

# A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai – V.

## A döntéstámogató rendszer (eDTR) ismertetése

### Döntéstámogató rendszerek az erdőgazdálkodásban

– Dr. Czímber Kornél –



Az erősödő szélsőségek miatt őshonos állományaink sincsenek biztonságban (2014-es jégkár egy borsónyi bükkösben. Fotó: Csóka Gy.).

Az elmúlt évtizedekben számos országban fejlesztettek ki döntéstámogató rendszereket (DTR) erdőgazdálkodási célokra. Az első generációs rendszerek célja egy konkrét feladat (pl. faj- vagy erdőművelési technológia kiválasztása) megoldása volt. Ilyen DTR-nek tekinthető tulajdonképpen *Az egyes termőhelytípus-változatokon alkalmazható célállományok és azok várható növekedése*, című évtizedek óta alkalmazott táblázat, amely Járó Zoltán és munkatársai nevéhez fűződik. A továbbfejlesztett rendszerek már a fajok alkalmazhatóságát és hozamait

modellezték, a változó körülmények, az éghajlat (Ray 2001) vagy sérülékenységi mutatók figyelembevételével (Lexer – Seidl 2009). A harmadik gener-

ációs erdészeti DTR-ek már webes alapon jöttek létre, hogy szélesebb felhasználói tábort szólítsanak meg. Közülük néhány már moduláris megközelítést követ (AFMToolbox, Rammer és mtsai. 2014).

A hazai DTR-fejlesztés egy olyan stratégiai és dinamikus rendszer kialakítására irányul, amely képes térbeli alapon feldolgozni és értékelni a múlt és a jövő adatait, hogy a biztonságosan termesztendő fajok, származások kiválasztásával és hozamuk előrejelzésével segítse a gazdálkodókat. A webes fejlesztés lehetővé teszi a tájékozódást a kockázatok megítélésében, alkalmazkodási és kárenyhítési stratégiák megválasztásában helyi és országos szinten egyaránt. A moduláris felépítés alkalmat nyújt a felhasznált adatbázisok aktualizálására vagy akár cseréjére is, például a felhasznált klímamodellek tekintetében.

Jelenleg az Agrárklíma.2 projekt keretében a Soproni Egyetem, a NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, a gödöllői SZIE, az ELTE és további négy gazdasági partner szakértői dogoznak a rendszer fejlesztésén, amely a <http://agrarklima2.nyme.hu/dtr/> web-lapon érhető el.

### Az eDTR alapvető célkitűzései és működése

– Dr. Mátyás Csaba –

A projekt keretében kifejlesztendő eDTR távlati célja az, hogy az agrárium három fő időjárásfüggő ágazatának (erdészet, szántóföldi és legelőgazdálkodás) a klímaváltozásra való felkészülésben megfelelő információkat szolgáltatson. Első lépésben a döntéstámogató rendszer egyszerűsített változatban készül, elsősorban meglévő adatbázisokra épül (ezért eDTR). Az eDTR webes felület, be-, illetve átkapcsolható statikus térképi rétegekkel (pl. domborzat, klíma, talaj), amelyek adott helyszínre kattintással termőhelyi és erdőfelújítást szolgáló információkat (pl. fő faj- választása) szolgáltat. A dinamikus rendszer a klímamodellek adatai

alapján három jövőbeli időszakra adja meg az előre jelzett változásokat.

Az eDTR felhasználója kiválaszthatja a helyszínt, a művelési ágat és azt az időszakot, amelyre az értékelést igényli. A rendszer a kiválasztott helyszínrre (erdőrészlet, tag) a meglévő adatbázisok alapján előrebecslést ad a várható termőhelyi feltételekre és a termesztendő fajok hasznosítási kilátásaira. Ezt követően lehetőség van – a helyszíni viszonyok ismerete alapján – a rendszer által felkínált *adatok felülvizsgálatára* és új adatokon alapuló becslés futtatására. Az eDTR természetesen csak információ-t szolgáltat, a döntést a helyi

\* Dr. Bidló András – egyetemi tanár, SOE  
Dr. Czímber Kornél – egyetemi docens, SOE  
Dr. Führer Ernő – tudományos tanácsadó, NAIK ERTI, Sopron  
Dr. Gálos Borbála – egyetemi docens, SOE  
Dr. Gribovszki Zoltán – egyetemi tanár, SOE  
Dr. Illés Gábor – tud. ig. helyettes, NAIK ERTI, Sárovar  
Dr. Mátyás Csaba – akadémikus, ny. egy. tanár, SOE

körülményeket jól ismerő szakembernek kell meghoznia. Az alábbiakban az eDTR erdészeti felhasználását ismertetjük, mezőgazdasági alkalmazását majd a cikksorozat végén mutatjuk be.

