

# **Az erdőtakaró és talajvíz kapcsolat elemzése változó klimatikus feltételek mellett**

**Móricz Norbert PhD hallgató**  
Nyugat-Magyarországi Egyetem  
Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola  
Tudományos vezető: Dr. Mátyás Csaba

## **Abstract**

The climate change is one of the most important problem these days. The effects of the climate change are extremely diversified, both from environmental and economical viewpoint. From the side of the environment the inland forests are rather endangered by a forthcoming climate change, since the lower zone of treeline run along just across Hungary.

The climate change in Hungary can be measured primarily in raising temperature and in descending precipitation. The greatest temperature raise is typical of the summer months. The sink of groundwater levels are expected in line with the descending rainfall, that can be a danger to the existence of forests, especially in lowlands. A regional hydrological model will be realized so as to follow groundwater changes in Northeast-Hungary, controlled by the climate.

The study area is the northern part of the Nyírség, which actually can be considered as a halfbasin, and its bounds are defined by the relief. By the selection of the study area it was a consideration, that a continous groundwater level would exists and any great water-yield would also exists. I used an elevíon modell to determine the bounds of the study area.

The modell will be completed be two systems, Modflow 5.3 and GW3D software. Accordingly to the resolution of the system it is necessary to compile a suitable database. The most essential database are the following:

- Climate datas
- Water-geological datas
- Elevation model
- Groundwater datas
- Data for the computation of infiltration and evapotranspiration
- Surface water datas

The next task of the research are the calibration and verification of the model. The model will be realized for different vegetation types as well, since the diverse infiltration and evapotranspiration behaviour of types. After calibration process the model will be connected to the LARSIM runoff modelling system, and afterwards to the REMO climate modelling software. In this way there is a chance to follow the groundwater changes in the function of climate scenarios.

## **A kutatás részletes leírása**

### **1. Bevezetés**

Napjaink egyik legfontosabb problémája az éghajlatváltozás. A klíma változásának hatásai rendkívül szerteágazóak, mind környezeti, mind pedig gazdasági-társadalmi szempontból. Környezeti oldalról a hazai erdők különösen ki vannak szolgáltatva egy bekövetkező klímaváltozásnak, mivel az alsó zonális erdőhatár éppen Magyarországon keresztül húzódik.

A klímaváltozás Magyarországon elsősorban a hőmérsékletek emelkedésében és a csapadék csökkenésében fogható meg. A legnagyobb mértékű hőmérsékletemelkedés a nyári hónapokra jellemző. A csapadék csökkenésével párhuzamosan a talajvíz süllyedése is várható, amely különösen az alföldi területeken az erdők létét is veszélyezteti. A klíma által vezérelt talajvíz változások követésére egy regionális hidrológiai modell kerül megvalósításra a Nyírség területén.

A vizsgálati terület a Nyírség északi része, mely tulajdonképpen egy félmedencének tekinthető, határait a domborzat határozza meg. A vizsgálati terület kijelölésénél szempont volt, hogy a terület egésze alatt összefüggő talajvíztükör legyen, valamint hogy ne legyen nagy vízkitermelés sem. A terület határának meghatározásához domborzatmodellt használtam.

A modell két rendszer, a Modflow 5.3 és GW3D szoftverek segítségével készül. A modell felépítéséhez szükséges a rendszer felbontásának megfelelő adatbázis összeállítása. A lényegesebb adatbázisok a következők:

- Klíma adatok
- Vízföldtani adatok
- Domborzatmodell
- Talajvíz adatok
- Beszivárgás és párolgás számításához szükséges adatok és
- Felszíni víz adatok.

