

**Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar
Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet**

**A talajvízviszonyok kapcsolata a hőmérséklettel,
csapadékkal, illetve a
vegetációval egy alföldi sziki tölgyes esetében**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

**Készítette: Kele Zsombor
okleveles erdőmérnök hallgató**

**Témavezetők:
Prof. Dr. Gribovszki Zoltán
Dr. Kalicz Péter**

Sopron 2022

NYILATKOZAT

Alulírott Kele Zsombor István jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy A talajvízviszonyok kapcsolata a hőmérséklettel, csapadékkal, illetve a vegetációval egy alföldi sziki tölgyes esetében című Tudományos Diákköri Kutatás önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet által előírt, a kutatás készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében. Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenseket, illetve a feladatot kiadó oktatókat nem tévesztettem meg. Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot nem magam készítettem, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem megtagadja a Tudományos Diákköri Kutatás befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat. A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 2022. november 4.
Kele Zsombor István

Tartalomjegyzék

3.o: Témaválasztás bemutatása

4.o: Szakirodalmi áttekintés-A talajvíz és az erdő kapcsolata az Alföldön

8.o: A terület jelenkori és történeti bemutatása

Az Ohati-erdő elhelyezkedése, története

A vegetáció leírása

12.o: Anyag és módszer

Talajvízkutak létesítése

Talajvízjárás

A talajvízből származó ET számítására szolgáló White-módszer

Állományfelmérés

17.o: Kiértékelés

A vizsgált időszak csapadék és hőmérsékleti viszonyai

Hosszabb távú (nem napi) talajvízdinamika

A napi talajvízdinamika és a környezeti tényezők kapcsolata

A napi amplitúdó dinamikája

Az evapotranspiráció és a környezeti tényezők kapcsolata

Az utánpótlódás és a talajvízmélység kapcsolata

Összevetések az előző év adataival

28.o: Köszönetnyilvánítás

29.o: Irodalomjegyzék

30.o: Mellékletek

Témaválasztás bemutatása

Mint mindannyian láthattuk, az elmúlt két év igen súlyos aszályt hozott a Kárpát-medencébe, emellett most már egyre erősebben megfigyelhető a klíma szárazodása országunk egész területén, egyre jobban növekednek a szélsőségek, egyenetlenné válik a csapadékeloszlás. Ezek miatt egyre fontosabbá válnak a talajvízzel kapcsolatos különféle kutatások, a mi esetünkben a vegetáció és a talajvíz kölcsönhatása. A talajvíz értelemszerűen képes tompítani ezeket a hatásokat, mert ha nem is esik eső, túl magas a hőmérséklet, és ezáltal a párolgási kényszer, a fa akkor is ki tudja pótolni a hiányzó mennyiséget a talajvízből.

Mint tudjuk, Magyarországon időszakos vízhatás címén az erdészeti gyakorlat csak 220 cm mélységig (áprilisi közepes talajvízszintre vonatkoztatva) számol a talajvíz fák növekedésére gyakorolt számottevő pozitív hatásairól (Szodfridt 1993). Ezzel szemben több kutató is vizsgálta, hogy a fák ennél sokkal mélyebbről is képesek többletvízhez jutni, legyen szó akár nemesnyárról, akácról, vagy ezen kutatás esetében kocsányos tölgyről. Egyik fő célja a dolgozatomnak az, hogy újabb adatokkal tudjam alátámasztani, hogy a fák ennél mélyebbről is jelentékeny vizet képesek felvenni.

Feltehető tehát több fontos kérdés is a talajvíz és erdők kapcsolatáról a mai klímában. Egyrészt fontos lenne tudni, hogy tulajdonképpen mennyit is használnak fel ezek az erdők a talajvízből, mennyit vízzel járul ez hozzá az evapotranspirációhoz? Esetleg annak a meghatározása is hasznos lenne, hogy mi az a mélységi határ, ameddig ezek a fák többletvízhez képesek jutni a talajvízből, illetve mi a talajvízviisszapótlódás mértéke? Ezek a kérdések minél jobb megválaszolására fogok törekedni az Ohati sziki tölgyesről írt dolgozatomban.

Tanulmányommal Kiss Csaba László megkezdett munkáját folytatom, aki konzulenseimmel együtt a kutakat telepítette, és az első méréseket elvégezte.

Szakirodalmi áttekintés-A talajvíz és az erdő kapcsolata az Alföldön

A talajvíz és az erdő kapcsolatával sokan foglalkoztak már az elmúlt több, mint egy évszázadban, legfőképp a fás vegetáció nagyobb vízfogyasztó-szárító hatásával kapcsolatos viták miatt. A témakör kapcsán két fontosabb kérdést lehet feltenni, amik szükségesek a témakör pontosabb kifejtéséhez, mélyebb megértéséhez. Az egyik az, amit korábban is említettem, hogy milyen mértékben veszik fel az erdők ezt a talajvizet, illetve mi ennek a hatása a talajra? A másik pedig, hogy honnan is származik ez a víz?

Mielőtt mélyebb elemzésekre szánnánk el magunkat, érdemes vázlatosan áttekinteni az erdőben a vízzel kapcsolatos folyamatokat. Az erdők vízforgalmát már a 19. században elkezdtek behatóbban vizsgálni, erre példa, hogy az 1862-es Erdészeti lapok (1864-től Erdészeti lapok) egyik cikkének egy jelentős részét a vízháztartással kapcsolatos megfigyelések teszik ki (Mérei 1862). A vízforgalommal kapcsolatos témák kisebb-nagyobb erősséggel azóta is benne vannak a szakmai köztudatban.

Az evapotranspiráció, mint fogalom a múlt század elején jött be a magyar köztudatba, az első alaposabb publikációt Bencze Gergely jelentette meg (Bencze 1901), bár még ő is inkább csak egy nagyobb kutatási területet vázolt fel. Az evapotranspiráció, mint olyan, az evaporációból, illetve a transzspirációból tevődik össze. A transzpiráció a növényzet párologtatását jelenti, amit a talajból felvéve a levélen keresztül juttat a szabadba. Ebben a dolgozatban ezt fogom behatóbban vizsgálni. Az evaporáció pedig az intercepció veszteségből és a talaj saját párologtatásából adódik. Maga az intercepció azt a vízmennyiséget jelöli, amennyitől egy csapadékesemény esetén a lomb- és az avar benedvesedik, ezáltal nem kerül be a talajba, hanem elpárolog. Ilyenkor a növényzet számára egyfajta veszteségként könyvelhető el, bár a hűtő hatásának köszönhetően pozitív hatást is gyakorol az állományklímára. Ez a veszteség nagyobb csapadékesemények esetén elérheti akár a 4 mm-t is (Leonard 1967), de ez erősen függ az állomány szerkezetétől és fajájától.

Erdővel kapcsolatos talajvízkutatások

Az erdészeti talajvízkutatások a 20. század eleje óta vannak Magyarországon, ezzel kapcsolatos vizsgálatokat 1908-ban Roth Gyula kezdeményezte, 1920-tól széleskörű talajvízszint-mérő hálózat létesült az Alföldön.

Az első átfogó értékelést Ijjász Ervin készítette 1936-ban (Ijjász 1936) ezeknek a kutaknak az eredményeiből. Ekkor azt a két fő megállapítást tette, hogy sok helyen a talajvíz az erdők számára is elérhető mélységben található, emellett ahhoz, hogy jobban meg tudjuk érteni a gyökérzet és a kapilláris víz kapcsolatát, és a talajvíz-viszonyokat kellően tudjuk értékelni, szükséges a talajvízszintek gyakoriságának és tartósságának a meghatározása.

Amennyiben megfigyeljük az Alföld csapadékvizszojait, láthatjuk, hogy évi 500-550 mm-nél csak ritkán több (forrás: OMSZ) az éves csapadékmennyiség. Ha ezt összehasonlítjuk az egyes fafajok éves vízfogyasztásával (1. táblázat: Járó 1981 és Csáki 2020 nyomán), rájöhettünk, hogy ha az alföldi erdeink nem kapnak valamiféle többletvizet, akkor az erdei- és fekete fenyő, illetve az akác kivételével nem igazán képesek megmaradni az ottani éghajlati viszonyok között.

1. táblázat: A különböző fafajok evapotranspirációja Járó és Csáki nyomán

Fafaj	ET (Járó 1981)	FATI	ET tartomány (Csáki 2020)
	mm/év		mm/év
B	440	B	421-661
KST	459	T	352-634
KTT	633		
CS	524	CS	340-626
A	504	A	343-621
NNY	884	NNY/NFÜ	322-664
EF	463	EF	372-612
FF	452	FF	245-535

Fafaj: B: bükk, KTT: kocsánytalan tölgy, KST: kocsányos tölgy, CS: csertölgy, A: fehér akác, NNY: nemes nyár, EF: erdeifenyő, FF: feketefenyő, LF: lucfenyő. Faállomány típusok (FATI): B: bükkös, T: tölgyes, CS: cseres, A: akácos, NNY/NFÜ: nemes nyáras vagy nemes fűzes, EF: erdeifenyves, FF: feketefenyves (forrás Csáki 2020), Járó (1981) adatai eredetileg transpirációra vonatkoztak ezt Csáki (2020) egészítette ki az intercepciót is figyelembevéve ET-re.

A szikfásítással kapcsolatos vizsgálatok során Magyar Pál (1929) végzett kísérleteket gyökérfeltárással kapcsolatban a Püspökladányi Szikkísérleti Telepen. Azt találta, hogy a már 3 éve ültetett csemeték gyengébben szikes talajban képesek voltak elérni a 3,5 mélyen lévő talajvizet, de például a mezei szil már 2 év alatt elért 5,15 m-es mélységbe, míg erősen szikes altalaj esetén a gyökérzet nem tudott áttörni az erősebb sótartalommal bíró rétegen. Ez a legtöbb fafajra igaz, mint például akácra, kocsányos tölgyre, nyárra stb. Magyar már javaslatokat is tesz, felsorolja milyen fafajokat, cserjéket lehet szikes területre telepíteni sikerrel, illetve melyek azok, amik még erősebb szikhatás esetén is meg tudnak élni, erősen szikes talajrétegen is át tudnak jutni. Ilyen volt a tamariska, ezüstfa, esetleg a kocsányos tölgy. Szodfridt István több cikket is írt a talajvíz és az erdők kapcsolatáról. Egy 1990-es (Szodfridt 1990) cikkében különféle adatokat közöl a fafajok vízigényéről, illetve arról, hogy melyik fafaj milyen mélyen elhelyezkedő talajvíz esetén ültethető. Érdekes, hogy ő például a kocsányos tölgyet csak 80-150 cm mélyen elhelyezkedő talajvíz esetén találja gazdaságosan termeszthetőnek. Egy Faragó Sándorral közösen készített cikkében (Szodfridt-Faragó 1968) azt taglalja, miszerint a felszínközeli talajvíz esetén az erdőállomány alatt a lágyszárú

felszínborításhoz képest 0,5-0,6 m-el lentebb van a talajvízszint. itt is említésre kerül, hogy 2,5 m-nél mélyebb (áprilisi) talajvízszint esetén csak gyeptársulás maradhat fenn.

A talajvízszint süllyesztéssel kapcsolatban hasonló eredményre jutottak Gribovszki és társai (2017), akik szintén a Nagyalföldön végeztek méréseket, s azt találták, hogy az erdőterületek alatt 0,4-0,6 m-el mélyebben helyezkedik el a talajvíz.

Itt nagyon fontos megemlíteni Gácsi Zsolt kutatását, aki a Kiskunságon végzett kutatásokat a az erdőállományok és a talajvíz kapcsolatáról. A talajvíz, erdei víz- és hóháztartás modellezésével is foglalkozott 1995-től kezdődően több cikkében és a doktori disszertációjában is. 1995-2000 között egy kecskeméti középkorú erdeifenyvest vízháztartásának a vizsgálatát folytatta. Több társával együtt különféle fafajokkal is végeztek kísérleteket, ahol azt vizsgálták, hogy milyen növekedésre képesek az adott területen.