A klímaváltozás következtében a termőhelyi feltételek összhatása *mindenhol* változik, ami a megszokott gazdálkodás általános felülvizsgálatát igényli. Az erdészeti döntéstámogató rendszer elsődlegesen az alkalmazkodás *legkritikusabb fázisához, az erdőfelújításhoz, illetve az erdőtelepítéshez* ad támogatást, vagyis a megfelelő fajok megválasztására, a várható termőképesség kilátásaira szolgálatat előrebecslést. Lehetőséget nyújt a gazdálkodónak arra is, hogy egy adott területen tájékozódjék, hogy a közelmúltban miként változott meg a termőhelyi potenciál, illetve hogyan fog megváltozni a közelebbi, illetve távolabbi jövőben.

A klíma-előrevetítés elkerülhetetlen bizonytalanságai miatt a tervezést szolgáló előrebecslés időszakát a hosszú vágásfordulójú fajok *vágáskorának kb. egyharmadára javasoljuk korlátozni*. A várható feltételek előrevetítéséhez ezért egyelőre a *2021–2050 közötti időszak klímaátlagát használjuk*. Amennyiben a megadott időszakra alkalmazkodott faj (vagy célzatosan kiválasztott állomány) szaporítóanyagát használjuk fel, a létrehozott faállomány számára a termőhelyi feltételek kb. 30–40 év múlva válnak optimálissá.

A felhasználó munkájának megkönnyítése érdekében, az eDTR a jelenleg érvényben lévő termőhelytípusok és célállományok rendszerére épül. A talajviszonyokra vonatkozóan a rendszer nemcsak az eddig érvényes erdőtervi adatokat adja meg, hanem saját adatbázisából is szolgáltat talajra vonatkozó adatokat, azonban mindkettő megbízhatósága ellenőrizendő, elsősorban helyszíni talajvizsgálattal. A hidrológiai változások előrebecsülhetősége viszont korlátozott, ezért a rendszer elsősorban a többletvízhatástól független termőhelyeken szolgáltattat megbízhatóbb adatokat.

A szakmai döntéseket alátámasztó javaslatok csak annyira lehetnek jók, amennyire megbízhatóak a bemenő adatok. Ezért adunk lehetőséget a rendszer által felkínált adatok helyi körülményekhez igazodó korrigálására is. Az önkényes változtatással kapott eredmény azonban adott esetben félrevezető is lehet, és növelheti a meghozott döntések bizonytalanságát. Az eDTR felépítését és használatának lépéseit az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat Az eDTR működési vázlat; a lekérdezés, illetve korrekció lépései

Fedvény	Adatforrás	Adatleírás	Megjegyzés
<b>Helyszín</b>	Felhasználó	GPS-koordináták, vagy községhatár, tag, erdőrészlet kijelölése térképen	
<b>Közelmúlt makroklimatikus meteorológiai adatai</b>	Adatbázis, OMSZ	Csapadékösszeg és hőmérséklet időszakos átlagok	1961–1990, 1981–2010 időszakokra, 1 × 1 km-es pixelben
<b>Domborzati adatok</b>	Adatbázis, FÖMI	Tszf. magasság, fekvés, domborzat, lejtés	Helyesbíthető
<b>Alapközet</b>	Adatbázis		Helyesbíthető
<b>Talajtípus, fizikai féleség</b>	Adatbázis, ET		Helyesbíthető
<b>További talajadatok</b>	Adatbázis, ET	Termőréteg-vastagság, vázart., talajhibák stb.	Helyesbíthető, a program megvizsgálja, hogy az adatokban nincs-e ellentmondás
<b>Hidrológia</b>	Adatbázis, ET	Hidrológiai kategória	Helyesbíthető
<b>Klímaosztály</b>	Adatbázis, ET, Ensembles	Közelmúlt és jövő klímája	Számított FAI alapján, helyesbíthető
<b>Faj és származásválasztási javaslatok</b>	Adatbázis	Fajok és becslt fatermőképességük	Kiegészített célállomány táblázat alapján

