terület szerkezeti megoszlásában 85,5% a szántók, 14,4% a gyepek, és 6,0% a szántóból a zöldéghélek öntözésének az aránya.

Magyarországon a szántóföldi növénytermesztés termésmennyisége és termésbiztonsága az utóbbi húsz évben elsősorban az időjárástól függő vízellátás szerint alakult (Várallyay, 1988; Cselőtei és Hamos, 1994; Várallyay, 2001), azonban az öntözés a nagyértékű, intenzív növényi kultúrák (pl. cukorrépa, burgonya, csemegekukorica) és termesztési célok (pl. vetőmagtermesztés) esetében a termesztéstechnológia szerves elválaszthatatlan részévé vált.

Az öntözés fejlesztését már a lecsapolások utáni általános kiszáradás idején is szorgalmazták a gazdálkodók és a politikusok. A kor mérnökei egy hajózásra is alkalmas csatorna megépítésén kezdtek gondolkodni. A Keleti-főcsatorna megépítését három komolyabb terv előzte meg. A kivitelezés végül 1941-ben kezdődött meg. 1956. július 14-én készült el teljesen Tiszalóktól Bakonszegig. Teljes hossza 98,2 km lett, kezdeti vízállása 60m³/s, a csatorna szélessége átlagosan 40 m-es víztükör volt, a mélysége 4,2 m, 3,3 m és 2,3 m, bögéknkénti sorrendben.

A Keleti-főcsatornát elsődlegesen a Tiszántúl öntözővízzel való ellátására építették. A csatorna vízének öntözésre való felhasználását jelentősen akadályozta az, hogy a magasabb fekvésű hajdúhátú területek öntözését garavitációs úton megoldani nem lehet. A kiváló talajadottságok intenzívebb hasznosítása a hetvenes évek elején egyre sürgetőbbé tették a Tiszalöki Öntözőrendszer hajdúhátú kiterjesztését. A TIVIZIG 1973-ban vetette fel a Hajdúhátú Többcélú Vízgazdálkodási Rendszer (HTVR) kiépítésének szükségességét. 1977-ben elkezdődött a HTVR I. építési ütemének megvalósítása, ám a projektet az 1981-es évi félbehagyást követően 1982-ben hivatalosan leállították. A későbbi években több kísérlet történt a projekt folytatására. A kilencvenes évek végén a fokozódó társadalmi igények, s az aszályos évek miatt kétségbeesett gazdálkodók, jelentős lobbytevékenységbe kezdtek a HTVR folytatása, illetve befejezése érdekében. A korábban domináló öntözési célú felhasználásról a fő hangsúlyok eltolódtak az ökológiai, jóléti, településfejlesztési, területfejlesztési stb. hasznosítás irányába.

A HTVR továbbfejlesztését motiváló főbb területfejlesztési igények az öntözési lehetőségek biztosítása, Debrecen környezeti állapotának javítása, a porszennyezés csökkentése, elhárítása, a Debreceni Nagyerdő vízháztartási helyzetének javítása, az Erdőpusztai jóléti törendszert vízpótlása (Csatári, 2000). A Keleti-főcsatorna vízének felhasználására számos igény jelentkezik, melyeket tömören a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat

Lakossági elvárások a CIVAQUA-programmal szemben

Rekreációs igények kielégítése (1)	Vízfelületek, nedves élőhelyek kiterjedésének növelése (5)	Erdőpuszták biztonságos vízellátása (8)	Öntözővíz biztosítása (12)
jóléti-szabadidős helyszínek fejlesztése (2)	erdők felújítása (6)	Fancsikai tavak állapotának helyreállítása (9)	termelés biztonságossá tétele (13)
intenzívebb haltelepítés (3)	jóléti vízfelületek jelentős növelése (7)	Vekeri-tavi vízi szabadidőközpont (10)	átlaghozamok növelése (14)
kerékpárút létesítése (4)		Turisztikai infrastruktúra (11)	földhasznosítás intenzifikálása (15)

Table 3: Population expectations facing CIVAQUA-program

Gratification of recreation demands (1), welfare-holiday location improvement (2), more intensive fish deployment (3), creating cycle path (4), increasing of water surfaces and wetlands (5), resurrection of forests (6), increasing of welfare water surfaces (7), safe water supply for

Erdőpuszták (8), reparation of Lakes Fancsikai's condotion (9), water fitness center on Lake Vekeri (10), tourism infrastructure (11), insurance of irrigation water (12), to make production safety (13), increasing average yield (14), intensification of land utilization (15)

Debrecen Önkormányzata a Tiszántúli Vízügyi Igazgatósággal karöltve kidolgozott egy alföldi ökotérség fejlesztési programot, mely a CIVAQUA nevet viseli. A CIVAQUA projekt, mint komplex vízszolgáltató rendszer egyszerre biztosítja a természetvédelem, a mezőgazdaság, az ipar és a lakosság gazdasági-, valamint idegenforgalmi, sport és rekreációs igényeinek kielégítését és fejlesztését.

A Debreceni Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszékén a Hajdúsági Lőszhát komplex vízkészletgazdálkodásának fejlesztési lehetőségeit kutatjuk. Célunk a Hajdúsági Lőszhát intenzív természeti övezet automatizált precíziós vízkészletgazdálkodási technológiájának fejlesztése. A K+F eredményeként a rendszer képes a legmagasabb igényű, a termőhelytől induló élelmiszerbiztonság és agrár-környezetvédelmi igények kielégítésére. Elterjesztésével valós idejű regionális döntéstámogatási módszer valósul meg, amelynek alapja egy új természeti - előkészítési technológia megteremtése, amely a termelési hatékonyság stabilitását és növelését, valamint a hosszú távú piacképességet teremt meg egy stratégiai fontosságú mezőgazdasági ágazatban. Az így létrejött fejlesztési eredmény másodlagos haszna, hogy a régió technológiai színvonalát, ezáltal versenyképességét jelentősen növeli.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK

Az intenzív és egyre fokozódó vízhasználat minden igényt kielégítő összehangolása alapos szakértői megfontolást kíván. Orlóczy I. (1991) mutatott rá, miszerint „nem a vízföldrajzi adottságok változtak meg, hanem a társadalom vízzel kapcsolatos igényeiben és technológiáiban következett be érdemi, esetenként minőségi változás. Korunkban a készletek korlátozottságából ered számos új probléma, amit tovább súlyosbít a vízkészletek minőségéhez kapcsolódó globális konfliktushelyzet.” A vízrendezéseket követően kibontakozott gazdasági-társadalmi fejlődés képessé teszi a társadalom józan elemeit a tárgyilagos felmérésre és az egyértelműen káros folyamatok elszigetelésére, megállapítására, esetenként a környezeti károsodás regenerálására is (Várallyay, 2000c).