A Kiskunságban végzett méréseket Major Pál (2002), ahol egy javarészt fenyőkből álló erdő és a talajvíz kapcsolatát kutatta, és 0,8-1,1 m-es süllyedést tapasztalt a környező fátlan területekhez képest. Különféle adatokból az erdőre 712 mm éves párolgást számított, ami 130 mm-el múlta felül az éves csapadékösszeget. Ez szintén alátámasztja azt a tényt, hogy az alföldi erdők nem igazán tudnak létezni talajvíz nélkül.

Egy ezzel kapcsolatos nagyon fontos elemzés Járó Zoltán 1981-es cikke, melyben összefüggésbe hozta a szervesanyag produkciót és a vízfogyasztást. Arra az eredményre jutott, hogy az alföldeken és alföldperemeken növő erdők egységnyi szervesanyagra jutó vízfelhasználása jelentősebb, mint az hegyvidékeken növőké, az nagyobb szárazság miatti erőteljesebb potenciális evapotranspirációt nézve könnyen érthetővé válik. Tehát amellet, hogy az alföldi erdőknek kevesebb csapadék áll rendelkezésükre, még többet is kell párologtatniuk, és ez is alátámasztja, hogy milyen nagy szüksége van az alföldi erdőknek a többletvízre.

Egészen más módszerrel, de hasonló eredményre jutott Csáki (2020) is, aki távérzékelés segítségével készített párolgástérképeket skálázott le erdőrészlatszintre. Az erdőrészlatszintű adatokat figyelembevéve statisztikai elemzés után minden állománytípust be tudott sorolni egy bizonyos párolgástartományba.

Az evapotranspiráció számítására több másik módszer is használatos ilyen például Herceg és munkatársai (2018) által továbbfejlesztett Thornthwaite-féle eljáráson alapuló egyszerű hidrológiai modelleljárás, amit különböző felszínborítási típusokra is sikeresen teszteltek.

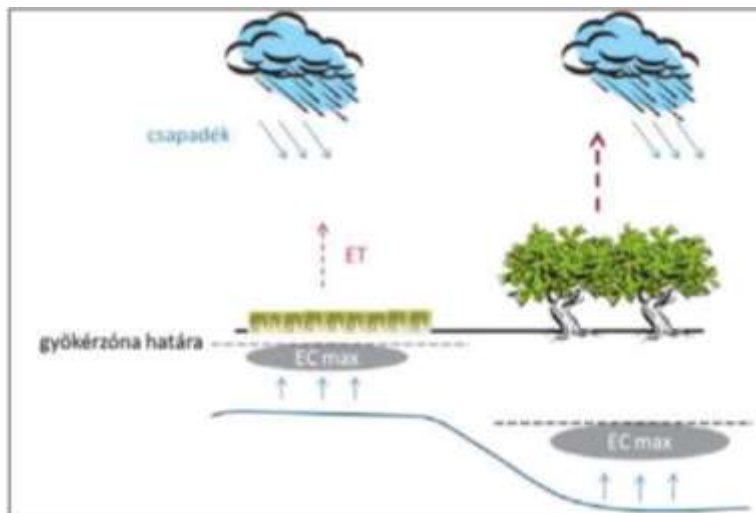
Érdekes dolog azt vizsgálni, hogy tulajdonképpen honnan is jön a víz, ami kipótolja az elpárologtatott mennyiséget. Erre három fő forrás jöhet szóba, ezek arányát még megbecsülni is nehéz, de érdemes őket megemlíteni. Az utánpótlás jöhet egyrésről a környező, nem erdővel fedett területekről, ugyanis az erdő alatt a vegetációs időben jellemzően mélyebben van a talajvízszint a fák nagyobb párologtató hatása miatt (Szabó et al 2020), másrészt a bevezetőben említett környező vízfolyásmedrekből, csatornákból, tavakból is szivároghat ide

víz, amennyiben azok magasabban vannak, mint a talajvíz. Ezek mellett jelentős hatása lehet még a föld alatti regionális áramlási rendszereknek is (Tóth 1963. nyomán). Az Alföld nagy része tulajdonképpen egy feláramlási zóna, ahol az utánpótlási zónákban leáramló víz szivárog felfelé. Ezeknek az úgynevezett Tóth-féle feláramlási zónáknak az esetében többlet talajvízbevételel számolhatunk. Érdekes még elgondolkozni azon is, hogy ez az állandó feláramlás és párologtatás milyen hatással van a talajrétegek szikszótartalmára. Az állandó vízfelvétel és annak elpárologtatása azt okozza, hogy a vízben korábban benne lévő ionok hátramaradnak, ezáltal dúsulni fog a talajvíz és a felette lévő talajréteg sókoncentrációja.

Bár esetünkben a szikszótartalom vizsgálatára nem terjedt ki a kutatás, viszont egy széleskörű kutatásban már rámutattak (Szabó et al 2020.), hogy egy parlag és erdőterületet összehasonlítva az erdőnél mélyebben halmozódik fel a szikszó, mint a parlagterületnél (1. ábra). Tehát ahol magasabban volt a növényzet gyökere, ott a sófelhalmozódás is magasabban történt. Emellett az erdőnél, aminek nagyobb a párologtatása, az összes sófelhalmozódás is nagyobb volt, bár még mindig elég messze az erdőtenyészet számára káros határértéktől.

Tóth és társai (2014) homok fizikai talajféleségű talajon vizsgálták egy erdők és erdőtlen területek alatti sófelhalmozódást. Azt figyelték meg, hogy minél több só halmozódott fel egy erdőtársulás alatt, annál nagyobb volt a szervesanyag produkciója. Ez a nagyobb vízfelvételre, és ezáltal az erőteljesebb növekedésre vezethető vissza. A parlagokkal összehasonlítva az erdők alatti talajban és talajvízben is nagyobb volt a sókoncentráció. Emellett ők is arra a következtetésre jutottak, hogy ez a sófelhalmozódás még messze nem veszélyezteti az erdőket.

Szabó et al (2018) az Észak-Alföldön vizsgált erdőállományokat, kocsányos tölgyet, akácot és nemesnyarat a vízfelvétel és ionforgalom szempontjából. Azt figyelték meg, hogy a talajvízszint süllyedés és a vízfelvétel nincs egyenes arányban egymással, ez különféle helyi befolyásoló tényezők miatt van, úgymint a domborzati, hidrológiai viszonyok és talajszerkezet, illetve a fafajok különböző vízfelvételi stratégiája is számít. Ezek miatt arra a következtetésre jutottak, hogy egy fafaj vízfelvételének meghatározásához több éves monitoring szükséges, illetve a gyökér-talajvíz kapcsolat feltárására az ionmozgás vizsgálata egy működő módszer lehet.



1. ábra. Talajvízszint és sótartalom egy síkvidéki erdő és szomszédos mezőgazdasági terület alatt. ET: evapotranszpiráció, EC max: a talaj elektromos vezetőképességének (sótartalmának) maximuma (Szabó et al. 2012)

Bolla és Németh (2017) szintén erdőtársulásokat és gyepeket hasonlított össze, és ők is hasonló eredményekre jutottak, miszerint a gyepek kisebb a vízfogyasztása, mint az erdőknek.

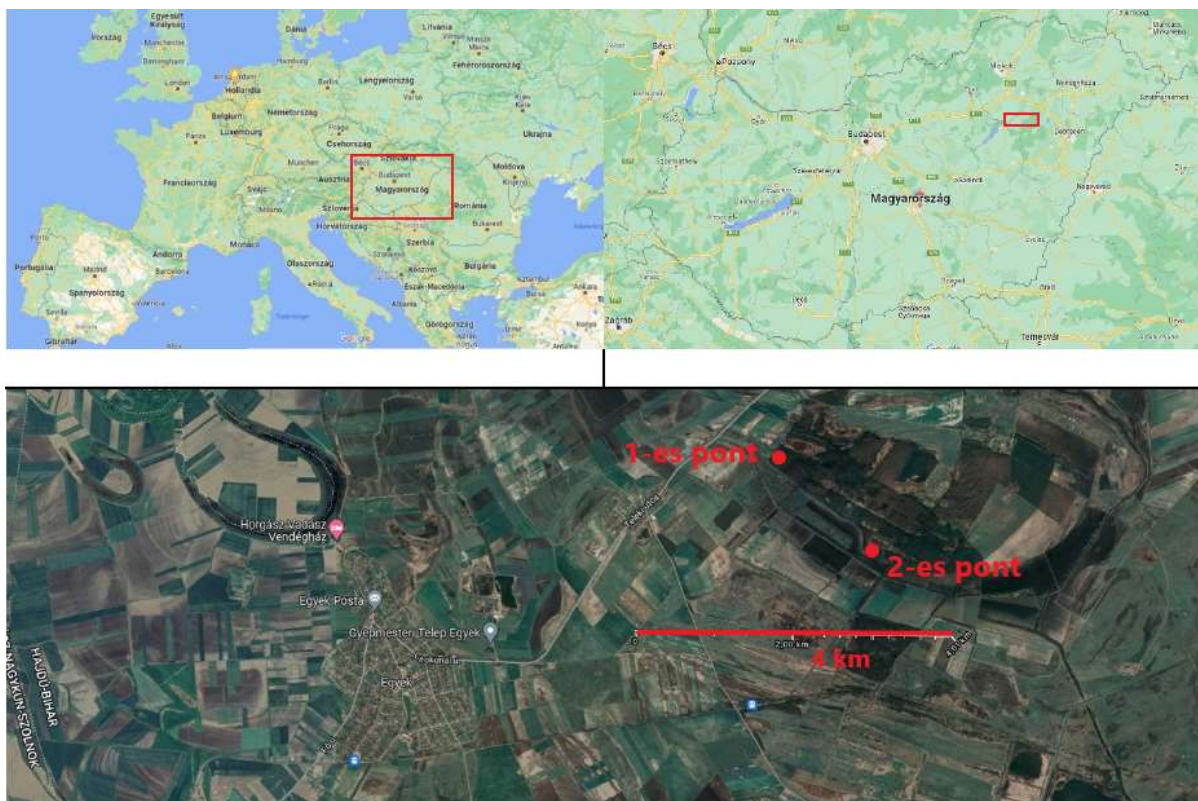
Nagyon gyakoriak a viták azzal kapcsolatban, hogy az erdők felelősek-e az alföldi, legfőképp pedig a homokhátsági talajvízszintsüllyedésért. Sűrűn idézett forrás Pálfi (2010), aki a talajvízsüllyedést vizsgálta komplex módon, és úgy találta, hogy az erdők csak kb. 10%-ban felelősek a talajvízszint süllyedéséért. Szerinte a legerősebb süllyesztő hatása elsősorban a téli csapadékhiánynak, rétegvíz-kitermelésnek és a hőmérséklet növekedésének van.