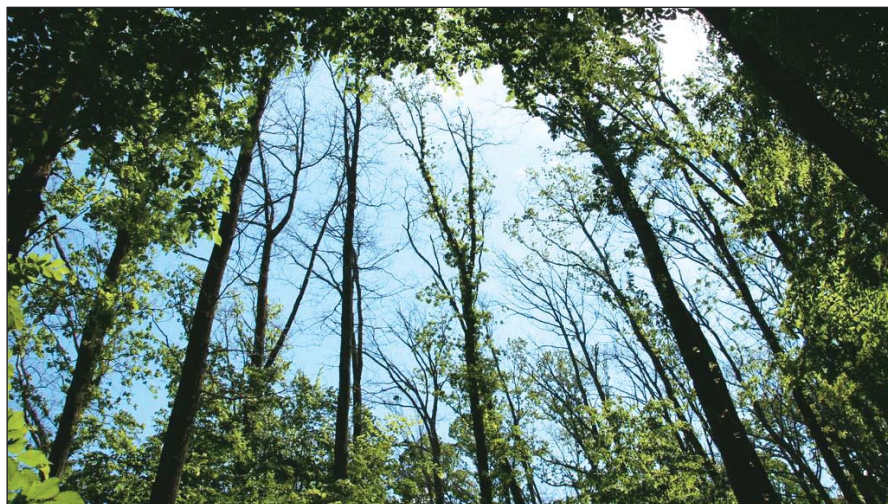
(ET = erdőtervi adatok az Erdőállomány Adattárból, OMSZ = Országos Meteorológiai Szolgálat, FÖMI = Budapest Főváros Kormányhivatala Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztálya, Ensembles = Regionális Klíma modellek együttes adatai)

## Múltbeli és előrevetített klímaadatok

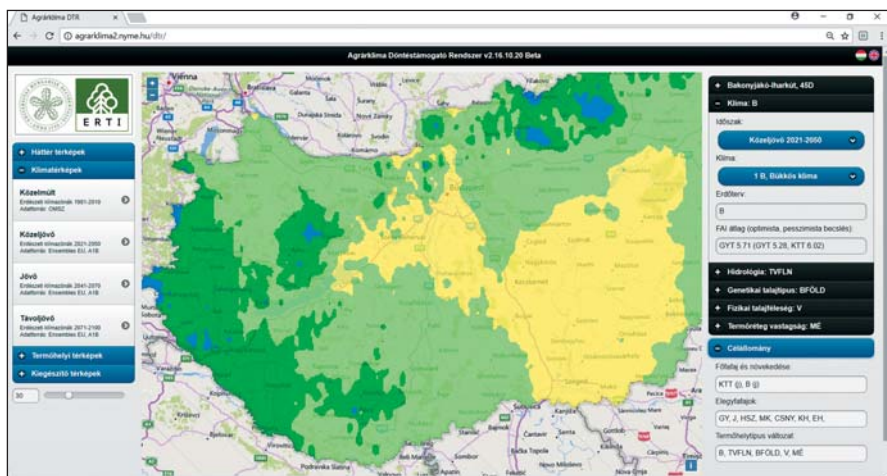
– Dr. Czímber Kornél, Dr. Gálos Borbála –

Az eDTR-ben elérhető klímafelületek a makroklimatikus viszonyokról és annak változásairól adnak információt 30 éves időszakokra. A múltbeli időszakok (1961–1990, ill. 1981–2010) klímá-

ja meteorológiai megfigyelésen alapuló havi hőmérsékletátlagokból és csapadékösszegekből, 1 × 1 km-es rácshálóra interpolált formában került meghatározásra.



Tömeges mortalitás megjelenése középhegységi kocsánytalan tölgyesben (fotó: Csóka Gy.)



1. ábra: A klímaosztályok közelmúltja vonatkozó országos térképe (1981–2010) az eDTR felületén; kereshető adatokkal (bal oldalt) és adatszolgáltatással egy konkrét helyszínre (jobb oldalt), a közeljövő (2021–2050) időszakára; látható a klímaosztály változása, a javasolt fajokkal és becsült fatermőképességgel.