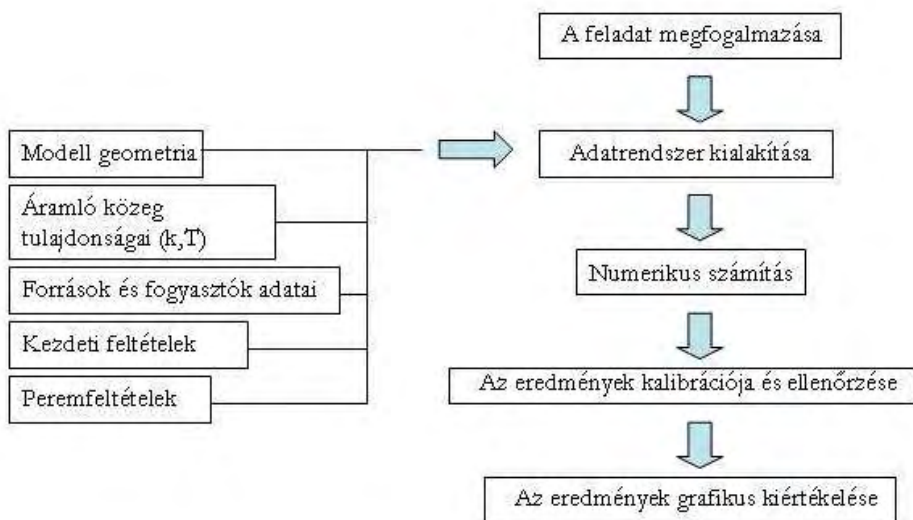
A modell kalibrálása majd verifikálása a következő feladata a kutatásnak. A különböző vegetációtípusok eltérő beszivárgási és párolgási viselkedése miatt a modell a fő vegetációtípusokra is ki lesz elemezve. A GW3D talajvízmodell a verifikálást követően kapcsolva lesz a LARSIM lefolyás modellező rendszerhez, majd a REMO klímamodellező programhoz. Így lehetőség nyílik a talajvízállás követésére a klíma scenáriók függvényében.

## **2. A modellezés**

### *2.1. A modellezés menete*

A modellezés első lépéseként meg kell fogalmazni a feladatot. Napjaink egyik legfontosabb problémája az éghajlatváltozás. A klíma változásának hatásai rendkívül szerteágazóak, mind környezeti, mind pedig gazdasági-társadalmi szempontból. Környezeti oldalról a hazai erdők különösen ki vannak szolgáltatva egy bekövetkező klímaváltozásnak, mivel az alsó zonális erdőhatár éppen Magyarországon keresztül húzódik.

A klímaváltozás Magyarországon elsősorban a hőmérsékletek emelkedésében és a csapadék csökkenésében fogható meg. A legnagyobb mértékű hőmérsékletemelkedés a nyári hónapokra jellemző. A csapadék csökkenésével párhuzamosan a talajvíz süllyedése is várható, amely különösen az alföldi területeken az erdők létét is veszélyezteti. A klíma által vezérelt talajvíz változások követésére egy regionális hidrológiai modell kerül megvalósításra a Nyírség területén. A modell felépítése során különös figyelmet kell fordítani a vegetáció, elsősorban az erdők talajvízre gyakorolt hatásának felderítésére (1. Ábra).



**1. Ábra: A modellezés menete**

A modellezés következő lépésében az adatrendszer kialakítása történik, többek között a modell geometria, az áramló közeg tulajdonságainak vagy például a kezdeti és peremfeltételek megadása. Az adatrendszer felépítése után a numerikus számítás következik valamely modellező szoftver segítségével. A kalibráció során valós helyzetet szimulálunk a felépített rendszerrel, és nézzük a modell válaszait. Végül megjelenítjük az eredményeket.

## 2.2. A modell-adatrendszer kialakításának kérdései

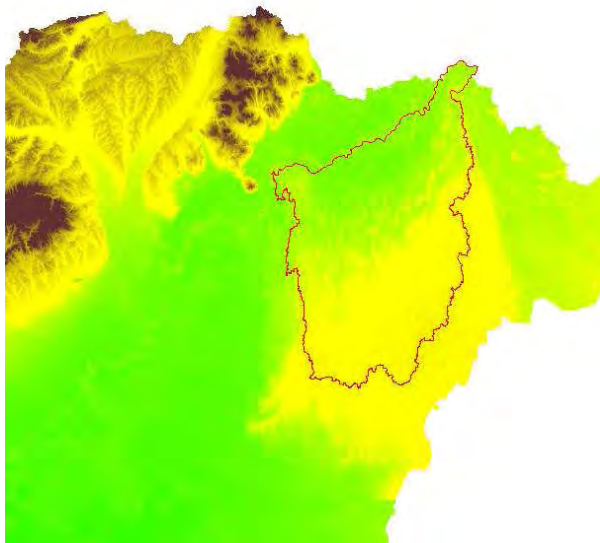
Az adatrendszer kapcsán több fontos döntést kell meghozni:

- Alkalmazott matematikai módszer: numerikus módszer, mely horizontális/vertikális szakaszolást jelent. A differencia eljárás ortogonális rasztert alkalmaz, ahol minden egyes modellpontra vízmérleg kerül felírásra. Mivel a módszer változást számol, ezért szükséges kezdeti feltételt is megadni. A raszter feltöltéséhez geoinformatikai módszerek alkalmazhatóak.
- Az időlépték meghatározása: a vizsgálat célja határozza meg.
- Reprezentatív értékek hozzárendelésének módja az egyes elemekhez (interpoláció, pl. kriging)