A terület jelenkori és történeti bemutatása

Az Ohati-erdő elhelyezkedése, története

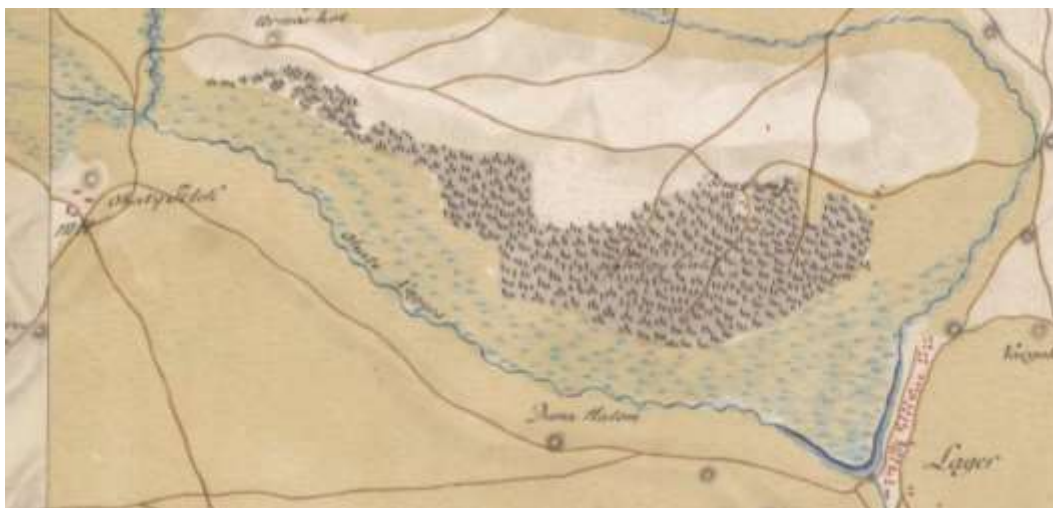
Az Ohati-erdő a Közép-Tiszai körzet Egyek 14-21 erdőtagban helyezkedik el (2. ábra), Egyektől 6 km-re, összterülete az erdőtérkép alapján 196,9 ha. Nagyobb vízfolyás a környéken egyedül a Tisza, ami szintén 6-6,5 km-re található az erdőtől. Található még a környéken egy öntözőcsatorna is, a Nyugati-főcsatorna, körülbelül 2,5 km-re, illetve van több, egykori halastónak kialakított holtág is 3,5-5,5 km-en belül.

Találhatók még mellette véderdőként is funkcionáló különféle kultúrerdők, hasonló nagyságrendben, ezek javarészt nemesnyarasok, akácosok. Míg az Ohati-erdő elsődleges rendeltetése természetvédelmi, addig a körülötte lévőknek inkább faanyagtermelő.



2. ábra Az ohati erdő és a talajvízkutak elhelyezkedése

Az erdő egy sziki tölgyes, a Tisza környékét korábban borító keményfás erdők egy maradványa. A területen Mária Terézia korabeli térképek szerint sok ártéri tölgyes volt található (Gencsi 2008). Maga a Hortobágy évezredekkel ezelőtt egy mocsaras, nádasokkal, vizekkel sűrűn tarkított terület volt. Az egész környéket gyakran elöntötte a Tisza, ezzel átmosva, feltöltve a mocsarakat, nádasokat, morotvákat (Gencsi 2008). A környéken minden bizonnyal már a folyószabályozások előtt is voltak szikes területek, erre bizonyíték lehet a szikes területek fajgazdagsága, mivel ezek a növények ennyi idő alatt aligha kerülhettek volna ide ilyen fajszámban. A belső területeken valószínűleg nem volt jellemző az erdőborítás, feljegyzésekben, korábbi térképeken (3. ábra) nem láthatóak erdők, inkább csak a Tisza felé eső részeken, ahol már kevésbé szikes, jóval homokosabb a talaj, így az erdő számára is hasznosíthatóbb.



3. Ábra Az ohati erdő az Első Katonai Felmérés térképén

Ezt támasztja alá, hogy 1-1 kisebb facsoportot, akár magányos fát is megjegyeztek, emlegettek a helyiek, illetve tájékozódási pontul használtak. A területen ekkortájt óriási kincsnek számítottak az erdők, komoly büntetésekkel sújtották a tolvajokat. A faanyag nélkülözhetetlen volt a különféle építkezésekhez, illetve a fűtéshez. Hogy egy közismertebb építményt említsek, a hortobágyi kilenclyukú hídnak a téglája az Ohati-erdő fájával került kiegészítésre. A gátak építésével lecsapolásokkal elkezdődött/megerősödött a korábbi mocsarak, nádasok szikesedése, melynek során a talaj mélyebb rétegeiben felhalmozódott Na-sók a felszínközeli talajvíznek köszönhetően a felszínre, vagy annak közelébe kerültek. A trianoni sokk után előtérbe került az eddig műveletlen területek valamilyen irányú hasznosítása, ennek során a Hortobágyon elkezdtek öntözőcsatornákat, halastavakat ásni, illetve 1924-ben megalapították a Püspökladányi Szikkísérleti Állomást, ami a szikesek művelésének a kutatásával foglalkozott. Ezek közé tartozott a szikesek fásításának a kikísérletezése, ami tulajdonképpen egy máig megoldatlan probléma maradt, ugyanis a Hortobágy belső területein éppen, hogy csak képes volt megélni az erdő, ezt több állatok számára telepített árnyalóerdő senyvedése is bizonyítja. Viszont a kísérleti állomás máig működik az ERTI kezelésében Püspökladányi Kísérleti Állomás néven.

A Hortobágy szélén áll a vizsgálatom tárgyát képező Ohati-erdő. Ez a korábbi, folyókat kísérő keményfás erdők egyik maradványa. Manapság egy paraklimax társulásnak számító sziki tölgyes (Bartha 2012). Itt már évszázadok óta folyik erdőművelés, a terület már nagyon 1679 óta Debrecen Szabad Királyi Városához tartozott (Mathé 1933 nyomán, Zoltai 1911). Korábban nagyon sokáig igen erősen kiélték az erdőt, gyakran behajtották az állatokat, a rövid vágásforduló után a felújítással nem sokat törődtek, a fák sarjrol, vagy esetlegesen természetesen úton újultak fel (Gencsi 2008 nyomán). A terület végül 1973-ban került védelem alá, a Hortobágyi NP megalapításakor. Errefelé már jóval kevésbé jellemző a Hortobágy igen erős szikessége. 1829-es királyi biztosok beszámolója alapján az erdőben

gyakran még állt a víz, vizenyős volt az erdő alja, a Tisza a kiöntéseivel gyakran hozott plusz vizet a területre. Az erdőtől délre a korábbi évszázadokban egy vizenyős, mocsaras terület volt, itt folyt a Völgyes-ér is, de mára már ezt a részt is szántóként használják, a Völgyes-érben sem folyik víz. (4. ábra)



4. Ábra A kiszáradt Völgyes-ér



5. Ábra Az erdő általános képe

Mára a talajvíz jóval mélyebbre süllyedt, mint látni fogjuk, megközelítőleg 5m mélységbe. A szárazodás, szikesedés következtében az erdő felnyílt, sokkal jobban hasonlít egy pusztai tölgyeshez, mint egy zárt folyómenti keményfás erdőhöz (5. ábra).

Érdekesség, hogy az erdőt 1973-ig, a nemzeti parki területté válásig rendszeresen legeltették, kaszálták, de azóta némely erdei tisztáson eluralkodott a nádas. Ennek ellensúlyozására az utóbbi kb. 2 évben újra elkezdték legeltetni a területet a korábbi élőhelyek visszaállítása céljából. Az alábbi képeken a 2-es kút melletti tisztás látható kb. 2 éve és most.



6. Ábra A náddal benőtt tisztás 2 éve



7. ábra A náddal benőtt tisztás 2022 októberében

Vegetáció leírása

A sziki tölgyes fő fafaja a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), de a területen sok más őshonos, idegenhonos, illetve invazív fajjal is találkozhatunk. Az állomány erősen felszakadozó, emiatt a fák sűrűn elágazóak, a nem túl kedvező termőhelyi viszonyok és a nyíltság miatt letörpülők. A folyamatos szárazodás következtében már a huszadik századra erősen ligetessé vált az erdő, viszont a zártabb területeken a kocsányos tölgy mellett megtalálható még a kocsánytalan tölgy, cser, magas és magyar kőris, mezei juhar, vénic szil, mezei szil. Néhol, a jobb termőhelyi viszonyok között még a kétszintesség nyomai is felfedezhetők (Bartha 2012). A cserjeszintben láthatunk csíkos kecskerágót, fekete bodzát, veresgyűrű somot, tatárjuhart, egy- és kétbibés galagonyát, vesszős fagyalt, kökényt. (Gencsi 2008) Érdekesség, hogy a területbejárás során ezek mellett találtunk korai és hegyi juhart is, ezek valószínűleg több más, Magyarországon honos fajjal együtt közvetve vagy közvetlenül, de emberi segítséggel kerültek be. Sok helyen próbálkoztak kis parcellákba különböző idegen fafajokat ültetni, ennek a maradványai máig fellelhetőek. Láthatunk akácot, bálványfát, amerikai kőrist, csörgőfát, ezüsthát, lepényfát, japán akácot, nemes nyarat, tamariskát, vasmű, stb. (Gencsi 2008) A múlt században még gyakrabban, de néha még mostanság is felbukkan az erdőszegélyeken a ritka törpemandula. (Gencsi 2008, Máthé 1933)

A lágyszárú növények között a korábbi ligeterdő maradványának tekinthető az odvas keltike, sárga tyúktaréj, lila csillagvirág. A xeromezofil fajok közül például az erdei szálkaperje, széleslevelű salamonpecsét, erdei gyöngyköles található meg itt. (Bartha 2012) Az erdőben megtalálható még a bolygatásnak és a nitrogénkötő fajoknak köszönhetően a nagy csalán, zamatos turbolya, tyúkhúr. Az erdősztyeppi jellegnek köszönhetően sok tisztás, felnyíló folt található az erdő ölelésében (2. táblázat). Ezeken a tisztásokon sok helyen sziki kocsord, hamvas sziki üröm, bárányüröm, réti őszirózsa fedezhető fel. (Gencsi 2008)

2.. Táblázat Az ohati erdő területi megoszlása az erdőtérkép alapján (2022)

Erdő	Tisztás	Terméketlen terület	Út, nyiladék
82%	11%	4%	3%
161,4 ha	22,8 ha	7,5 ha	5,2 ha

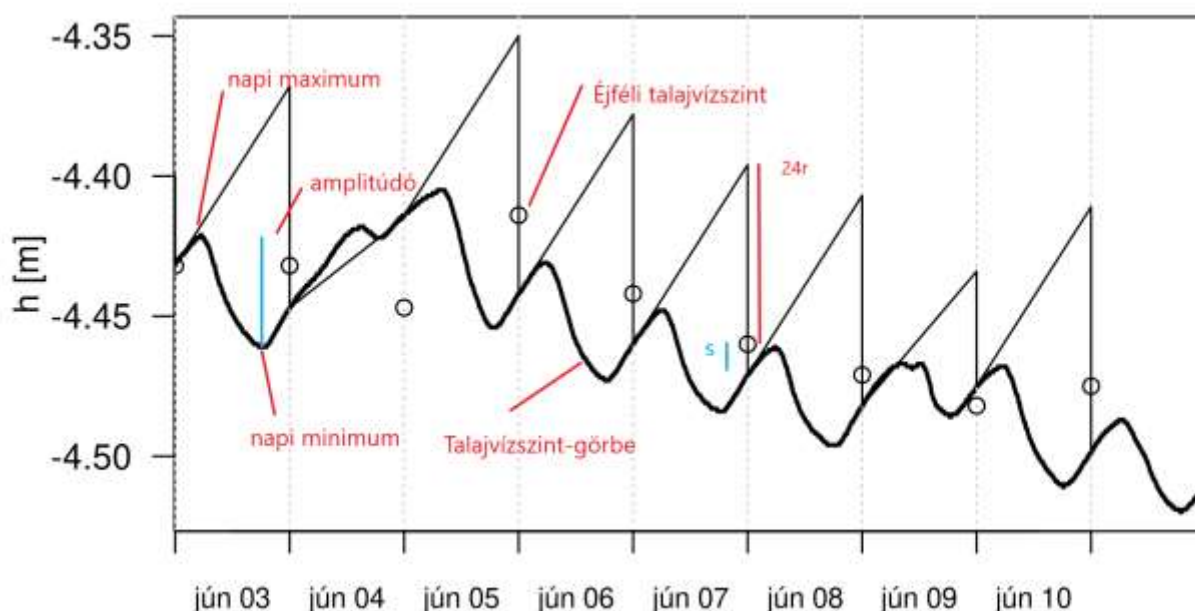
Anyag és módszer

Talajvízkutak létesítése

A fúrást egy toldható kézi talajfúróval végezték. Az első kút az 6,3, a második 5,3 m mélységig ér le. A kút bélése PVC cső, aminek a legalsó része lyukakkal ellátott, és még egy rétegben körbe van tekerve egy háló, Így nem tud bejutni a szennyeződés, viszont a víz igen. A kutak koordinátái a következők: 1. sz. talajvízkút: EOY X = 258191, EOY Y = 793361; 2. sz. talajvízkút: EOY X = 257006, EOY Y = 794577.