A várható klíma becslése 12 regionális klímamodell (www.ensembles-eu.org) eredményeinek együttes elemzésével történt az IPCC A1B kibocsátási forgatókönyvének feltételezésével, három jövőbeli időszakra (2021–2050, 2041–2070 és 2071–2100). A jövőbeni változások nagyságát az 1981–2010-es referenciaperiódushoz képest állapítottuk meg (Gálos és mtsai. 2015). A rendszer lehetővé teszi a későbbiekben az eredmények aktualizálását az új típusú forgatókönyvek (Bartholy – Pongrácz 2017) alapján is.

Az eDTR-ből csak a származtatott erdészeti klímaosztály adatai kérdezhetőek le a 30 éves átlagidőszakokra, a részletes hőmérséklet- és csapadéértékek nem. Az alkalmazott erdészeti klímaosztály-besorolás a korábbiakban ismertetett havi hőmérséklet- és csapadékadatokból származtatott FAI értékeken alapszik (Führer 2017, Führer és mtsai. 2017), amely az adott fajfaj számára makroklimatikusan alkalmas területeket adja meg.

A rendszer a kijelölt helyszínre meghatározza a FAI alapján definiált, 1981–2010-es közelmúltbeli időszakra vonatkozó erdészeti klímaosztályt, amely megfelelően alátámasztott információk esetén helyesbíthető. Ez a klímaosztály eltérő lehet a rendszerben szintén feltüntetett erdőtervi klímabesorolástól, mivel az korábbi becslésen alapszik, és azóta bekövetkezettek már változások.

A jövőbeli klímaperiódusokra vonatkozó FAI értékekre és a hozzá tartozó erdészeti klímaosztályra a rendszer egy átlagos, egy optimista és egy pesszimista becslést ad. Az átlagos becslés a 12 modell átlagos eredményének felel

meg (1. ábra). Az optimista és pesszimista becslés a várható változások lehetséges tartományát adja meg, amely számszerűsíti a klíma-előrevetítések szükségszerű bizonytalanságát (Bart-



A budafai arborétumban a 2004-es szűbogárdúlás során a „kiébezett” bogarak nemcsak a rokon lucfajokat, hanem pl. a simafenyőt károsították, de távoli nemzetségeket is, így pl. tuját, mocsárciprust, mammutfenyőt is „megkóstoltak” (fotó: Kovács K.).

## Talajadatok a rendszerben és felhasználásuk

– Dr. Bidló András, Dr. Führer Ernő, Dr. Illés Gábor –

### A klímaváltozás becsült hatása a talajok tulajdonságaira, a talajértékelés új szempontjai

A talajtípusok kialakulása évezredes folyamat eredménye, amit a klimatikus körülmények közvetlenül és közvetetten (pl. a vegetáción keresztül) is befolyásolnak. A talajképződés azonban olyan lassú, hogy változásának érzékelhető hatása valószínűleg csak hosszabb idő után jelentkezik. Ma még nehezen becsülhető előre, hogy a magasabb hő-

hely – Pongrácz 2017). Ezt a döntéshozás során figyelembe kell venni.

Megjegyzendő, hogy a klímaosztályok geoinformatikailag megvont határai nem azonosak a vonatkozó fő és kísérő fajok pontos elterjedésével, hiszen a klímaosztályok lehatárolásakor egyéb ökofiziológiai szempontokat (növekedés, vitalitás stb.) is tekintetbe vettünk (Führer 2017). Így a térképek az átfedéseket, helyi eltéréseket nem mutatják. Természetesen a topográfiai adottságoktól (kitettség, lejtés stb.) függően a helyi aktuális klímaosztály (közelmúlt) a tapasztalatok alapján korrekcióra szorulhat. E javítás végrehajtására a fejlesztés során irányelveket dolgozunk ki, amelyek kellő megfontolással alkalmazhatók. A program a korrekció alapján helyesbíti a jövőre vonatkozó klímabesorolásokat is, és az elfogadott, illetve helyesbített klímaosztályt használja fel a fajjavaslati javaslatához, illetve a fatermőképességi besoroláshoz.