A vízháztartás-szabályozási beavatkozások szükségességének elbírálásához, elemeinek kiválasztásához, várható hatásának előrejelzéséhez, racionális sorrendjének megállapításához, ütemezéséhez, kivitelezéséhez, bekövetkező hatásának regisztrálásához, nyomon követéséhez, ellenőrzéséhez, karbantartásához, maximális hatékonysággal történő kihasználásához megfelelő talajtani információanyag szükséges, mégpedig a beavatkozások minden szintjén (országos, regionális, üzemi és táblaszinten) és minden fázisban (döntéshozatal, tervezés, kivitelezés, ellenőrzés) (Várallyay, 2000c).

Kutatásunk során az öntözési célú vízfelhasználás megtervezését és kivitelezésének lehetőségét végezzük el, természetesen a komplex (mezőgazdasági, lakossági, ipari) vízigény figyelembe vételével.

A valós világ megismerése és megértése érdekében modellt készítünk (1. ábra).

1. ábra: A modellalkotás folyamata

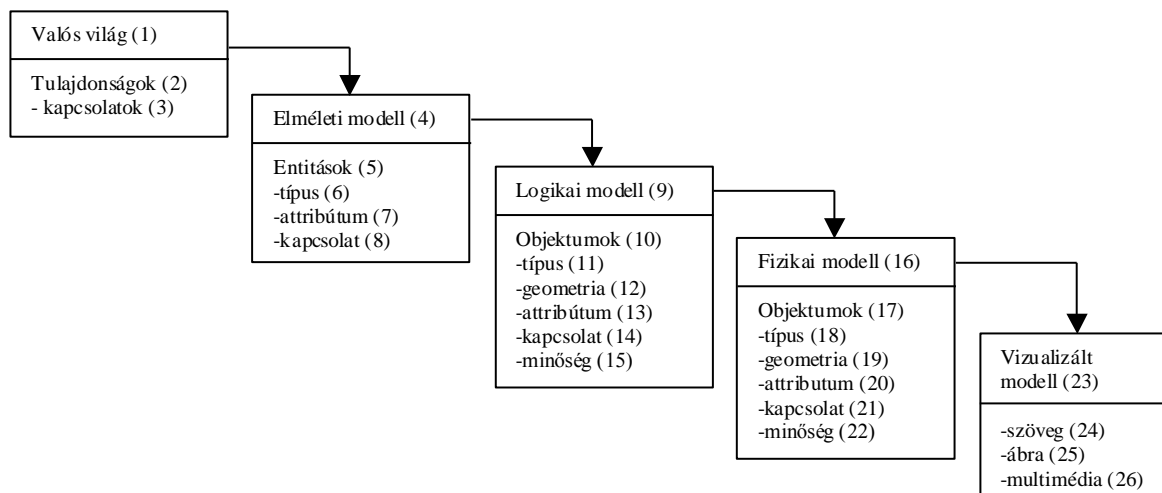


Figure 1: Method of model creating

Real world (1), properties (2), relations (3), conceptual model (4), entities (5), type (6), attributes (7), relations (8), logical model (9), objectives (10), type (11), geometry (12), attributum (13), relations (14), quality (15), physical model (16), objectives (17), type (18), geometry (19), attributum (20), relations (21), quality (22), visualization model (23), text (24), graphics (25), multimedia (26)

A valós világ az alapja az összes modellezési eljárásnak. A modellezés első lépése a valós világ tipikus tulajdonságainak kiválasztása. Ez a tulajdonság (tulajdonságok) az úgynevezett "entitás". A modellalkotásnak ebben a lépésében egy elméleti valós világ modellt hozunk létre (Detrekői és Szabó, 1995). A logikai modell (adat modell) létrehozása ahhoz szükséges, hogy az elméleti modell tulajdonságait digitális formában tudjuk tárolni. Ez a logikai modell a kiválasztott entitások tulajdonságainak jellemzésére szolgál. A fizikai modellt egy logikai modell (adat modell) tulajdonságainak konkrét értékeiből készítjük. A modellnek fontos tulajdonsága az adatszolgáltatásra való alkalmasság, amely adatok a döntéstámogatáshoz szolgálhatnak alapul (Takács et al., 2003).

A kutatási munka első részében komplex adatfelvételezést végzünk, melynek egyik legfontosabb pontja az általános termelési színvonal vizsgálata. Kérdőívek segítségével mérjük fel a vizsgálatunk alá vont területen gazdálkodók meglévő termőterületeinek nagyságát, talajtípusát, terméseredményeiket, tápanyagvisszapótlásra, vetésre, gyomirtásra, lombvédelemre, gépesítettségre vonatkozó adatait. Elvégezzük a talajtani, klimatológiai viszonyok feltérképezését is. A vizsgálatunk alá vont területen több reprezentatív pontra meteorológiai állomást telepítünk, melyek mérik a hőmérsékletet, a csapadék mennyiségét, a páratartalmat, valamint a levélnedvességet. A vizsgálati területen talajnedvességmérést végzünk Trime FM talajnedvességmérő műszerrel. Feltérképezzük a táblaszintű öntözhetőség lehetőségét. Mérlegelni kell az egyes öntözési eljárásokat a költség szempontjából, valamint a vízkészlet és az időbeliség szerint. Egy öntözéstervezési program (CROPWAT (Smith, 1992)) segítségével megtervezünk az elméleti öntözést. Az így nyert nagyszámú adatból kialakítunk egy adatbázist, melynek alapján lehatárolhatunk egy szűkebb területet a vizsgálataink céljára. Az adatbázis kialakítását követően rögzítjük térképen az adatokat. Logikai földrajzi modellt alkotunk, majd elemzést hajtunk végre. A kitűzött cél érdekében szükséges adatforrások meghatározását követően azok térképi rétegekre való bontását végezzük el és annak meghatározását, hogy az egyes rétegekben milyen objektum típusokat fogunk elhelyezni. Elvégezzük a szükséges adatintegrációt az egységes vektoros vagy raszteres környezet kialakításához. A hagyományos tudományokban az egyes komplex jelenségeket egymástól elkülönítve kellett vizsgálni, míg a térinformatika ezek komplex egymásra hatásában tudja elemezni az egyes jelenségeket. A térinformatikai modellek rendkívül jól tudják támogatni a különböző döntéshozatali folyamatok megértését és szimulálását. Egy egyszerű adatbázis lekérdezés eredményeként gyakran a döntéshozó nem megfelelő információval rendelkezik a döntés előkészítéséhez (Tamás, 2001). Egy komplex döntéstámogatási rendszer viszont, ahol a döntéshozatali szempontoknak megfelelő többtényezős feltételrendszert és elfogadható kockázati szinteket tudunk beépíteni a környezeti modellbe, megalapozottabb, és jóval alacsonyabb döntési kockázattal járó döntési alternatívát hozhatunk, mint egy egyszerű lekérdezés révén, az öntözéstechnika megalapozásaként. A megfelelő döntési alternatíva eredményeként gyakorlatilag is végrehajtjuk az öntözést és vizsgáljuk a növényre, talajra gyakorolt hatásait. Az öntözés befejeztével utóhatás-vizsgálatot végzünk annak feltárására, hogy az öntözővízadag kijuttatása a terület vízháztartásába és anyagforgalmába történő beavatkozás révén miként hatott a terület szikesedésére, valamint az egyes tápanyagok kimosódására. Az eredmények elemzését követően kiértékelést végzünk, összegezzük a kapott eredményeket, majd javaslatot teszünk a legmegfelelőbb öntözési technológiára.