A talajvízjárás

A talajvízszintet DA-S-LTRB 122-es típusú adatrögzítővel mértük. Ezek a víz nyomásának és a légköri nyomásnak a különbségéből számolják ki a vízszintet. Adatrögzítés 10 percenként történt meg: A talajvízszint idősor nyári jellegzetes napi ingadozással tarkított menetét mutatja a következő (8. ábra).



8. Ábra Napi ingadozás és annak karakterisztikus jellemzői

Az 8. ábrán a görbe jelöli a mért talajvízszintet, az üres karikák az előző napi éjfél talajvízszintet, az s az aznapi és az előző napi éjfél talajvízszint közti különbség, a ferde vonalak pedig a naponkénti visszatöltődést jelölik.

Az ábrán látható a nap folyamán bekövetkező süllyedés a talajvízszintben, illetve az éjszakai feltöltődés. Ebből is látszik, hogy az állomány elég jelentős mértékben használja a talajvizet. Az talajvízből elpárologtatott vízmennyiség számításának az alapja esetünkben a White-módszer lesz.

A talajvízből származó ET számítására szolgáló White-módszer

White (1932), az USA-beli Escalante-völgyben végzett vizsgálatokat a növényzetnek a talajvíz magasságára gyakorolt napi szinten detektálható hatására. Ennek során kidolgozott egy eljárást arra, hogy a talajvíz napi ingadozását sűrűn feljegyezve, hogyan tudjuk meghatározni a növények vízfelvételét a talajvízből, ami módszert azóta már sokan továbbfejlesztettek. Blaney et al (1930, 1933) vizsgálataiban úgy találta, hogy este 20:00 és reggel 8:00 között csak a napi párolgás 6%-a jelenik meg. Erre alapul a White-módszer is, a lényege az, hogy a növények transpirációját éjjel 0 és 4 óra között megközelítőleg 0-nak vehetjük, tehát ilyenkor a talajvízszint növekedése megegyezik a visszaáramló víz mennyiségével. Ezt a visszaáramlási sebességet egész napra rávetítve meg tudjuk határozni, hogy a talajvíz milyen mértékben áramlik vissza a területre a nap folyamán. Tehát ha 0 és négy óra között 1 óra alatt átlagosan r magasságot töltődik, akkor a nap folyamán $24 r$ magasságot fog visszatöltődni. Mivel később beindul a transpiráció, ezért idővel a növényzet párologtatása meg fogja haladni a talajvíz visszatöltődésének mértékét, ezáltal a talajvízszint megint csökkenni fog. Két nap azonos időpontja közti szintkülönbséget kiszámolva megkaphatjuk, hogy mennyit süllyedt vagy éppen emelkedett a talajvíz (s).

Így az evapotranspiráció az alábbi módon számolható:

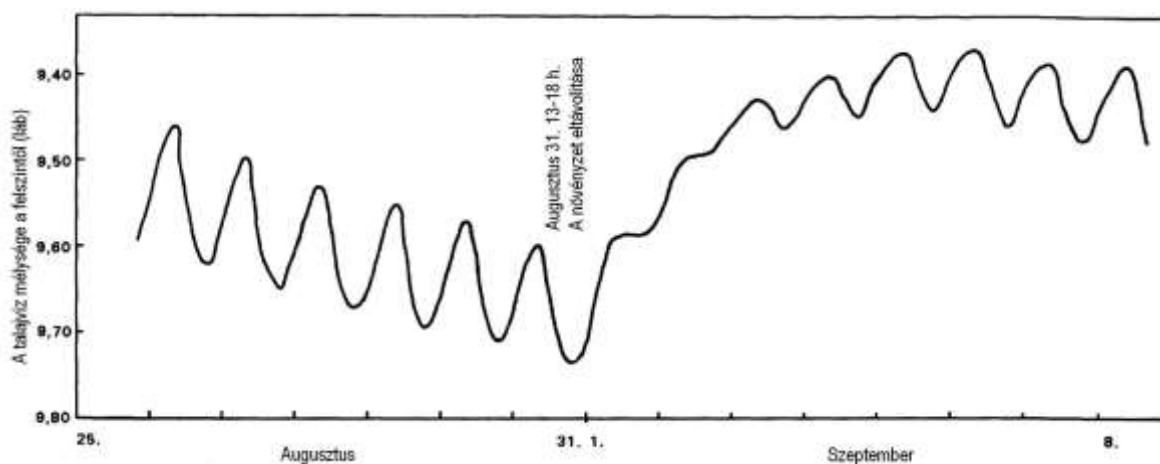
1. *képlet:* $ET_{GW} = S_y(24r \pm s)$

Ahol S_y a talajra jellemző fajlagos hozam (leüríthető gravitációs pórustér). A módszert grafikusán az 8. ábra illusztrálja.

A képletben a ET az egy adott napra kiszámolt talajvízből származó evapotranspiráció mennyiségét adja meg. Ha ezt egész évre meg akarjuk kapni, akkor az összes napra összegeznünk kell, amikor a növényzet párologtatott. Más napokon azért nem szabad, mert amikor a növényzet nem párologtat már/még a talajvíz, akkor teljesen más eredményt ad ki a White-módszer. Ezért általában csak áprilistól októberig számítjuk ki az evapotranspirációt.

A White-módszert azért hasznos számunkra, mert egyszerű, kis eszközigényű, tulajdonképpen csak egy kút, egy szonda és egy elemző program kell hozzá, és így az erdőszetben könnyen használható.

Érdekes dolog, hogy az antropogén hatások, mint például White méréseinél a lucerna lekasálása, milyen hatással tudnak lenni a talajvízszintre. Ahol a lucernát levágták, ott jó ideig nőtt a talajvízszint magassága. Hasonló figyelhető meg az egymás mellett lévő erdő és parlagterület összehasonlításában is. (9. ábra)



9. Ábra. A talajvízszint napi amplitúdójának csökkenése és a talajvízszint növekedése a növényzet (lucerna) eltávolítása után Escalante-völgy, Utah (White 1932 nyomán)

Az S_y minél pontosabb becslésével kapcsolatban Loheide végzett széleskörű kutatásokat. Úgy vélte, hogy az eredeti, White által meghatározott S_y idővel nem megfelelő becsléshez vezet, ezért megalkotott egy módszert, ami a talaj szemcseösszetételét, és az adott mélységet figyelembe véve adja meg az S_y értékét. Így született meg az ún. Loheide-háromszög, amin a szemcseösszetétel függvényében meg tudjuk határozni a fizikai talajféleséget, és ezt utána a mélységgel korrigálva viszonylag pontosan megbecsülhetjük az S_y értékét. (Loheide 2005) (HÁROMSZÖG, TÁBLÁZAT) LABORE

Az S_y értékeket a Meyboom-féle korrekcióval alkalmaztam, ami annyit jelent, hogy csak az S_y -nak a felét vesszük számításba, ezzel elkerülendő az idővel jelentkező felülbecslést. (3. táblázat)

3. táblázat S_y értékek a jellemző talajvízszint ingadozás tartományában

Talajminta	Rétegmélység(m)	S_y	$S_y/2$	Fizikai talajféleség
1/8.	2,7-3,9	0,210	0,105	vályogos homok
1/9.	3,9-6,3	0,134	0,134	homokos vályog
1/8.	2,9-3,7	0,260	0,260	vályogos homok
1/9.	3,7-5,3	0,170	0,170	homokos vályog

A talajminta összetételének a meghatározása szitálás majd hidrometrálás alapján került elvégzésre (Kiss et al 2021). A szitasoron a 0,063 mm feletti szemcseméret akadt fenn. Itt a különböző lyukbőségű sziták különböző szemcseméretet szűrtek ki, értelemszerűen felülről lefelé csökkenő lyukbőséggel.

A maradéknak a szemcseméret-meghatározását hidrometrálással végezte el. Ez a módszer a Stokes-törvény alapján működik. Minél kisebb az átmérő, az adott szemcse annál lassabban ülepedik. Ez alapján a felkevert 1000 cm³-es mérőhengerbe belemért és vízzel alaposan felkevert szuszpenzió sűrűségét egy adott mélységében bizonyos időközönként sűrűségmérővel leolvasva, ki tudjuk számolni a talaj összetevőit. (Kosztka et al.2013).

A mért adatokat az R! program segítségével elemeztük. A talajvízszint magasságát az idő függvényében ábrázoltuk. Ezután manuálisan ellenőriztem az ábrázolt adatokat, mert több helyen található hiba számításban, ahol valamilyen rossz mérési adat miatt teljesen más napi érték jön ki. Ezeket a napokat fel kellett jegyezni, és kivenni az adatsorból.

A területen egyértelműen megfigyelhető az elmúlt évszázad során a melegedés, illetve a csapadékmennyiség csökkenése (10., 11. ábra, Kiss et al 2021). Jelentős részben ezeknek a trendeknek lesz köszönhető a korábbiakban bemutatott, és a későbbiekben mérésekkel bemutatott talajvízszint-süllyedés. (Pálfai 2010)



10. Ábra. Évi középhőmérséklet adatok, Debrecen. (OMSZ: Éghajlati adatsorok 1901-2020 alapján)



11. Ábra Évi csapadékösszeg adatok, Debrecen (OMSZ:éghajlati adatsorok 1901-2020 alapján)

Fontos megjegyezni, hogy a kettes számú kút közelében, attól olyan 150 m-re található volt egy fűrt kút, amiből marhákat itattak. Korábban ide lett volna fúrva a kút, de valószínűleg túlságosan nagy hatása lett volna a talajvízszint ingadozására. Így már valószínűleg jóval kisebb ez a ráhatás, de a pontos mértékét nem tudjuk megbecsülni.

Állományfelmérés

A két mintavételi pont 5,94 m sugarú környezetében felmértük a fák területét és magasságát, hogy az évenkénti növekedésük detektálható legyen. Mivel kis területen vettem csak fel a fákat, ezért nem különösebben célszerű ezekből komolyabb fatérfogati következtetéseket levonni az egész állományra vonatkozóan, mert ilyen kicsi terület nem tudja reprezentálni az egész állományt. A rövid sugár felvételének az volt az oka, hogy mi a talajvíz és az erdő kapcsolatára vagyunk kíváncsiak, tehát hogy az adott talajvízállás és csapadékviszonyok mellett az adott évben mennyit nő a fa. Mivel a talajvízszint magassága sok tényezőtől függ, ezért eléggé heterogén tud lenni egy nagyobb területen.