mérséklet vagy a téli fagyok csökkenése miként hat a mállási folyamatokra, netán a víztartóképeséget meghatározó mikropórusok kialakulására. Nehezen becsülhető továbbá, hogy például a talajban lefelé szivárgó víz mennyiségének változása a kilúgzási folyamatokra milyen hatást gyakorol, azaz a talajok egyes szintjeinek mésztartalma, tápanyag-ellátottsága miként alakul. Ugyanakkor a gyakoribbá váló időjárási szélsőségek (extrém csapadék- és szél-

viszonyok) hatására az eróziós- és a deflációs károk növekedésével, így a talajpusztulás erősödésével kell számolnunk, ami adott esetben csökkentheti a talajok termőképességét.

Hasonló klíma és genetikai talajtípus esetén a termőképesség főleg a fizikai talajféleségtől és a termőréteg-vastagságtól függ. E tényezőket alapvetően a talajok vízgazdálkodását befolyásolják, jelentőségük a klímaváltozás és az időjárási szélsőségek gyakoribbá válása miatt nő. Ezért a jövőben pontosabban kell meghatároznunk az egyes talajokban tárolható hasznos víz mennyiségét. Erre nem elegendő csak a fizikai talajféleség megadása, hiszen a talajok egyéb tulajdonságai (pl. humusztartalom, mésztartalom) a talajok vízvezető- és víztároló-képességét nagyban befolyásolják. Ezért e jellemzők beépítése a DTR rendszerbe a további fejlesztés fontos feladata lesz.

### A talajadatbázis létrehozása, tartalma

Az eDTR-ben létrehoztuk az erdészeti hasznosítást befolyásoló termőhelyi tényezők koherens, digitális adatbázisát 1 ha-os térbeli felbontásban, együttműködve az MTA ATK TAKI<sup>1</sup> munkatársaival. Az országos léptékű termőhelyi adatbázis fejlesztéséhez pontosított felvételi adatokat (több tízezer pont), illetve digitális térképi adatokat használtunk fel. A pontadatokat adattartalmából a talajtípust, a termőréteg-vastagságot és a fizikai talajféleséget emeltük ki. A pontadatokat mellett alkalmazott digitális térképi adatállományok tartalmazzák még az ország domborzatmodelljét, a földtani és a talajvíz-térképi adatokat, a klimatikus és földhasználati térképi fedvényeket és korábbi talajtérképi adatokat. Statisztikai és digitális talajtérképezési módszerekkel állítottuk elő azokat az új térképi fedvényeket, amelyek már az eDTR részét képezik és további folyamatos fejlesztéssel egyre pontosabban írják le hazánk talajtakaróját.<sup>2</sup>

Az adatbázis-fejlesztések révén az eDTR-ben közvetlenül felhasználható talajadatok mellett szerepel az adott pontban becsült hidrológiai kategória, a genetikai talajtípus, továbbá a termőréteg-vastagság és textúra (fizikai féleség) osztályozó értékei úgy, ahogy az a jelenlegi célállomány-meghatározás



A tömeges aszálykárok „foltoztatása” terven felüli felújítási feladatokat okoznak. Az azonos fajfajjal történő pótlás egyre kérdésesebb – és DTR után kiált (Rábagyarmat, fotó: Bugán J.).

rendszeréből ismert. Ezek mellett kiegészítő, tájékoztató adatként országos szinten rendelkezésre áll a becsült humusz- és mésztartalom százalékos értéke, illetve a kémhatás gyakorlatban alkalmazott besorolási kategóriája (erősen savanyú–erősen meszes).

### Az adatok felhasználása

A rendelkezésre álló adatbázisokban sok esetben nagyobb területekre átlagos adatokat tartalmaznak, és nem veszik figyelembe a helyi (néhány ha-os) különbségeket és eltéréseket. A meglévő erdőterületeken e jellemzők egyes kategóriáit el kell fogadnunk mindaddig, amíg nem nyílik lehetőség helyszíni talajvizsgálatokra.