Az adatgyűjtés során a távérzékelést is segítségül hívva az adatfeldolgozás egyszerűbbé válik. A hidrológiai folyamatok összetett jellege különböző módszerek integrálását igényli. Ehhez az integrációhoz a hidrológiai elemek és törvényszerűségek kódolása szükséges, amely értelemzhetővé teszi azokat a különböző felhasználásokhoz (Bíró, 1998). Az adatállomány térinformatikai elemzésével a pontszerű adathalmaz térben és időben való becslése a cél, amely alapot adhat a természeti jelenségeknek a vizsgálati cél szempontjából megfelelő leírására (Lénárt, 2000).

Egy rendszer építésekor a minőségi szempontok betartására ügyelni kell, ezzel kapcsolatban van néhány kritikus feltétel. A következő szempontok nagyon fontosak a GIS (Geographic Information System) rendszerekben (Detrekői és Szabó, 1995): integritás, biztonság, megbízhatóság, hitelesség, hozzáférhetőség, könnyű kezelhetőség, eredményesség. Ezek közül az integritás, a hozzáférhetőség és a könnyű kezelhetőség a fő faktorok, amelyeknek fontos befolyásuk lehet a vízgazdálkodási rendszerekre. A vízgazdálkodási rendszerekben az adat minőség kritikus faktorai az adat eredete, a geometriai hibák, az attribútum adatok hibái, a topológiai hiba, az adatok teljessége, valamint az adatok frissessége. A meglévő adatok birtokában hidro-geoadatbázist hozunk létre.

A Hidro-geoadatbázis készítésekor a következő hibákat kell kielemezni:

1. Hibák a GIS rendszerben, amelyek nem függenek a működéstől.
 - az elsődleges adatgyűjtés technikájának hibái (használt eszközök, mérési módszer, stb.),
 - a másodlagos adatgyűjtés technikájának hibái (műveletek térképekkel, stb.),
 - a valóság megváltoztatása,
 - az adatgyűjtés nem megfelelő mértékű kiterjesztése.
2. A GIS rendszer működésének hibái
 - hibás adatbevitel (a digitalizálás hibái, attribútum adatok hibái),
 - adattárolási hiba (pl. Winchester),
 - az adatkezelés és adatelemzés hibái (raszter-vektor és vektor-raszter párbeszéd, interpoláció, adat elemzés),
 - adat információ-szolgáltatás hibái (plotterek hibái, adat közvetítő eszközök hibái).
3. Eljárások hibái

- az adatsűrűség nem megfelelő,
- az adat osztályok és adat sajátosságok (features) meghatározása rossz,
- nincs elegendő szakértői ismeret az adatgyűjtéshez.

A geodatbázis készítésének módjai

A módszerek a következők (MacDonald, 1999. után, ArcMap help):

1. Új geodatbázis létrehozása a kiindulóhelyzetből

Ebben az esetben az ArcMap térinformatikai eszközben az ArcCatalog-ot kell használni. Az ArcCatalog-ot használva a következő adatok hozhatók létre:

- feature adattáblák (datasets)
- táblázatok
- geometriai hálózatok
- feature osztályok
- összefüggés osztályok

2. Létező adatok migrálása a geodatbázisba

Ez az eljárás akkor használható, amikor korábban már készült geodatbázis ugyanazon vagy hasonló adatokból.

- Geodatbázis építése CASE (Computer-Aided Software Engineering) eszközökkel. A Computer-Aided Software Engineering olyan eszközöket és technikákat tartalmaz, amelyek segítenek a szoftver rendszerek fejlesztési eljárásának automatizálásában és az adatbázis tervezésben.

A geodatbázis hidrografikus komponense

Ez a feature adattábla tartalmazza a vízfelszín feature térképi ábrázolását. Tartalmaz néhány egyszerű pont, ív és poligon feature-t:

- Hidro Pont, Hidro Ív és Hidro Poligon features, amelyeket topográfiai térképek hidrografikus rétegeiből határozunk meg.
- Víztest features, mint a tavak, stb.
- Pont features, mint védőgátak, hidak, műszaki létesítmények, monitoring pontok (mérő és mintavételi pontok), topográfikus térképekből elkészítve. Az Y és X koordináták vagy szélességi fokok és ezek földrajzi hosszúság attribútumai a pont feature-k helyének meghatározására szolgálnak.
- Belvízöblözet features, amelyek jellemzik a földfelszín hidrológiai jellegét.

Egy geodatbázis hidrografikus komponensének UML diagrammját mutatja a 2. ábra.