4. táblázat: 1-es kút környezete

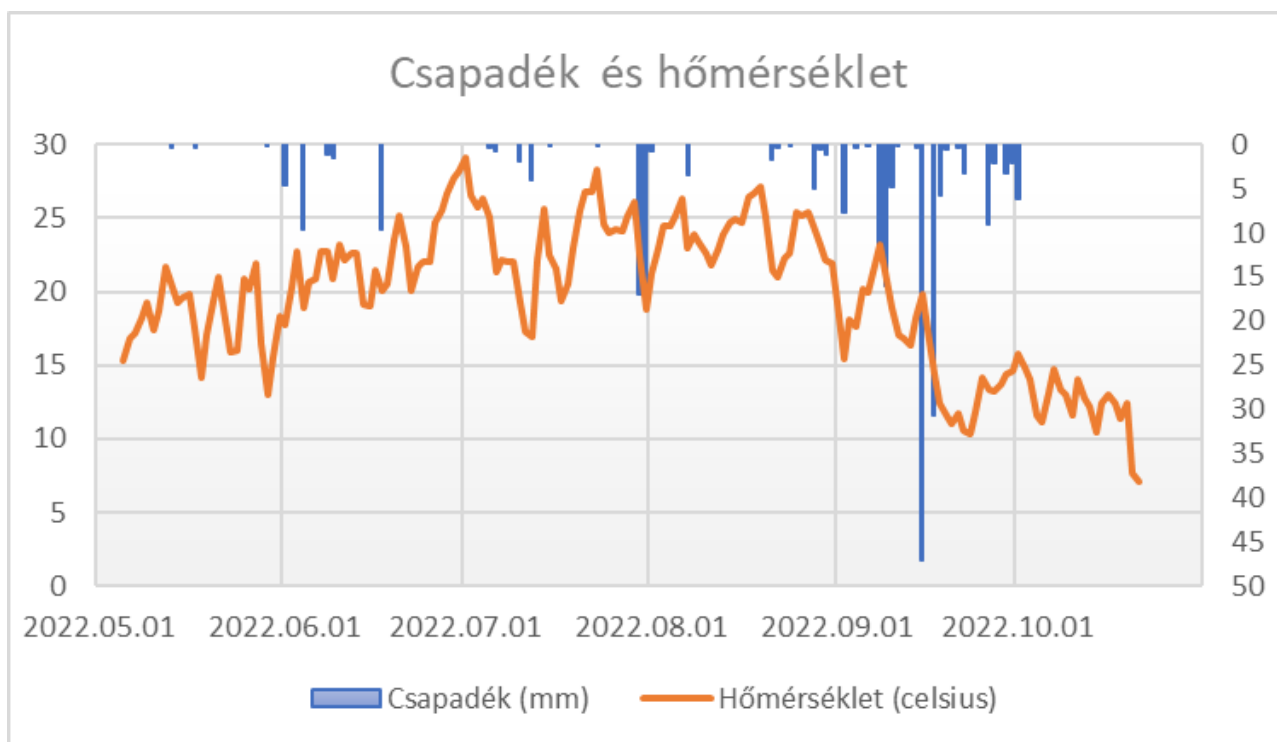
Fafaj	KST	KST	KST
Kerület (cm)	124,9	113,6	123,4
Magasság (m)	25,5	26	26,2

5. táblázat: 2-es kút környezete

Fafaj	KST	KJ	KST	KJ	NYO	NYO
Kerület (cm)	107,2	23	105,5	22	17,2	25,8
Magasság (m)	26	6	26	5,5	5	5
Fafaj	NYO	NYO	NYO	NYO	NYO	NYO
Kerület (cm)	81,9	24,4	14,8	19,5	29	15,8
Magasság (m)	11	5	5	5	5	5

Kiértékelés

A vizsgált időszak csapadék és hőmérsékleti viszonyai



12. ábra: A Csapadék és a hőmérséklet viszonya a 2022-es vegetációs időszakban

6. táblázat: 2022-es vegetációs időszakbeli havi hőmérsékletek és csapadékösszegek

Hónap	Havi csapadékösszeg (mm)	Havi átlaghőmérséklet (celsius)
2022.05.	1,4	17,7
2022.06.	26,5	22,3
2022.07	42,3	23,4
2022.08.	13	23,9
2022.09.	146,2	15,9
2022.10.	8	12,2
Összeg:	237,4	

7. táblázat: 2021-es vegetációs időszakbeli havi hőmérsékletek és csapadékösszegek

Hónap	Havi csapadékösszeg (mm)	Havi átlaghőmérséklet (celsius)
2021.05.	78,4	14,4
2021.06.	17,5	21,9
2021.07.	84,6	23,8
2021.08.	70,9	20,4
2021.09.	17,8	16,9
2021.10.	13,3	9,7
Összeg:	282,5	

A hőmérsékletgörbén megfigyelhető, hogy szinte egész június-augusztusban nagy melegek voltak. Ez párosulva az 12. ábrán látható kevés csapadékkal, egy elég jó magyarázattal tud szolgálni a nagy talajvízszint-süllyedésre.

	Évi középhőmérséklet	Évi csapadékösszeg
2019/2020-as hidrológiai év	11,76	626,1
2020/2021-es hidrológiai év	11,20	469,8
2021/2022-es hidrológiai év	11,5	281,4

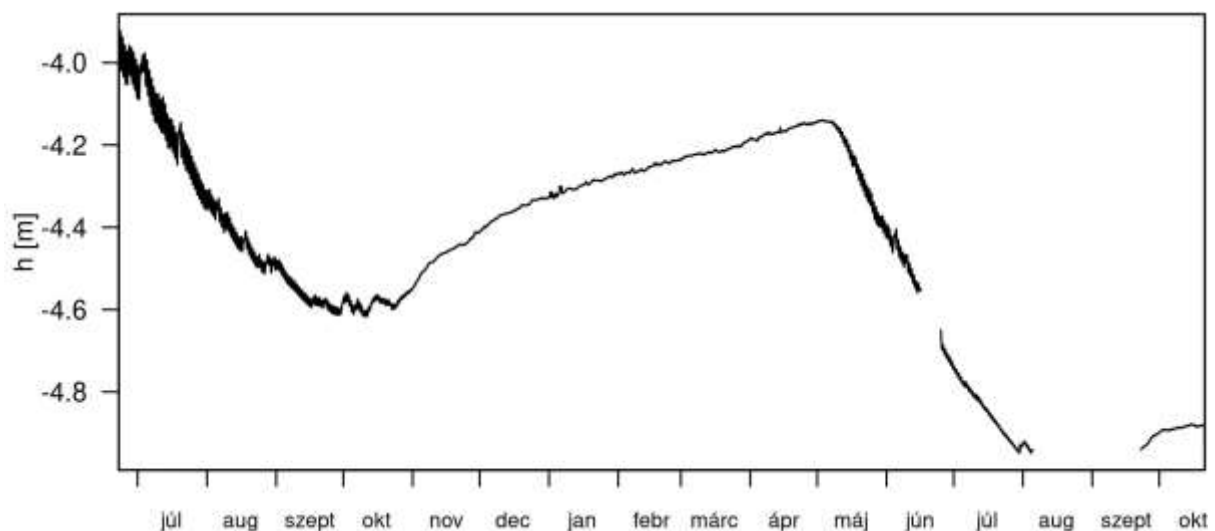
Mint a fentebbi táblázatban is látszik az idei hidrológiai évben nagyjából a korábbiakhoz hasonló volt a középhőmérséklet, viszont a csapadékösszeg 200 mm-el volt kevesebb a megszokotthoz képest. Szinte az egész vegetációs időszakban megfigyelhető volt az óriási csapadékhány, csupán 4-szer volt, hogy 10 mm körüli eső esett. A 7. és 8. táblázaton látható, hogy a viszonylag átlagos csapadékmennyiséggel bíró 2021-es nyáron mennyivel több volt a csapadék.

Ha erdők klímáját akarjuk megállapítani, akkor a legfontosabb adatok egyikei a csapadék és a hőmérséklet. Mint tudjuk, a legkritikusabb időszak az erdők számára a július szokott lenni, az ekkori jellemzően magas hőmérséklet és csapadékhány miatt. A területünkön a 2021-ben a csapadék 84,6 mm volt, míg a hőmérséklet 23,8 celsius-fok. 2022-ben ugyanez a két adat 42,3 mm és 23,4 mm voltak. Mindezekben is látszik, hogy a 2022-es év jelentősen aszályosabb volt, mert közel azonos hőmérséklet mellett idén csak feleannyi volt a csapadék, és ráadásul a korábbi hónapokban is kevesebb esett. Ez is magyarázza a nagy mértékű talajvíz-süllyedést.

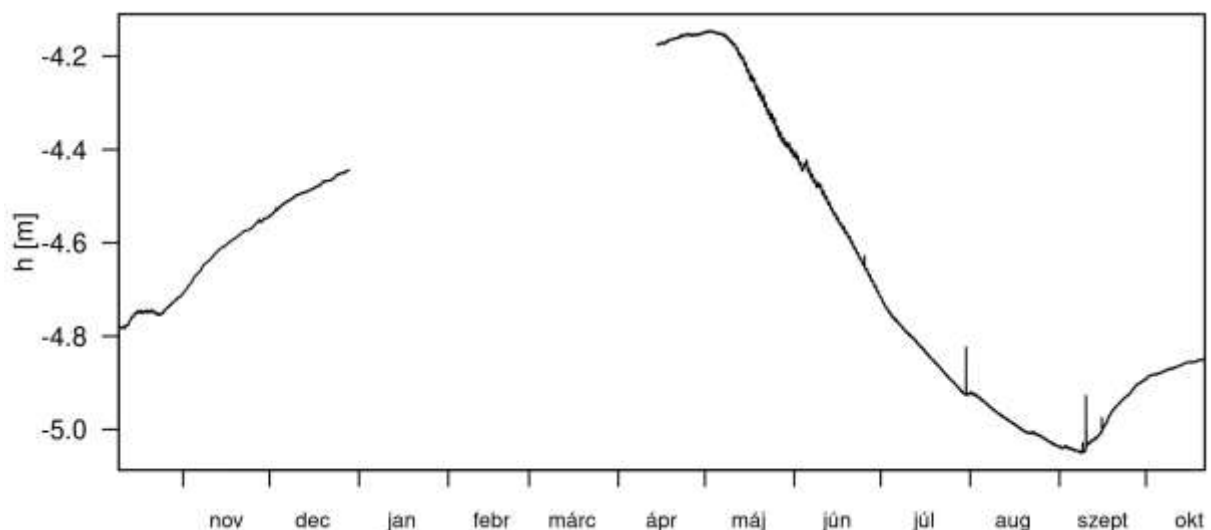
Egy adott terület erdőtenyészeti szempontból mindig jól jellemezhető a FAI-indexxel (Führer E. 2018), ez 2021-re 5,41, 2022-re 17,61 lett. Bár a FAI hosszú távú klimatikus vízmérleg elemzésre készült, mégis megjegyezhető, hogy 2021-es év inkább a GYT (gyertyános tölgyes) klímának, míg a 2022-es már messze az ESZTY (erdőssztyepp), sőt már inkább a sztyepp klímának felel meg.

Hosszabb távú (nem napi) talajvízdinamika

Az alábbi két grafikonon az Ohati-erdőben telepített 1-es, illetve a 2-es kút adatsorai láthatók, ahol a talajvíz mélysége van ábrázolva az idő függvényében.