- Modellkalibráláshoz szükséges adatok (hosszú, megbízható mérési sorozattal rendelkező talajvíz kutak) és az adatok ellenőrzése kérdése (pl. keresztellenőrzés)

### 2.3. A modell terület

A vizsgálati terület a Nyírség északi része, mely tulajdonképpen egy félmedencének tekinthető, határait a domborzat határozza meg. A vizsgálati terület kijelölésénél szempont volt, hogy a terület egésze alatt összefüggő talajvíztükör legyen, valamint hogy ne legyen nagy vízkitermelés sem. A terület határának meghatározásához domborzatmodellt használtam. A lehatároláshoz az ENVI River Tool modulját és az SRTM domborzatmodellt alkalmaztam.



**2. Ábra: A vizsgált terület**

A terület magassága 90 és 183 méter között változik. A terület Magyarország egyik homokvidéke, melyet észak-dél irányú völgyek szabdalnak. Éghajlata kontinentális, bár a csapadék mennyisége nagyobb, mint az Alföld többi részén, eléri a 600-650mm-t. Északról a területet a Tisza határolja, északi része a Rétköz tájegységet foglalja magába.

### 2.4. A modell-adatrendszer

A modell adatrendszere alapvetően két részre bontható. A vízföldtani rész mintegy keretet szolgáltat a modell időben változó paramétereire számára.

A modell horizontális felbontása 200 méter, a vertikális rétegek száma pedig három, a terület földtani viszonyainak megfelelően. A legfelső réteget a terepszint határolja le. A vízföldtani adatok részben irodalmi, részben a vizsgált területen végzett kutatások eredményeiből következtethetőek. A talajvízkutak száma a vizsgált területen meghaladja a 60-at. A talajvízállást, mint kezdeti értéket szükséges megadni, előállítása kriging interpolációval történik. A folyóvizek közül a Tiszát veszem figyelembe, mint a területet északról határoló felszíni vizet. A modell időben változó paramétereinek becslésére egy vízháztartási modell kerül megvalósításra, melyhez a klíma adatokon kívül talajnedvesség, lefolyás és intercepció számítása is szükséges. A modell adatainak összefoglalása alább olvasható.

➤ **A modell statikus felépítése Modflow környezetben**

- Modell geometriai paraméterek (horizontális/vertikális felbontás, terepmodell)
- Vízföldtani adatok (áteresztőképesség, tározási tényező)
- Kezdeti feltételek (talajvízállás, talajnedvesség)

➤ **A modell időben változó adatai – egyszerű vízháztartási modell felépítése**

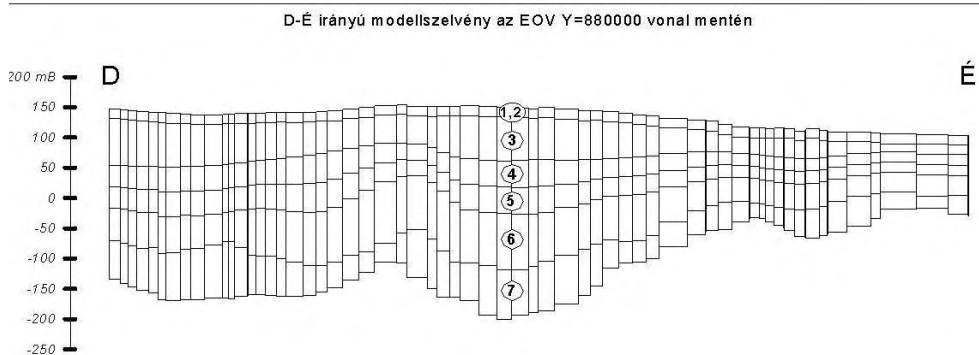
- Klíma adatok (csapadék, hőmérséklet, párolgás)
- Talajnedvesség és talajvíz táplálás számítása
- Lefolyás és intercepció
- Felszíni vizek figyelembevétele

*A modell statikus részének adatbázisa*

- **A modell geometria:** a horizontális felbontást a szoftverek méretkorlátozásának és a kutatás céljainak ismeretében 200m-ben határoztam meg. Szükséges volt a modellterületen kívül eső területek kizárása is. Az egyes pixeleket EOV koordinátákkal lehet azonosítani. A modell peremeken állandó nyomást alkalmazok, mivel a vízgyűjtőhatár miatt nem tételezek fel vízáramlást, noha valamilyen csekély vízforgalom szinte mindig van. A modell vertikális tagolását a vizsgált terület geológiájának ismeretében határoztam meg. A

pleisztocén alatti összletekkel nem foglalkozom, mivel azok nem relevánsak a jelenlegi munka esetén. A kutatás során hármastagolást alkalmazok:

- Holocén (mely egységesen 16m vastag a felszín alatt), az ábrán 1-2-vel jelölt rész
- Felső pleisztocén (durva hordalékú), az ábrán 3-4-es számmal jelölt rész
- Alsó pleisztocén (teteje finomabb, lefelé haladva durvább), az ábrán 5-6-7-el jelölt rész



**3. Ábra: A vertikális modellsíkok a területen**

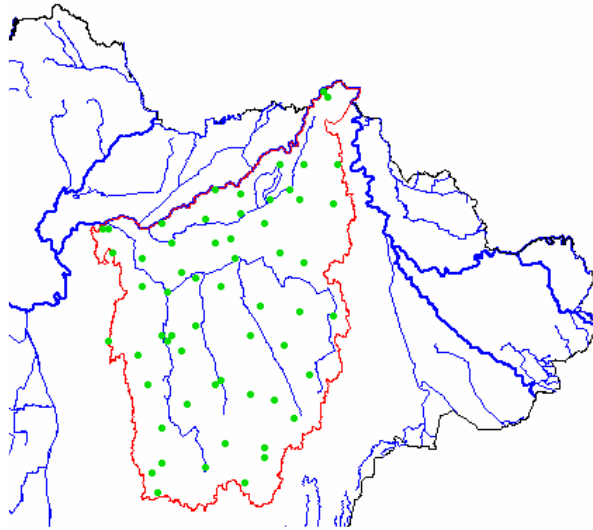
A teljes pleisztocén összlet nyílt víztartó, a tárolt víztömeg egységességnek tekinthető, azaz a terület mélyebb részein vertikális felfelé irányuló vízmozgás figyelhető meg. A modell felső határa a terep lesz. Így szükség van egy digitális domborzatmodellre is. A regionális modell felbontását figyelembe véve a DTA50 5 méteres szintvonalalaiból készített modellt használom

- **Geohidraulikus paraméterek:**
  - Horizontális/vertikális áteresztőképesség,
  - Porozitás és
  - Tárózási tényező.

Területi meghatározásukhoz a területen végzett kutatások eredményeit lehet felhasználni, pl. kútprofil adatokat, vízbázisvédelmi programokat. A területi mintázatot interpolációval lehet előállítani.

- **Talajvíz adatok:** a modell inicializálásához és kalibrálásához szükséges. A kalibrálásra alkalmas kutak kiválasztása a

csapadékadatokkal való összevetéssel történik. A talajvíz adatok a VIZUKI-ból és a FETIKÖVIZIG-től szerezhetőek be. A területi megoszlás interpolációval állítható elő. Mivel a terep kevésbé jól meghatározott, mint az egyes kutak magassága, ezért a két felület adott esetben metszheti egymást. Ennek kiküszöbölésére először célszerű a talajvízmélység térképet előállítani, majd azt a terepből kivonni.



4. Ábra: Törzshálózati észlelőkutak

*Vízháztartási modell a maradó beszivárgás számításához*

A maradó beszivárgás a talajvízbe bejutó vízmennyiséget jelenti, a modellező szoftvernek közvetlenül ezt kell megadni. A maradó beszivárgást (S) a következőképpen írhatjuk fel:

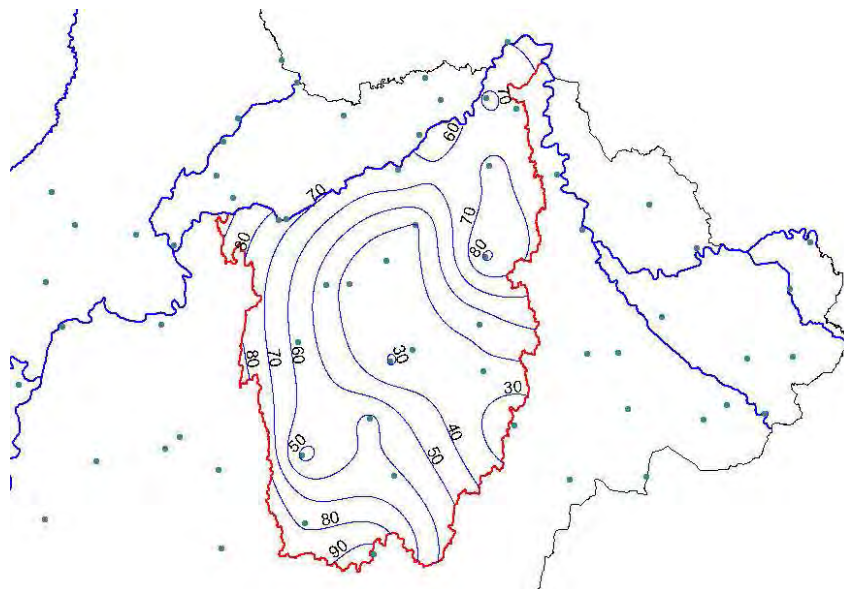
$$S = P - ET - L \pm \Delta W / t, \text{ ahol}$$