2. ábra: Egy geodatbázis hidrografikus komponensének UML diagrammja

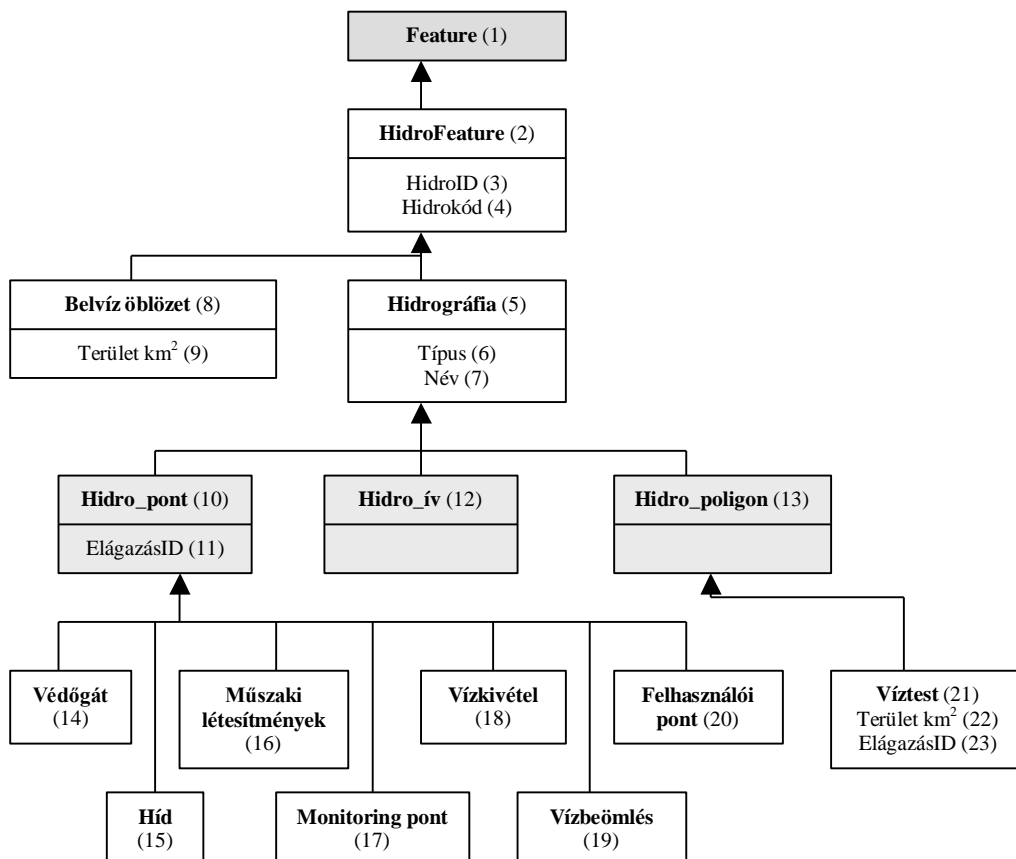


Figure 2: UML diagram of Hydrography component of a geodatabase

Feature (1), Hydro Feature(2), Hydro ID (3), Hydro Code (4), Hydrography (5), Type (6), Name (7), Hydro Response Unit (8), Area SqKm (9), Hydro Point (10), JunctionID(11), Hydro Line (12), Hydro Area (13), Dam (14), Bridge (15), Structure (16), Monitoring P oint (17), Water Withdrawal (18), Water Discharge (19), User Point (20), Waterbody (21), Area SqKm (22), Junction ID (23)

EREDMÉNYEK

A kutatási területünk az Alföldön, Hajdú-Bihar-megyében, Debrecentől nyugatra található (4. ábra). Nyugaton a Keleti-főcsatorna, kelet felől Józsa, Kismacs, déli irányban Hajdúszoboszló, északon Hajdúböszörmény határolja. A KITE Rt. rendelkezésünkre bocsátott egy 1:100.000 méretarányú térképet, amelyen az ArcView GIS 3.2 programmal elvégeztük a tervezett öntözési hatásterületek, a meglévő-, valamint a tervezett vízellátási vezetékek digitalizálását. A digitalizálás végeredményképpen azt mutatta, hogy a tervezett öntözési hatásterület összesen mintegy 23450 ha kiterjedésű. A meglévő öntözőtelepek digitalizálását elvégezve kiderült, hogy a 23450 ha területből csaknem 2130 ha a jelenleg öntözött terület, ami alig több, mint 9%-a a teljes területnek. A vizsgálati terület kinagyított, digitalizált képét mutatja az 5. ábra.

4. ábra: A Hajdúsági Lőszhát elhelyezkedése

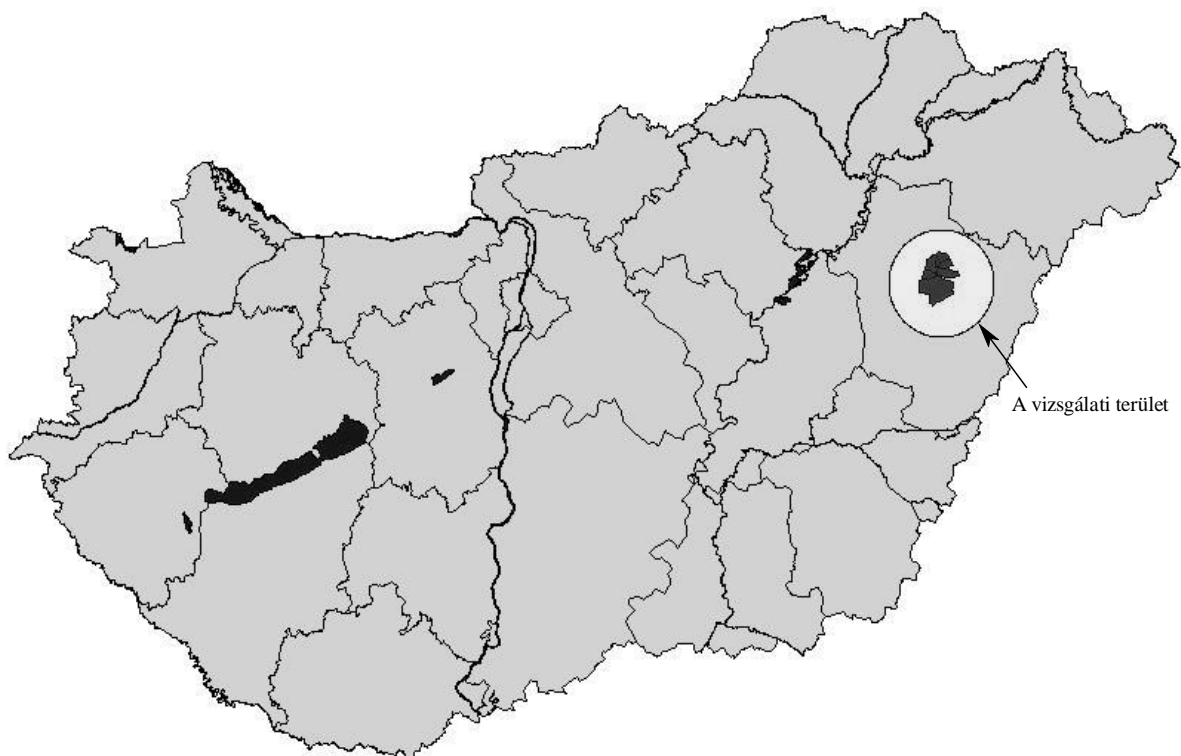


Figure 4: Location of Hajdúsági Lőszhát (loess ridge)