13. ábra: 1-es kút talajvízszint-görbéje



14. ábra: 2-es kút talajvízszint-görbéje

A talajvízjárás görbe alapján láthatjuk, hogy volt az 1-es kútnál egy olyan időszak, amikor kifutott a szonda alól a víz. Itt érdemes megfigyelni, hogy miután eltűntek volna az adatok, illetve mielőtt megjelentek újra, ugyanúgy megfigyelhető volt a napi vízszintingadozás, szóval feltehetőleg ebből a mélységből még tud vizet felvenni a tölgyes. A görbe aljához közel, augusztusban (csak a 2-es kútnál látszik) már kb. tized akkora az amplitúdó, mint a május végi időszakban. Ennek az az oka, hogy a gyökerek kevésbé érik el a talajvizet, hiszen a párolgási kényszer a magasabb hőmérsékletek miatt inkább még nagyobb ebben az időszakban. Az is megfigyelhető, hogy az előző évihez képest jelentősen mélyebbről indult az ideai vegetációs időszak elején a talajvízszint, és a legmélyebb pontján körülbelül fél méterrel volt mélyebben mint 2021-ben. Érdekesség, hogy míg 2021-ben szeptember-október határán volt a minimális talajvízszint, addig 2022-ben augusztus-szeptember fordulóján. A lefelé tartó (tavaszi-nyári) görbén is megfigyelhetők kisebb, a napi ingadozásnál nagyobb csúcsok/emelkedések (akár több naposak is), ez csapadékeseményeknek köszönhetők, amik miatt időlegesen emelkedett a talajvízszint. Ezek az emelkedések nem a felülről a talajmátrixon keresztülszivárgó talajvízútánpótlódást jelzik, hanem a talajvízből való növényi vízfelvétel csökkenésével (mivel a talajnedvesség tere kicsit feltöltődik és onnan energetikailag kedvezőbbé válik ideiglenesen a vízfelvétel) az utánpótlódás (alulról való visszatöltődés) válik ezekben a rövid időszakokban dominánssá és ez okozza a talajvízszint néhány napos emelkedését.

A görbéken nagyon jól látszik a 2021-es csapadékhiány. Ennek eredménye a fentebb látható 2. görbén is látható, ugyanis eléggé mélyre süllyedt a talajvíztükör. Csak a szeptember során történtek komolyabb csapadékesemények, ez részben azon is látszik, hogy a talajvízszint visszatért az észlelési tartományba (13. ábra). A nagyon mélyre süllyedt talajvízszintnek az is volt az oka, hogy már 2021-ben is elég jelentős volt az aszály, és már akkor is lentebb ment a víz a 2020-ashoz képest (Kiss et al 2021). A talaj általános szárazságát, vízfelvevő képességét jól jelzi az, hogy a szeptemberi 30 és 45 mm-es napi csapadék sem okozta a talajvízszint nagyobb megemelkedését.

Vannak még túszerű kiugrások is, ennek a pontos oka nem ismert. A legvalószínűbb lehetőségnek azt tartottuk, hogy nem zárt kellően a kút, és valami makropóruson keresztül befolyt a víz, de utána néhány órán belül ez szétoszlott. Az egyszeri mérési hiba azért nem valószínű, mert nagyobb felbontású képeken látszik, hogy van lefutása ezeknek a kiugrásoknak.

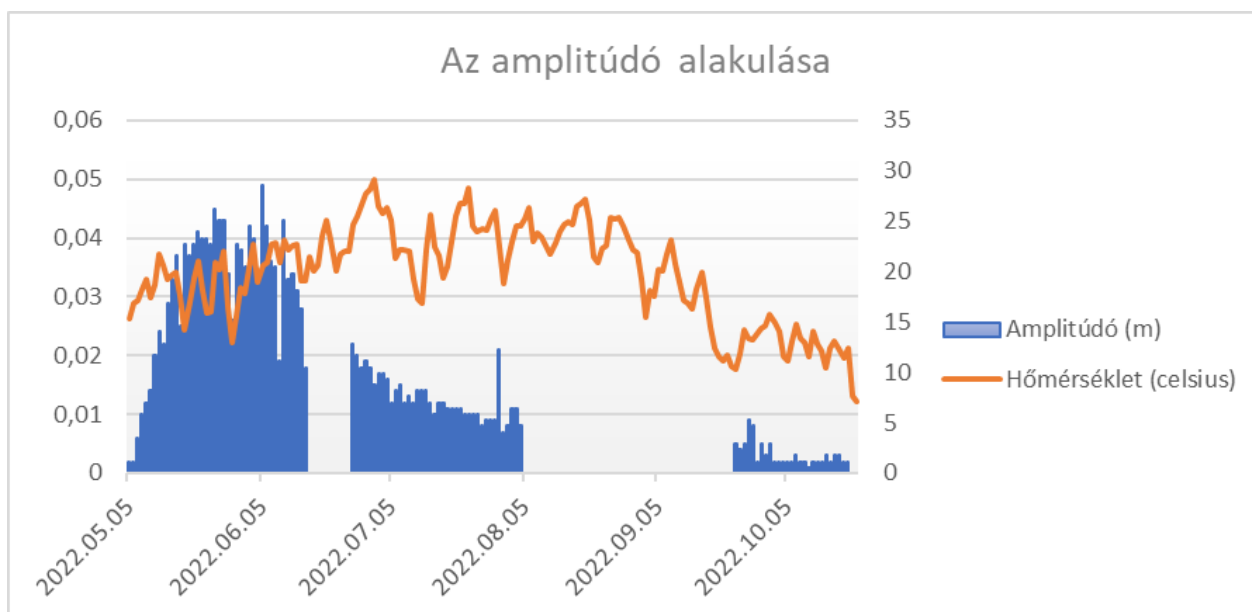
Az éves talajvízszint ingadozás értéke a 2-es kútnál kb. 0,9-1 m volt, az 1-es kútnál nem lehet pontosan meghatározni, de ott is a 2-eshez hasonló mértékű volt. Mindkét kútban 4,1 és 5,1 m mélységben mozgott a talajvíz idén, ez azért nagyon érdekes, mert nem egy magasságban van a két kút terepszintje, hanem a második valamivel lentebb van.

A napi talajvízdinamika és a környezeti tényezők kapcsolata

A napi talajvízdinamika alakulásánál csak az 1-es kút esetében végeztem részletes feldolgozást, mert annak volt hosszabb adatsora és így az volt összehasonlítható a korábbi elemzésekkel.

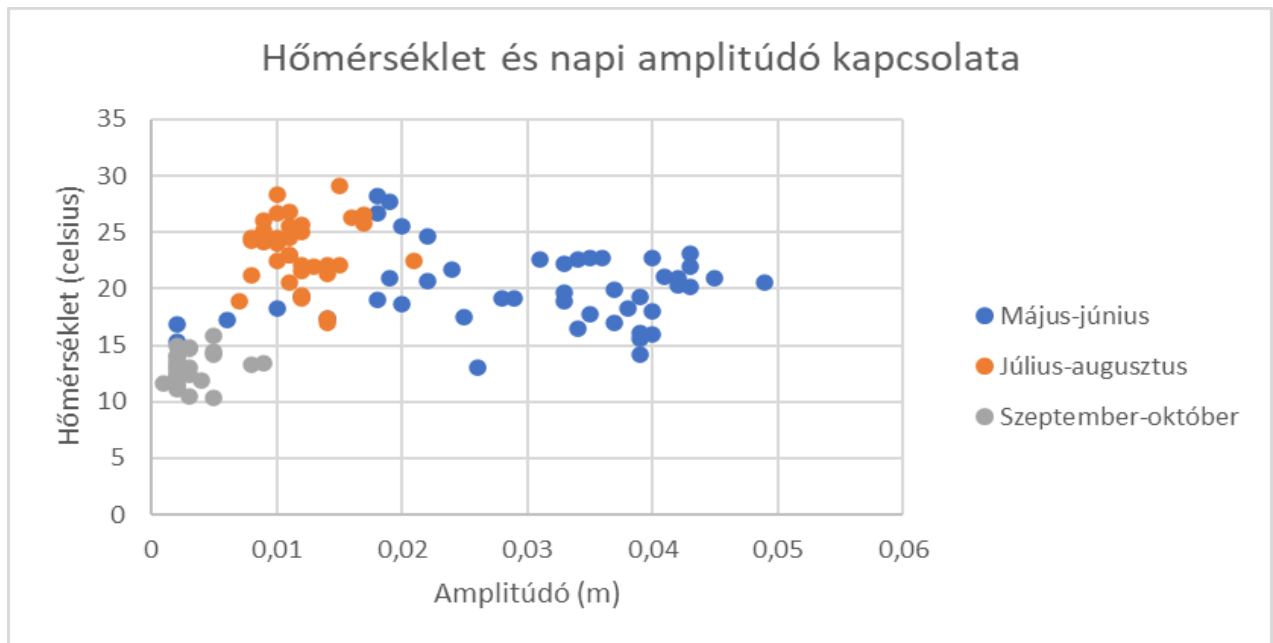
A napi amplitúdó dinamikája

A talajvízfelvétel mértékével szoros összefüggésben áll a napi ingadozás (amplitúdó), és több nap esetében számítható, mint a talajvíz ET, ezért először ezt a paramétert elemzem.



15. ábra. Az amplitúdó alakulása a 2022-es vegetációs időszakban

Az amplitúdógörbe a talajvízszint napi ingadozását mutatja (15. ábra), tehát a legmagasabb (reggeli), és a legmélyebb (esti) szint közötti értéket. Látható, hogy májusban, a vegetációs időszak kezdetén hirtelen felfut az amplitúdó, majd júniustól szépen fokozatosan csökken. Ennek az oka a talajvízmélység-amplitúdó ábrát elemezve lesz érthető, mivel a vegetációs időszak előrehaladtával csökken a talajvízszint, és a fák gyökere már nem ér le olyan mélyre, hogy nagyobb mennyiségben tudjon onnan vizet felvenni.

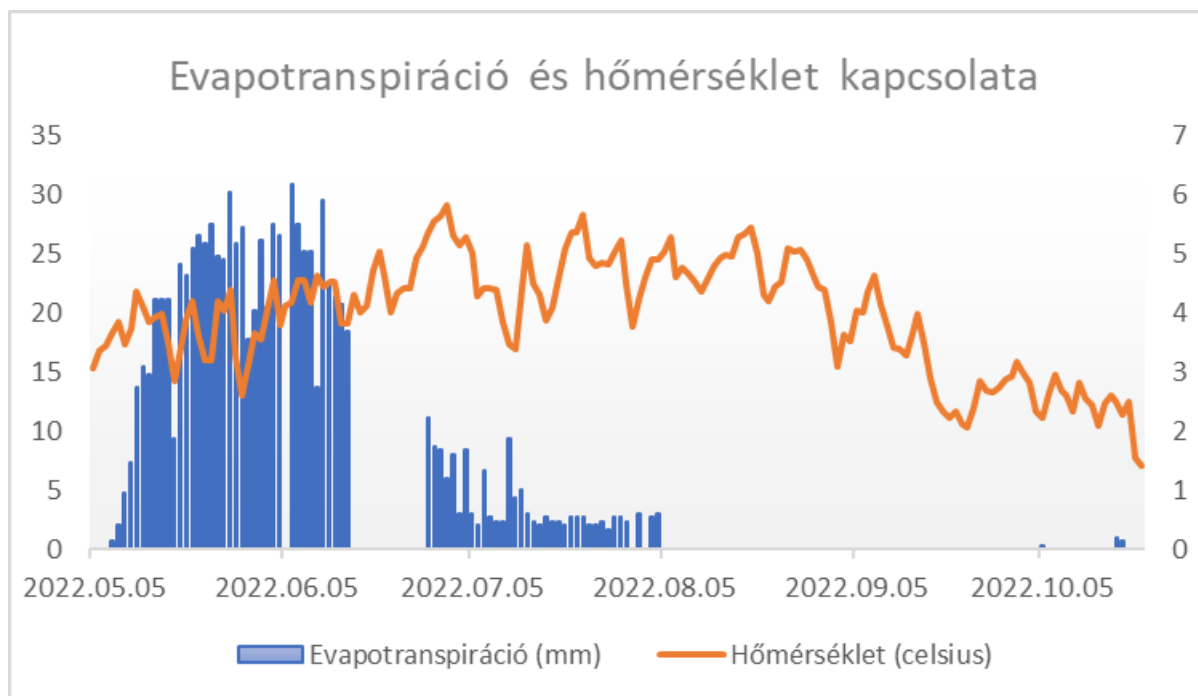


16. ábra: A hőmérséklet és a napi amplitúdó kapcsolata a 2022-es vegetációs időszakban

A fentebbi hőmérséklet-amplitúdó diagramról (16. ábra) nehéz megbízható hosszútávú következtetéseket levonni, mert a talajvízszint-ingadozás napi amplitúdója nem csak a hőmérséklettel áll kapcsolatban. Ez meg is látszik az ábrán, mert egy adott hőmérséklethez több hasonló amplitúdó érték is kapcsolódik. Ez egyrészt azért van, mert mint a következő ábra után meg is indoklom, a vegetációs időszak különböző szakaszaiban más és más mértékű volt a talajvízfelvétel. Ha megnézzük a trendet akkor az jön ki, hogy a napi amplitúdó nem áll kapcsolatban különösebben a hőmérséklettel. Ez látszólag ellentmondásos, mert az lenne a logikus, hogy a magasabb hőmérséklet miatt a párolgási kényszer, és ezáltal a párolgás is nagyobb. A vegetációs időszak során idővel nő a hőmérséklet, de a vízfogyasztásnak köszönhetően csökken a talajvízszint, ezért kevesebbet vesz ki az állomány. Ez az oka annak, hogy látszólag nem függ a talajvízfelvétel a hőmérséklettől.