Ugyanakkor ezeknek az adatoknak a megbízhatósága ma még nem elegendi

ki az erdőtelepítések során elvárt követelményeket. Ezért a jövőben sem mondhatunk le talajszelvény-nyitásról, talajfúrásos mintavételről és a minták laboratóriumi vizsgálatáról az erdőtelepítés során. A pontosabb értékeléshez a termőréteget 10 cm-es pontossággal célszerű megadni, és erre építve a fizikai talajféleséget is számszerűen, vagy legalábbis finomabb bontásban (esetleg mélység szerint) jellemezni.

Ezeket a vizsgálatokat erdőfelújítás esetén is kívánatos elvégezni a már említett bizonytalanságok miatt. A saját eredmények birtokában az eDTR-ben felkínált adatok módosíthatók, de a döntést mindig a megfelelő képzettséggel, helyismerettel és tapasztalattal rendelkező szakembernek kell a termőhelyfeltárás alapján meghozni.

## Hidrológiai adatok

– Dr. Bidló András, Dr. Fűbrer Ernő, Dr. Illés Gábor –

Az elmúlt évtizedek klimatikus változásai egyre gyorsuló ütemben módosítják a hidrológiai ciklust, valamint a vízkészletek állapotát (Nováky – Bálint 2013). Ezek a hatások meg fogják növelni a többletvízformák jelentőségét (talajvíz, szivárgó vizek, árterek kiöntései, összefutó vizek). Kérdés viszont, hogy a többletvízhatású termőhelyek vízviszonyai hogyan változnak majd meg a jövőben.

Jelenlegi erdőterületeinken döntően többletvízhatástól független termőhelyek fordulnak elő (79,82%), míg a többletvízhatással érintett termőhelyek arányai a következők: változó vízellátású

1,61%, szivárgó vizű 0,72%, időszakos vízhatású 13,01%, állandó vízhatású 4,11%, felszínig nedves 0,69%, vízzel borított 0,04%.

Az eDTR hidrológiai viszonyokról szóló térképének (1 × 1 km-es felbontás) készítéséhez az MGFI által modellezéssel a 2000-es évekre készített talajvíztérképet, a BMGE-n készült aktuális párolgástérképet (Szilágyi – Kovács 2010) és az Agrotopográfiai térképet használtuk fel.

Az 1960-as évekre vonatkozó modellezéssel előállított talajvíztérképpel összehasonlítva a jelent (a 2000-es évek második felét) a Nyugat-Dunántúlon, a

<sup>1</sup> MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet

<sup>2</sup> A további részletekről ld. Illés-Fonyó (2017) munkáját.



2. ábra A hidrológiai viszonyok térképe az eDTR-ben. Az adatszolgáltatási oszlopban láthatók a megadott hidrológiai feltétel korrigálásának lehetőségei.

Dunántúli-középhegységben és az Északi-középhegységben volt több métert meghaladó a talajvízszint-süllyedés (Kovács és mtsai. 2015). A síksági területeink közül a Kisalföldön 0–1 m közötti csökkenés jelentkezett. A Kiskunságban bekövetkezett talajvízszint-süllyedést a modell – valószínűleg a mesterséges vízkivételek figyelembevételének hiánya miatt – nem jelezte.

A többletvízhatástól független termőhelyek vízgazdálkodását elsősorban a talajok víztartóképesége (mechanikai összetétel) és a termőréteg mélysége befolyásolja a jövőben is. A változó vízellátású termőhelyek vízgazdálkodása még szélsőségesebbé válhat, hiszen e helyek a tavaszi időszakban a téli csapadék növekedése miatt egyre inkább elvizenyősödhetnek, a nyári egyre hosszabb aszályos időszakokban pedig még vízhiányosabbá válnak. További talajvízszint-süllyedés (több méter) középhegységeinkben elsősorban a hegylábi területeken várható. Mindezek miatt a lejtők lábánál és a mélyebb völgyekben a szivárgó vízü termőhelyek területe a jövőben csökkenni fog.

A síksági területek közül a Kisalföldön, a Duna–Tisza közén és a Tiszántúlon várható jellemzően 0–1 m-es ta-

lajvízszint-csökkenés, amely a talajvíztől függő erdők hidrológiai viszonyait (félméteres változás is kategóriaváltást jelenthet) valószínűleg átrendezi majd. A Tiszántúlon, ahol a talajvízszint esetleg emelkedik, az amúgy is kedvezőtlen szikes területek kiterjedése nőhet.