5. ábra: Az öntözés fejlesztés szempontjából a Hajdúsági-lőszháton lehatárolt terület digitalizált képe

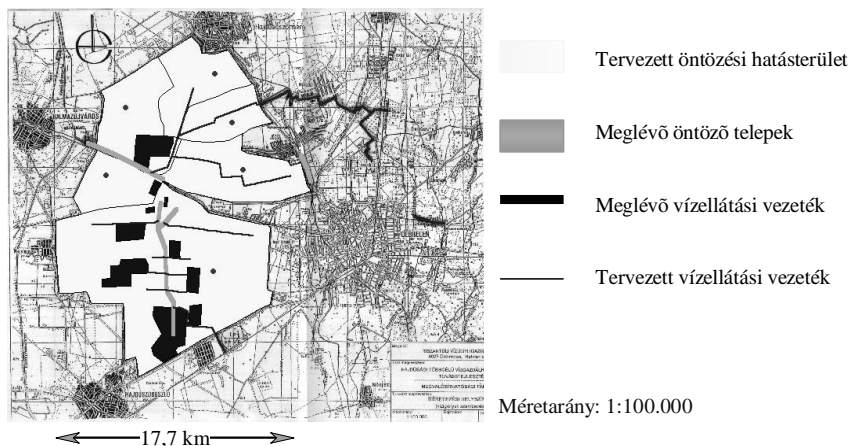


Figure 5: Digitised image of the area impounded on Hajdúsági Lösshát (loess ridge) in respect of irrigation improvement

A térség hátrányos helyzetű, mivel felszíni vizekben szegény, a legközelebbi nyílt víz a területet nyugati oldalról határoló Keleti-főcsatorna. Az öntözéshez tehát a Keleti-főcsatorna vizét tudjuk felhasználni. Mindamellert az öntözésen túl a komplex vízgazdálkodási rendszerben nem szabad figyelmen kívül hagyni az egyéb vízigényeket, amelyeket a mezőgazdaságon túl a természetvédelem, az ipar, valamint a lakosság támasztanak. Ahhoz, hogy egy jól működő és minden igényt kielégítő komplex vízgazdálkodási rendszert építhessünk ki, jól megtervezett vízgazdálkodási modellre van szükség.

A komplex vízgazdálkodási rendszer koncepcionális modelljének lépéseit a 6. ábra foglalja össze.