Az evapotranspiráció és a környezeti tényezők kapcsolata

A talajvízből származó ET értékeket a White-módszerrel, az 1. képlet alapján számoltuk.



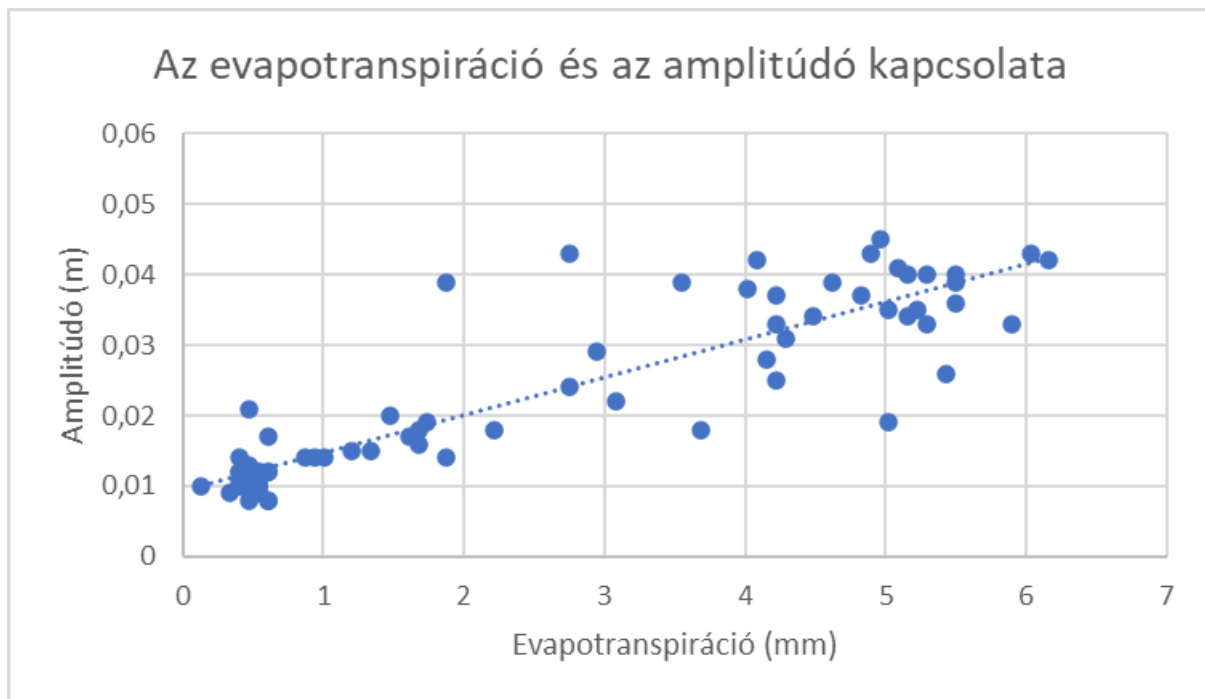
17. ábra Az evapotranspiráció és a hőmérséklet időbeli alakulása

Itt is látható a 17. ábrán is megfigyelhető, ehhez hasonló jelenség, miszerint a nyár folyamán a hőmérséklet emelkedésével csökken a talajvíz-evapotranspiráció. A 2022 augusztus 5. utáni időszakban azért van csak nagyon kevés ET számítva, mert egyrészt adathiány volt, másrészt meg olyan bizonytalan volt az éjszakai visszatöltődés (ami alapján a talajvíz ET számítható) hogy azt a műszer nem tudta kellően detektálni, ezért ezeket az adatokat kivettük az adatsorból.



18. ábra: Az evapotranspiráció és a talajvízmélység kapcsolata

Ezen a diagramon (18. ábra) a talajvízmélység és az evapotranspiráció közt egy érdekes kapcsolat figyelhető meg, mely jól bemutatja az erdő működését vízfelvétel szempontjából. Két helyen van alacsony evapotranspiráció, 4,1 és 4,8-4,9 m mélységben. Fontos észrevétel, hogy míg 4,1 m környékén nagyon kevés pont van, addig 4,8-4,9 m mélységben kimondottan sok található. Ez amiatt van, hogy az utóbbi mélységben sokkal több ideig tartózkodott a talajvíz. Az 13. ábra értelmezése szerint tavasszal még magasán volt a talajvízszint, és ekkor a párologtatás beindulásakor eleinte még értelemszerűen csak kis mértékben, kezdte el fogyasztani a talajvizet. A lombosodás befejeztével a folyamat felgyorsult, ez látszik is a május végi - június eleji nagy evapotranspirációból (18. ábra), amikor 4,2-4,5 m mélységben volt a talajvízszint. Ebben az időszakban gyorsan csökken a talajvíztükör mélysége. Mivel idővel a talajvízszint lentebb ment, ezért a gyökerek kevésbé érték el a kapilláris vízemelés által benedvesített réteget, így kevésbé fogyasztottak a talajvízből.

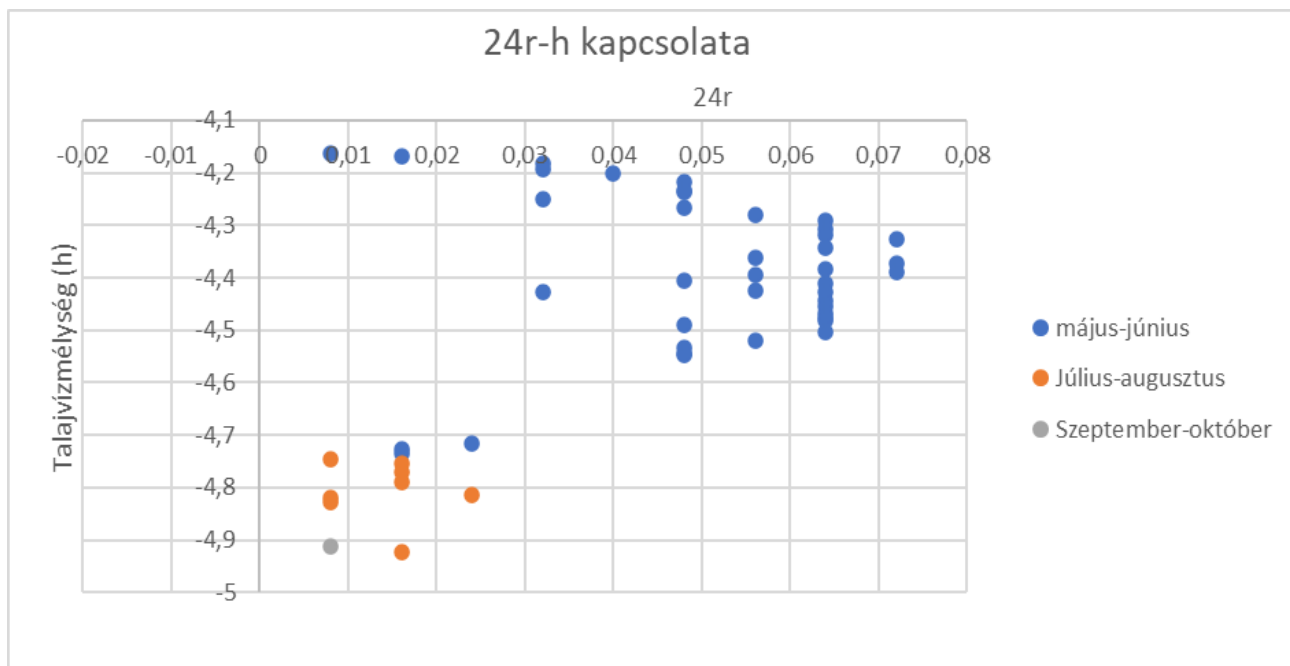


19. ábra: Az evapotranspiráció és az amplitúdó kapcsolata

Az (19. ábra) megerősíti azt a fent tett megállapítást, hogy a napi ingadozás amplitúdója szoros pozitív kapcsolatban áll a talajvízfelvétel mértékével (korreláció $r=0,89$). Ez azért van, mert értelemszerűen, ha nagyobb az amplitúdó, akkor az állomány sokat vett ki a talajvízből, tehát nagyobb lesz az evapotranspiráció is.

Az utánpótlódás és a talajvízmélység kapcsolata

A vizsgált állomány alatti talajvíztérhez érkező utánpótlódás (száraz időszakban ez általában alulról/oldalról jön) mértékét az éjszakai talajvízszint növekedés alapján számítottuk (1. egyenlet és 20. ábra 24r értéke).



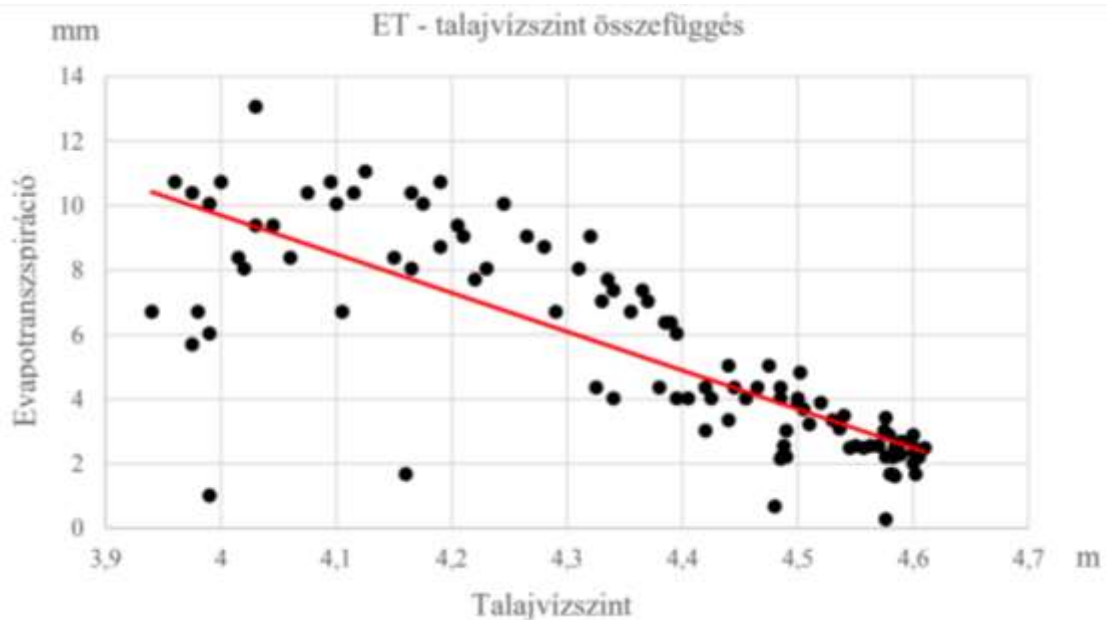
20. ábra: A 24r és a talajvízszint kapcsolata az 1-es kút esetében

Az X. ábraesetén is hasonló dolgot figyelhetünk meg, mint az amplitúdó-talajvízmélység ábra esetén. A vegetációs időszak elején még magasan volt a talajvízszint, ekkor gyorsan felfutott az ET (20. ábra), ezáltal a visszapótlódás (24r) is több tudott lenni. A visszapótlódás a nagyobb értékeit 4,3 és 4,5 m mélységben tudta felvenni, ezután a mélység növekedésével a visszapótlódás is lelassult mutatva ezáltal, hogy a környező talajvíztérből érkező utánpótlódás is lelassult a vízkészletek fogyatkozásával.