P=csapadék  
 ET=evapotranspiráció  
 L=lefolys  
 W=talajnedvesség  
 t=idő

A számításokhoz elsősorban csapadékadatokra van szükség. A beszivárgás és párolgás nagysága változik különböző felszínborítások esetén, ezért különböző vegetációs zónák kijelölése és számítása szükséges. A potenciális párolgás meghatározásához valamely irodalomban is fellelhető formulát alkalmazom (pl. thornthwaite képlet, melyhez havi középhőmérséklet adatok szükségesek).



- **Klíma adatok:** a beszivárgás és párolgás számításához elsősorban csapadék és hőmérséklet adatokat használok. Az elérhető csapadékmérő állomások száma a területen és környezetében meghaladja a százat (4. Ábra). Az adatokból Surfer programmal kriging interpolációval állítom elő az időlépcsőnek megfelelő klímafelületeket. A klímaállomások száma természetesen kevesebb, a térképek készítése a csapadékhoz hasonlóan történik.



5. Ábra: 1999 júliusának csapadék izovonalai és a csapadékmérő állomások

- **Intercepciós adatok:** a meghatározáshoz Landsat felvételeket használok, melyekből vegetációs index (NDVI), illetve LAI (Leaf Area Index) számítható. Intercepciós és csapadék függvények segítségével az intercepció számítható.
- **Felszíni víz adatok:** a vízfolyások közül csak az északi határt képező Tiszát veszem figyelembe, a többi kisebb vízfolyás elhanyagolható. A szükséges paraméterek a következők:
  - Átlagos vízállás,
  - Mederfenékszint,
  - Kolmatált zóna tulajdonságai.

A szoftverek többsége a Leaky-Aquifer megközelítést alkalmazza, azaz a kicserélődés (hogyan in vagy exfiltráció történik) potenciálkülönbség

függvénye, nagysága függ a vízfelületről és a „leakage” faktortól (medertalp áteresztőképessége)

### *2.5. A modell kalibrálása*

A modell elkészítését követően a kalibrálás következik, melyhez néhány a területen található, megbízható mérési sorozattal rendelkező talajvíz kutat fogok felhasználni. Fontos teendő még a modell paraméterérzékenységének vizsgálata, mellyel a stabilitását szükséges ellenőrizni.

## **3. Az erdő és talajvíz változások összefüggésének vizsgálata**

A kutatás következő részében az erdők és a talajvíz kapcsolatát vizsgálom meg. A felsorolt hidrológiai, geológiai, klimatológiai háttérrel egybevetem a földhasználattal, illetve a jelenlegi és potenciális erdőtakaróval is. Az összehasonlításhoz a corine2000-et használom. Megemlítendő még hogy, lehetőség van az elemzés végrehajtására különböző vegetációs területekre is. Erre az eltérő beszivárgás és párolgás jelleg következtében van lehetőség. Fontosnak tartom az e témában íródott elemzések rendszerezését, különös tekintettel a külföldi szakirodalomra és a hazai kutatásokra egyaránt.

## **4. Talajvízmodellező alrendszer REMO-val való összekapcsolása**

Ahhoz, hogy az elkészített modellel klíma scenáriók szerint előre jelezhető legyen a talajvízállás, szükséges a modell összekapcsolása első lépésben a LARSIM (Large Area Runoff Simulation Modell) modellel. A LARSIM egy regionális lefolyás modellező rendszer, mely a felszínen kívül a háromfázisú zóna vízforgalmát is kezeli. Ezután a modellt a Hamburgi Max-Planck Intézet által fejlesztett REMO klímamodellező programmal kell összekapcsolni, így lehetőség nyílik a klímaváltozás talajvízszintekre gyakorolt hatásának vizsgálatára.

---

\* A kutatási projekt „A hazai faanyagforrás jelentős bővítése, faültetvények létesítése és hasznosítása” című 4/00011/2005. sz. Nemzeti Kutatás-Fejlesztési Program Jedlik Ányos pályázat kereteiben készült.