6. ábra: Komplex vízgazdálkodási rendszer koncepcionális modelljének lépései

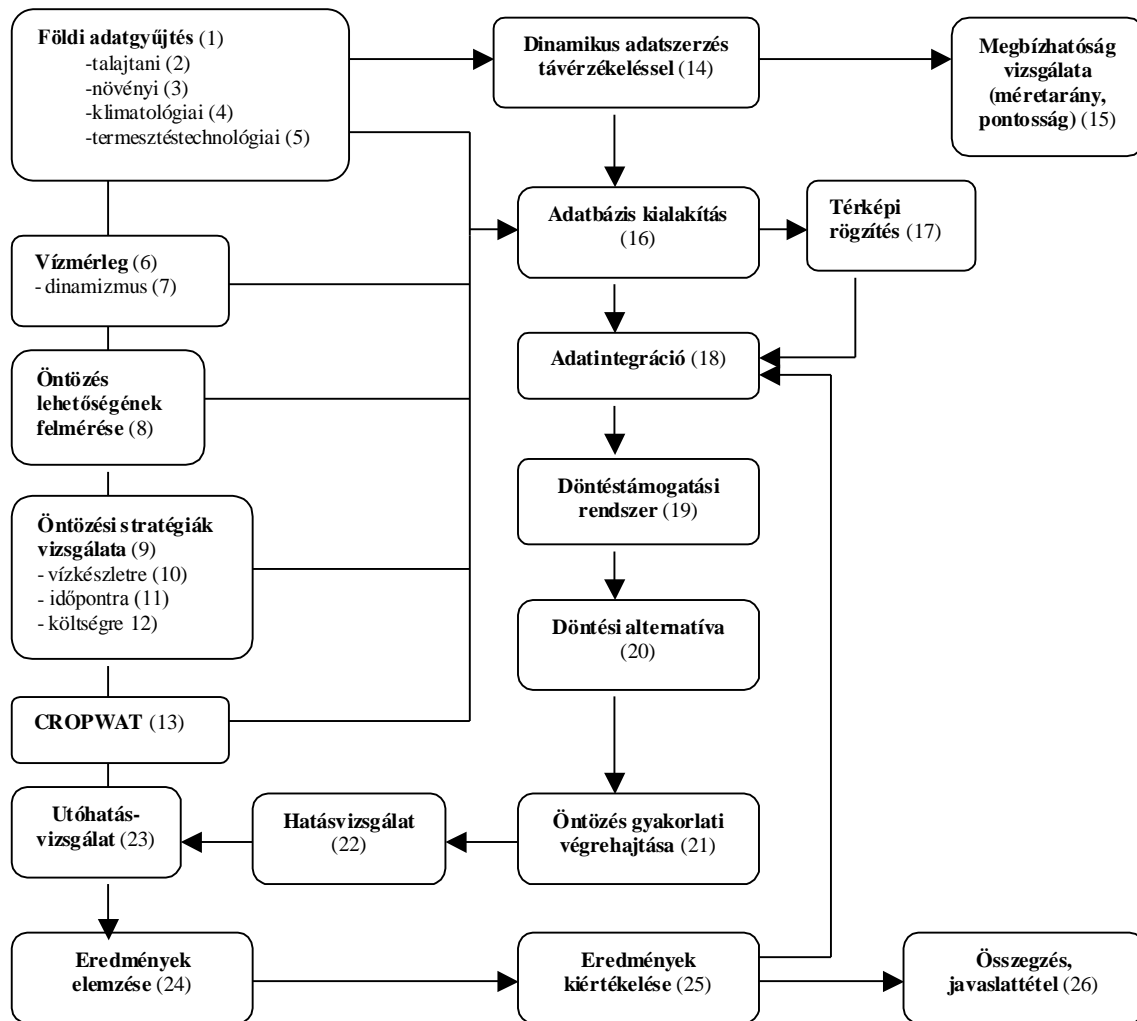


Figure 6: The steps of conceptual model of the complex water management system

Data collection (1), soil (2), plan (3), climatic (4), cropping technologies (5), water balance (6), dynamism (7), irrigation opportunity assessment (8), inquiry of irrigation strategies (9), for water resources (10), for date (11), for costs (12), CROPWAT (13), dynamic data collection by remote sensing (14), inquiry of reliability (scale, accuracy) (15), database creation (16), fixing on maps (17), data integration (18), decision support system (19), decision alternative (20), practical irrigation (21), effect inquiry (22), aftermath inquiry (23), result analyse (24), result assessment (25), summary, recommendation (26)

A vízkészletgazdálkodás tervezési fázisai

A komplex vízgazdálkodási rendszer koncepcionális modelljének kimelt fontosságú lépése az öntözés lehetőségeinek vizsgálata során a vízkészletgazdálkodás megtervezése. Erre valós idejű modellt alkalmazunk. A valós idejű problémákat mindig az aktuális szituációban kívánjuk megoldani és ez alapján végzünk valamilyen előrejelzést (WMO, 1988). A hidrológiai folyamatok ellenőrzésében és monitoring rendszerében a valós idejű

modellek számos feladatot ellátnak (Tamás, 2002). Összegyűjtik a valós idejű adatokat, megfigyeléseket és egyéb információkat, valamint tárolják azokat a vizsgált hidrológiai rendszerek input adatainak megállapításához, tehát alapadatokat gyűjtenek valós időben különböző paraméterekre, úgy mint a vízminőség, a csapadék, hőmérséklet, stb. Különböző időtartamú valós idejű előrejelzést hajtanak végre. Elvégzik a vízkészletekkel kapcsolatos hidrológiai folyamatok, illetve alapállapotok valós idejű ellenőrzését, valamint a különböző célú vízviszatarítási feladatok kontrollálását. Az alapadatgyűjtés, az előrejelzés és az ellenőrzés a valós idejű modellekben hierarchikus sorrendben követik egymást.

Munkánk során a Hajdúsági Lőszhát középső és déli részére készítünk valós idejű modellt. Regionális vízkészletgazdálkodási koordinálást hajtunk végre és lokális farmszintű beavatkozást célunk meg. A valós idejű modellek mellett a matematikai hidrológiai modellek jelentős csoportját képviseli az előrejelzésre, tervezésre használt modellek csoportja. Bármely program, amely a vízkészlet felhasználáshoz kapcsolódik, részletes elemzést kíván a vízkészlet állapotáról függetlenül attól, hogy az vízellátási, környezetvédelmi, árvízvédelmi, energiatermelési vagy öntözési célokat szolgál.

A vízkészlet gazdálkodás kiemelten fontos pillére a mennyiségi és minőségi szempont szerinti fenntarthatóság. E fenntartható interaktív tervezési eljárás a tervezés szintjén két fázisra bontható a hidrológiai szempontok alapján. A tervezés első fázisában a hidrológiai paraméterek hosszú távú becslésére van szükség, amikkel idősorok alapján jellemezni lehet a különböző extrém hidrológiai helyzeteket, mint pl. az árvíz vagy aszály kialakulásának gyakorisága stb. Ebben a fázisban olyan határfeltételeket vehetünk figyelembe, miszerint adott klimatikus és hidrológiai feltételeket elfogadva extrapolációt végzünk a bekövetkező hidrológiai helyzetről időben és térben, miközben azzal a feltételezéssel élünk, hogy a megfigyelt időszak statisztikai jellemzői a jövőben bekövetkező eseményekre kivetíthetők lesznek. A tervezés második fázisában a hidrológiai ciklust befolyásoló vízi építményeket különböző szempontok alapján tervezzük meg. Különböző vízfelhasználási célok alapján vagy vízfelhasználási csoportok vagy kategóriák alapján elsősorban az ipari, mezőgazdasági, energiatermelési és öntözési célú alkalmazások, környezetvédelmi és vízminőség védelmi művek tervezése. A második fázis természetesen minden esetben feltételezi az első tervezési fázis meglétét. Az alkalmazott matematikai modell összetettsége és a vizsgálat komplexitása nagyban függ a vizsgált vízkészlet rendszer speciális tulajdonságaitól (vízfelhasználási célok, különböző monitoring rendszerek), a vizsgált alternatívák számától (vízi építmények kivitelezési alternatívái, vízi építmények helyszínekiválasztásának alternatívái, különböző földhasználati változások stb.), a rendelkezésre álló input adatok és információk mennyiségétől és minőségétől.

A komplex vízgazdálkodási rendszert öt fázisos modellben tervezzük meg (Haimes, 1987).