Összevetések az előző év adataival

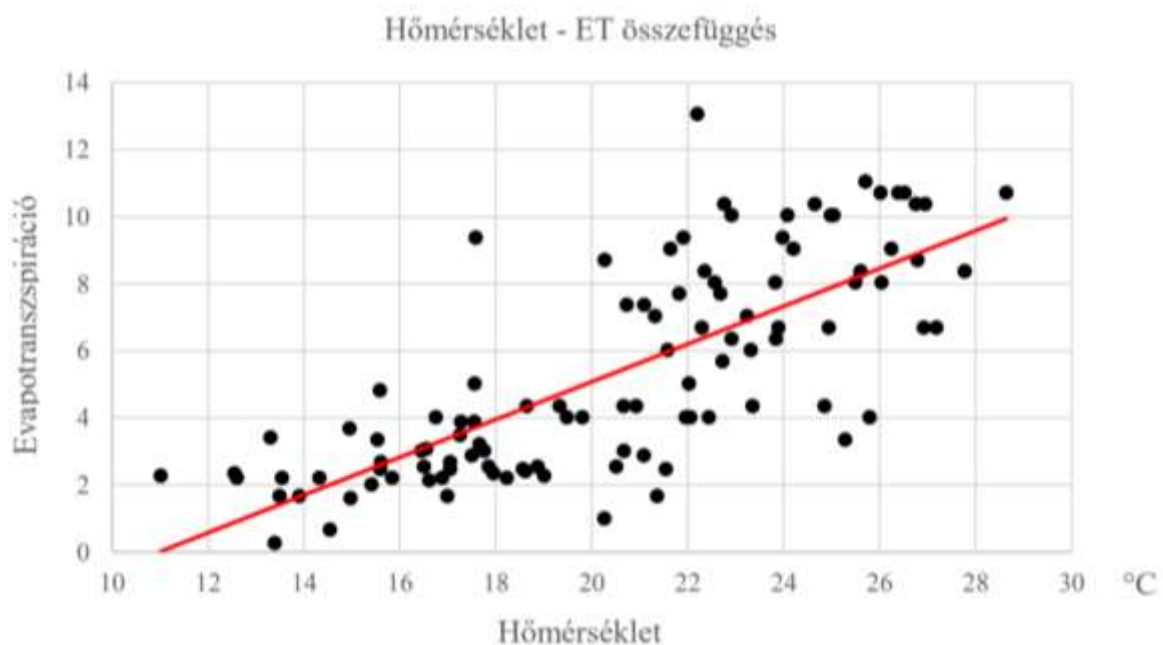
Mint a fentebbi táblázatban is látszik az idei hidrológiai évben nagyjából a korábbiakhoz hasonló volt a középhőmérséklet, viszont a csapadékösszeg 200 mm-el volt kevesebb a sokéves átlaghoz képest.

Érdekes dolog a két évre vonatkozó ET-h ábrát összevetni.



21. Ábra. Az ET és a talajvízszint közötti összefüggés az 1-es kútban 2021-ben (Kiss 2022)

A trendek megközelítőleg ugyanazok mindkettőnkénél, viszont Kiss mérései során az ET-nak nagyobb értékei is előfordulnak, és nem is csökkennek le az ET értékek olyan mértékben. Ez a jelenség könnyen megérthető, ha a 21. számú ábrán a tavalyi talajvízszint görbét nézzük, ugyanis itt azért magasabban van a víz, így a gyökerek is könnyebben elérik.



22. ábra: A hőmérséklet és az ET közti összefüggés 2021-ben az 1-es kútban

Kiss (2022 szerint) az ET és a hőmérséklet között megközelítőleg egyenes arány áll fent. Ez ellentétes az én eredményeimmal, mert az én adataim viszonyára inkább a fordított arány a jellemző. Ennek az ellentétnek az az oka, hogy míg a 2021-es évben magasabban volt a talajvízszint, az erdő jobban el tudta érni, és így a hőmérséklet és ezáltal a párolgási kényszer növekedésével az evapotranszpiráció is növekedni tud, ami nála később is tetőzött.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani a TDK-írásban nyújtott segítségéért konzulenseimnek, az ő munkájukat az „Egy klímaadaptív földhasználati rendszer megvalósítása az Alföld egykori vizes élőhelyein” című OTKA pályázat (NKFI-azonosító: 134547) támogatta.

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Bartha D. (2012): Növényföldrajz- és társulástan. Egyetemi jegyzet, Sopron
- Bencze G. (1901): Az erdő és a csapadék. E. K. 3. 104-120., 1902. 4. 98-104.
- Blaney, H. F. –Taylor, C. A. – Young, A. A. (1930): Rainfall penetration and consumptive use of water in the Santa Ana river valley and coastal plain. Calif. Dept. Pub. Works, Div. Water Resources Bull., 33:162.
- Blaney, H. F. –Taylor, C. A. –Young, A. A. –Nickle, H. G. (1933): Water losses under natural conditions from wet areas in southern California. Calif. Dept. Pub. Works, Div. Water Resources Bull., 44 (1): 139.
- Bolla B. – Szabó A. (2020): A NAIK-ERTI hidro-meteorológiai monitoring rendszerének kezdeti eredményei a 2019. évi mérések alapján. Erdészettudományi Közlemények, 10. évf. 10. szám 41-54
- Bolla B. K. & Németh T. M. (2017): Monitoring of the Hydrological Balance in the Area of the Kiskunság National Park Directorate. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 13 (2). pp. 97-111. ISSN 1786-691
- Csáki P., Kalicz P., Zagyvainé K. K. A. & Gribovszki Z. (2020): „Erdők és természetközeli területek” vízháztartásának vizsgálata párolgástérképek segítségével p. 92-97. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap, Lakitelek 2020.11.10 Szerkesztő: Csiha Sára, ISBN 978-615-80594-7-3, Kiadja: az Alföldi Erdőkért Egyesüle
- Gencsi Z. (2008): Erdők a Hortobágyon. Erdészeti Lapok CXLIII. évf. 7-8. szám: 234-240.
- Gribovszki Z., Kalicz P., Balog K., Szabó A., Tóth T., Csáfordi P., Metwaly M. & Szalai S. (2017): Groundwater uptake of different surface cover and its consequences in great Hungarian plain. Ecological Processes 6 : 1 Paper: 39.
- Kiss Csaba László (2022): A vízviszonyok hatása az alföldi erdőkre az Ohati erdőtömb példáján Diplomamunka, Soproni Egyetem.
- Ijjász E. (1936): Az erdészeti altalajvízmegfigyelések eredményeinek rövid ismertetése. Erdészeti Lapok LXXV. évf. 9–10. füzet: 820–829.
- Járó Z. (1981): A hazai erdők vízfogyasztása. Agrártudományi Közlemények, 40., 353-356.
- Kosztka M. – Markó G. – Péterfalvi J. – Primusz P. (2013): Erdészeti utak tervezése, építése, fenntartása. Egyetemi tananyag, Sopron. TÁMOP 4.1.2.A/1-11/1-2011-0067 „Műszaki metaadatbázis alapú fenntartható e-learning és tudástár létrehozása”
- Loheide II., Steven P. – Butler, J. J., Jr. – Gorelick, S. M. (2005): Use of diurnal water table fluctuations to estimate groundwater consumption by phreatophytes: A saturated-unsaturated flow assessment. Water Resources Research, 41. doi: 10.1029/2005WR003942

- Magyar Pál: Az Alföldfásítás elméleti és gyakorlati kérdéseiből (1929) Erdészeti Lapok 68. évf. 9. füzet, 1929. szeptember
- Mathé L.: A hortobágyi Ohat-erdő vegetációja[1]
- Pálfi I. (2010): A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási sajátosságai. Hidrológia Közlöny 90 (1):40-44.
- Mérei K. (1862): Az erdők jelentősége a természet nagyszerű háztartásában. Erdészeti Lapok, 1. évfolyam, 1. szám, 1-14. o.
- Szodfridt I. (1993): Erdészeti termőhelyismeret-tan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Szodfridt I. 1990: Hozzászólás: Major Pál és Neppel Ferenc: A Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedése című cikkéhez.
(Megjelent a Vízügyi Közlemények 1988. évi 4. füzetének 605–626. oldalán.) Vízügyi Közlemények, 72 (3): 287–291.
- Szodfridt I. & Faragó S. (1968): Talajvíz és vegetáció kapcsolata a Duna–Tisza köze homokterületén. Bot. Közlem. 55. (1) 69–75.
- White, Walter N. (1932): Method of estimating groundwater supplies based on discharge by plants and evaporation from soil – results of investigation in escalante valley. Technical report, Utah – U.S. Geological Survey. Water Supply Paper 659-A.
- Tóth T., Balog K., Szabó A., Pásztor L., Jobbagy E. G., Nosetto M. D. & Gribovszki Z. (2014): Influence of lowland forests on subsurface salt accumulation in shallow groundwater areas, AoB PLANTS plu054, pp. 1-39. DOI: 10.1093/aobpla/plu054
- Tóth I. (1963): Közép és Alsó-Duna ártér erdőgazdasági táj. In. Danszky I. (ed.): Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai. Budapest, OEF
- Dr. Szabó András-dr. Balog Kitti-dr. Bolla Bence-dr. Tóth Tibor-prof. dr. Gribovszki Zoltán: A telepített erdők és a talajvíz kapcsolata az Észak-Alföldön Erdészeti Lapok CLV. évf. 2. szám (2020. február)
- Herceg A., Kalicz P., Kisfaludi B. & Gribovszki Z. (2018): Egy Thornthwaite típusú vízmérleg modell az éghajlatváltozás hidrológiai hatásainak elemzéséhez. Erdészettudományi Közlemények, 8 (1): 73-92. DOI: 10.17164/EK.2018.005
- Zoltai Lajos: A Hortobágy (1911)
- Szabó, A.; Gribovszki, Z.; Jobbagy, E. G.; Balog, K.; Bidló, A. & Tóth, T. Subsurface accumulation of CaCO₃ and Cl⁻ from groundwater under black locust and poplar plantations Journal of Forestry Research, Springer Nature, 2018
- Major P. (2002): Síkvidéki erdők hatása a vízháztartásra. Hidrológiai Közlöny 82. 6: 319–324.
- Führer E. (2018): A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai. Erdészettudományi Közlemények, 8(1): 27-42. DOI: 10.17164/EK.2018.002

Mellékletek

Mellékletek (linken):

https://drive.google.com/drive/folders/1E7Y_oVEjU4siFDujJoRsR537v8EMZ586

Megtalálhatók: Képek, Adatok, Fúrások és szemeloszlások