Hasonlóan gyors folyamat a láptalajok átalakulása. A talajvízszint süllyedése miatt levegős körülmények közé került tőzeges-kotus rétegek szerves anyagának lebomlása néhány évtized alatt megtörténhet. Továbbá a gyakran többletvízhatástól független, illetve időszakos vízhatású termőhelyé alakulás miatt e talajok termőképessége jelentősen megváltozhat, különösen ha a gyökérszint eléri a kedvezőtlen tulajdonságú lápi fekvő réteget (pl. a Hanság egyes részein).

Mivel a mesterséges vízkivételektől is erősen függő talajvízszintek modell alapú előrejelzése meglehetősen bizonytalan, a többletvíz által befolyásolt termőhelyeken javasolt a döntéstámogató rendszer által megadott hidrológiai feltételek korrigálása a felhasználó tapasztalata szerint, lehetőleg helyi vizsgálat alapján (2. ábra). A módosított hidrológiai jellemzést a rendszer a klíma- és talajadatokhoz hasonlóan



Középkorú erdefenyves gyérülése a kemenesháti cseri talajon (fotó: Szép T.)

a további termőhely-értékeléseknél érvényesíti.

Az eDTR-t bemutató fejezet következő részében térünk ki a fafaj- és származásválasztás, továbbá a fatermőképesség becslése ismertetésére.

## Irodalom

- Bartholy J., Pongrácz R. 2017: A közelmúlt és a jövő országos éghajlati trendjei. *Erdészeti Lapok* CLII/5:134–136
- Führer E. 2017: Az erdészeti klímasztályok új lehatárolása öko-fiziológiai alapon. (A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai – III.) *Erdészeti Lapok* CLII/6:173–175
- Führer E., Gálos B., Rasztovits E., Jagodics E., Mátyás Cs. 2017: Erdészeti klímasztályok területének várható változása. *Erdészeti Lapok* CLII/6:174–177
- Gálos B., Führer E., Czímber K., Gulyás K., Bidló A., Häsler A., Jacob D., Mátyás Cs. 2015: Climatic threats determining future adaptive forest management – a case study of Zala County. *Időjárás* 119(4):425–441
- Illés G., Fonyó T. 2017: Új digitális termőhelytérkép-alkalmazás. *Erdészeti Lapok* CLII/3:75–78
- Illés G., Fonyó T., Pásztor L., Bakacsi Zs., Laborci A., Szatmári G., Szabó J. 2016: Az Agrárklíma 2 projekt eredményei: Magyarország digitális talajtípustérképének előállítása. *Erdészettudományi Közlemények* 6/1:17–24; doi: 10.17164/EK.2016.002
- Kovács, A. Szócs, T. Tóth, Gy. Marton, A. Kun, É. Kerékgyártó, T. 2015: Predictive water-table modelling in the NAGIS project. *Kutatási jelentés. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet*
- Lexer M. J., Seidl R. 2009: Addressing biodiversity in a stakeholder-driven climate change vulnerability assessment of forest management. *Forest Ecology and Management* 258:S158–S167
- Nováky B., Bálint G. 2013: Shifts and Modification of the Hydrological Regime Under Climate Change in Hungary. *INTECH Open Access Publisher*; <http://dx.doi.org/10.5772/54768>
- Pásztor L., Laborci A., Bakacsi Zs., Szabó J., Illés G. 2017: Compilation of a national soil-type map for Hungary by sequential classification methods. *Geoderma*, megjelenés alatt; <https://doi.org/10.1016/j.geoderma>; a letöltés ideje: 2017. 04. 18.
- Rammer W., Schauflinger C., Vacík H., Palma J. H. N., García-Gonzalo J., Borges J. G., Lexer M. J. 2014: A web-based Tool Box approach to support adaptive forest management under climate change. *Scand J Forest Res.* 29 (Suppl 1):96–107
- Ray D. 2001: Ecological site classification decision support system. Version 1.7. Edinburgh: Forestry Commission
- Szilágyi J., Kovács Á. 2010: Complementary relationship-based evapotranspiration mapping (cremap) technique for Hungary. *Periodica Polytechnica, Civil Engineering*, 54(2):95

A cikksorozatot szerkeszti:  
**Mátyás Csaba** akadémikus