A vízkészletgazdálkodás tervezés első fázisa a kiindulási állapot tervezése. A szükségletek felmérése után meghatározzuk a célokat és feladatokat. A modell korlátok figyelembe vételével előzetes modellkonceptiót végzünk. A második fázis az adatgyűjtés, adatintegrálás fázisa. Szükségünk van hidrológiai, gazdasági, környezeti, szociális alapadatokra, de nem mellőzhetjük a vonatkozó törvények, előírások, szervezeti adatok begyűjtését és áttekintését sem. Az összegyűjtött adatokat egységes rendszerbe integráljuk. Ezt követően a harmadik fázisban kidolgozzuk az alternatívákat, lefuttatjuk a modell tényezőket. A tervezés során igen nagy jelentőséggel bír a szakemberekkel való kapcsolattartás. A tervezés folyamán a mérnökök, hidrológusok, más tudomány képviselői, valamint a döntéshozók tárgyalásokat folytatnak és a konfliktuskezelés folyamán különböző módszerekkel (optimalizálás, többcélú elemzés, hierarchikus elemzés stb.) kezelik a felmerülő problémákat. Ezen a ponton merül fel egy rendkívül fontos kérdés, amely az egész további tervezési folyamatot befolyásolja. Meg kell vizsgálni, hogy a döntéshozó csoport elégedett-e a kidolgozott alternatívákkal. Az erre a kérdésre adott válasz két irányba tereli a tervezés folyamatát. Amennyiben a kidolgozott alternatívákat a kapcsolattartók nem találják megfelelőnek, úgy a vízgazdálkodási tervezés folyamatát az új alternatívák kidolgozásának stádiumába kell visszavezetni, és újra kell gondolni a projekt meghatározását, optimalizálást, és különböző elemzéseket elvégezve, valamint a kapcsolattartók folyamatos együttműködését fenntartva. A kidolgozott alternatívákkal való elégedettség esetén a tervezés folyamata a negyedik fázisba lép át. A végső fázis kidolgozása során a projekt részletes meghatározása kerül kidolgozásra, amelyet a modell építése és elemzése követ. Az elemzést követően megtervezük a szerkezeti paramétereket. A modell építéssel és elemzéssel párhuzamosan a költség-, hozam- és kockázat-elemzést is elvégezzük. Természetesen a működési szabályok és modellek áttanulmányozását a modell építés előtt áttanulmányozzuk. Mindezek elvégzése után elérünk a projekt tervek kiválasztásához, amely pont a megvalósíthatósági tanulmány végét jelenti. Az ötödik fázis a tervezésé, amelyben a letisztázást követően elkezdődhet a kivitelezés, majd, folyamatos monitoring mellett, a működés.

A vízkészletgazdálkodási modell áttekinthetővé teszi a komplex vízhasználati igények rendszerét. Ennek tükrében már megtervezhető az öntözés. Ennek elvégzésére rendkívül hatékony segítség, és a gyakorlatban is jól bevált a CROPWAT-program, amely egy öntözés tervezési és kezelési számítógépes program. A program célja az öntözési rend kialakításának elemzése, az öntözés gyakorlatának értékelése, az öntözött termék, növényi termék, illetve a kiegészítő öntözés elemzése, illetve az öntözési deficit előfordulásának megállapítása (Tamás, 2002). A program során kalkulálni lehet az evapotranszpiráció mértékét a Penman-Monteith formula alapján, a növényi vízigényt a tényleges csapadék- és öntözési igény szerint, elvégezhetjük az öntözési rend kalkulációját, valamint a vízellátási séma kalkulációját, továbbá a különböző technikai perifériális és adatélelési beállításokat.

A CROPWAT-program logikai modelljét mutatja a 7. ábra.

7. ábra: A CROPWAT-program logikai modellje

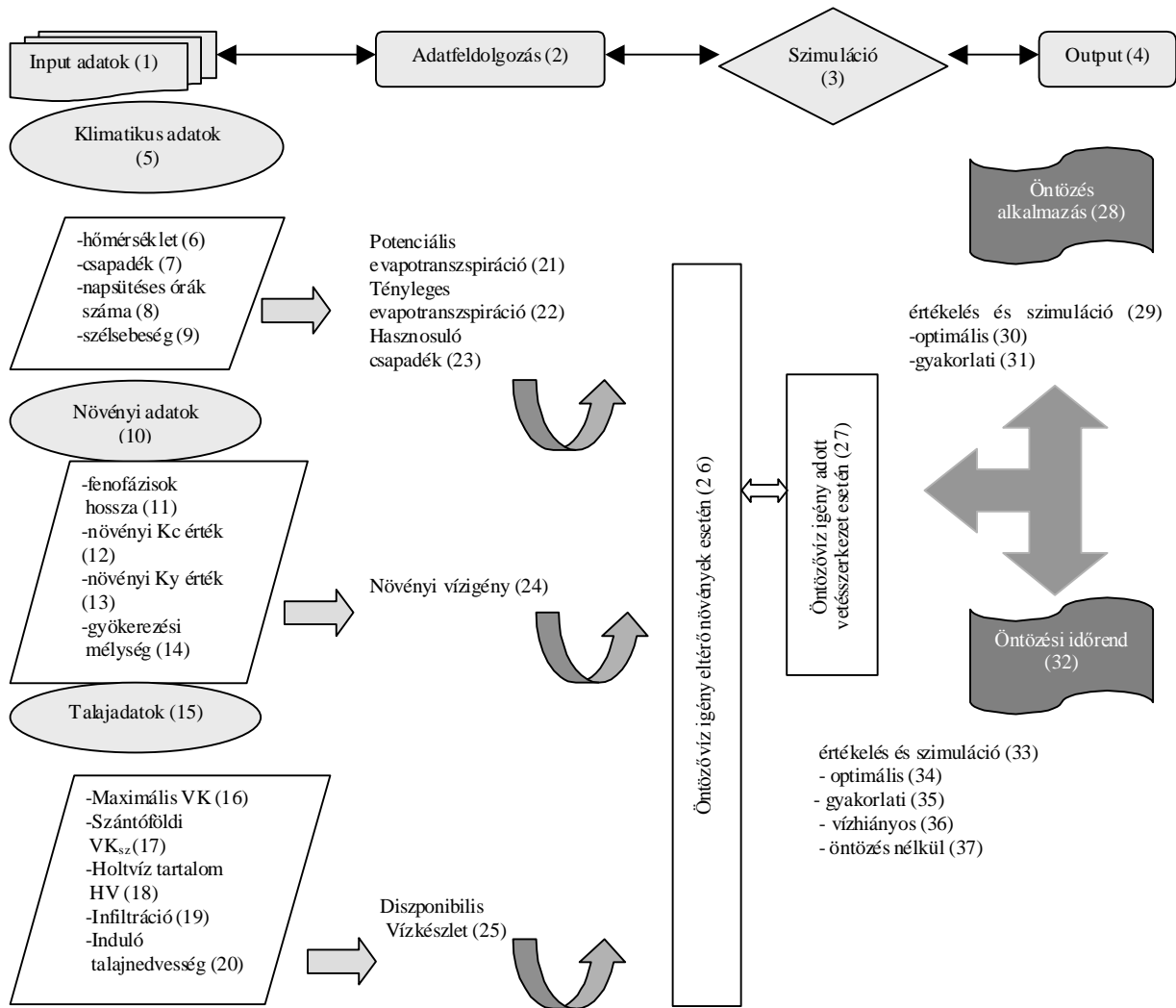


Figure 7: Logic model of CROPWAT-program

Input data (1), data processing (2), simulation (3), output (4), climatic data (5), temperature (6), rainfall (7), daily sunshine (8), wind speed (9), crop data (10), long of phenophase (11), crop Kc values (12), crop Ky values (13), root depth (14), soil data (15), maximum of water capacity (16), field capacity water content (17), hygroscopic water (18), infiltration (19), initial available soil moisture (20), potential evapotranspiration (21), effective evapotranspiration (22), effective rainfall (23), water requirement (24), total available soil moisture (25), irrigation water demand by different crops (26), irrigation water demand by given seed structure (27), application of irrigation (28), evaluation and simulation (29), optimal (30), practical (31), irrigation chronology (32), evaluation and simulation (33), optimal (34), practical (35), lack of water (36), without irrigation (37)

A fenti ábrán látható, hogy az input adatok három csoportját a talaj, növény és klíma paraméterek megadásával kell feltölteni. Az input adatok feldolgozása alapján a vízmérleg egyes elemeit kell kiszámítani, amely alapját képezi a különböző szimulációs elemzések elvégzésének.

ÖSSZEĞZÉS

Magyarország évi átlagos csapadékmennyisége nem elegendő ahhoz, hogy biztonságos termelést folytassunk. Az aszályos évek magas aránya megköveteli az öntözés szükségességét olyan szántóföldi kultúrákban, mint a cukorrépa, burgonya, vagy a csemegekukorica. A Hajdúsági Lőszhát víz zегény terület, az itt található kiváló minőségű csernozjom talajokon történő növénytermesztés vízigényét öntözés útján, a Keleti-főcsatorna vízének felhasználásával szükséges biztosítani. A mezőgazdaság öntözővíz-igényén túl azonban számos vízhasználati igény jelentkezik nemcsak az ipar, hanem a lakosság és a természetvédelem részéről is.

Mindezen komplex vízigények kielégítéséről csak akkor tudunk megfelelő módon gondoskodni, ha jól megfontolt, gondosan kidolgozott vízkészletgazdálkodási modellt alkotunk. E modellek nagy segítségünkre

lesznek a jövőben egyre nagyobb mértékben igényelt hidrológiai folyamatok pontosabb térbeli és időbeli leírásában, a különböző emberi tevékenységek vízminőségre és a hidrológiai ciklus változására gyakorolt hatásának meghatározásában, és nem utolsósorban a széles körben terjedő távérzékelte adatok használatában, amelynek segítségével a föld felszínéhez kapcsolódó hidrológiai paramétereket és jellemzőket pontosabban és gyorsabban le tudjuk írni és meg tudjuk határozni.

IRODALOM

- Ambrózy P.-Galambos J.-Kozma F.-Mezősi G.-Rajkai K.-Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 268-275.
- Bíró T. (1998): A vízrendezési célú beavatkozások megalapozásához szükséges fontosabb környezeti paraméterek vizsgálata. PhD értekezés. Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen. 4-7.
- Csatári B. (2000): Tisza-vidék kutatás-fejlesztési program 2000. Adalékok a Tisza-vidék komplex fejlesztési programjához. Kecskemét: MTA RKK Alföldi Tudományos Intézet. p. 8.
- Cselótei L.-Hamos Zs. (szerk.) (1994): Éghajlat, időjárás, aszály. I. MTA Aszálybizottság. Budapest.
- Detrekői Á.-Szabó, Gy. (1995): Bevezetés a térinformatikába. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. p. 250.
- Haines Y. Y. (1987): The process of water resources project and planning: a system approach. Studies and reports in hydrology. No. 44. UNESCO, Paris
- Hanyecz V. (2000): Öntözéses gazdálkodás az Alföldön. In: Pálfi, I. (szerk.) (2000): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba. 147-153.
- Láng I. (2003): Bevezető gondolatok „A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az arra adandó válaszok” című MTA-KvVM közös kutatási projekthez. „Agro-21” Füzetek, Az agrárgazdaság jövőképe. 31. 3-8.
- Lénárt Cs. (2000): A térinformatika szerepe a környezeti hatásvizsgálatok értékelésében. PhD értekezés. Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen. 81-100.
- MacDonald A. (1999): ArcGIS 8 Geodatabase workbook. ESRI Redlands. p. 255.
- NERC (1975): Flood studies report. Natural Environment Research Council, 27 London
- Orlóczy I. (1991): Rendszerelvű kutatások a Tisza hazai vízgyűjtőjén. Hidrológiai Közöny 4.
- Serban P. (1986): Operational hydrological models used in region VI (Europe). Technical report VI. WMO, Geneva
- Smith M. (1992): CROPWAT. A computer program for irrigation planning and management 5.7. Irrigation and Drainage Paper 46. FAO, Rome.
- Szesztay K. (2000): Az Alföld vízháztartása. In: Pálfi, I. (szerk.) (2000): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba. 7-15.
- Takács P.-Tamás J.-Lénárd Cs. (2003) Virtuális talajinformációs rendszer kialakítása a Bihari-sík, és a Tedej Rt. területén. Agrárközlemények, Acta Agraria Debreceniensis, Debreceni Egyetem. 186-189.
- Tamás J. (2001): Precíziós mezőgazdaság. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 130-135.
- Tamás J. (2002): Vízkészlet-modellezés. Debreceni Egyetem, Debrecen. p. 200
- Varga-Haszonits Z. (2003): Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati scenáriók. „Agro-21” Füzetek, Az agrárgazdaság jövőképe. 31. 9-28.
- Várallyay Gy. (1988): Talaj, mint a biomasszatermelés aszályérzékenységének tényezője. Vízügyi Közlemények. LXX. évf. (3) 46-68.
- Várallyay Gy. (2000a): Magyarország talajviszonyai a folyószabályozások előtt. In: Somogyi, S. (szerk.) (2000): A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai. MTA Földrajztudományi Intézet, Budapest. 109-124.
- Várallyay Gy. (2000b): A múlt századi nagy természetátalakítási munkák – vízrendezések és lecsapolások – hatása a talajviszonyokra. In: Somogyi, S. (szerk.) (2000): A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai. MTA Földrajztudományi Intézet, Budapest. 204-219.
- Várallyay Gy. (2000c): A múlt századi vízrendezési munkálatok és a mai ökológiai környezet talajtani vonatkozásai. In: Somogyi, S. (szerk.) (2000): A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai. MTA Földrajztudományi Intézet, Budapest. 236-246.
- Várallyay Gy. (2001): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. Magyar Tudomány 7, 799-815.
- WMO (1988): Hydrological Operational Multipurpose Subprogramme. Reference Manual, Geneva