



***Szegedi Tudományegyetem
Mezőgazdasági Kar
Precíziós agrárgazdálkodási
szakmérnöki képzés***

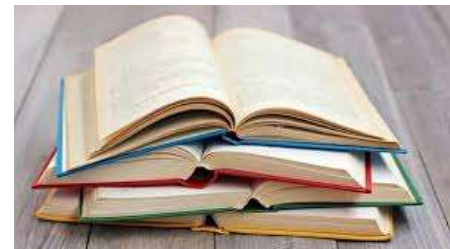
***PRECÍZIÓS ÖNTÖZÉS ÉS
VÍZGAZDÁLKODÁS***

Dr. Hupuczi Júlia

***Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.***

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014





Olvasási idő: ... perc

Tematika:

I. Talajfizikai paraméterek

- 1. A talaj fizikai tulajdonságai*
- 2. A talaj fizikai tulajdonságainak mérése*
- 3. A talaj víztartalma*
- 4. A talaj víztartalmának mérése*
- 5. A talaj víz- és hőgazdálkodásának összefüggései*

II. Biológiai paraméterek

- 6. A víz felvétele különböző talajállapotok és víztartalmak mellett*

III. Vízhányási paraméterek

- 7. Az öntözővíz fizikai mutatói*
- 8. Az öntözővíz kémiai mutatói*
- 9. Az öntözővíz minősítése*

IV. Meteorológiai paraméterek

- 10. A csapadék eloszlása, szélsőségei*
- 11. Összefüggések a Kárpát-medence klimatikus viszonyai és a szélsőséges csapadékhelyzetek között*

V. Öntözés

- 12. Az öntözés gazdasági jelentősége, helyzetkép*

13. Az öntözés idejének meghatározása

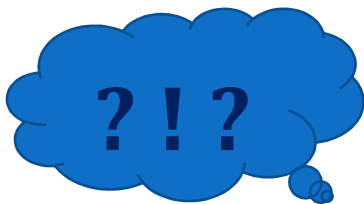
- 14. Öntözési vízigény, a víztartalom mérése*

VI. Öntözési módok

- 15. Felületi öntözési mód*
- 16. Esőszerű öntözési mód*
- 17. Mikroöntözési mód*

VII. Precíziós öntözés

- 18. Precíziós öntöző berendezések*
- 19. VRI*



A tantárgy első témaköre a talajt érinti. Öntözés szempontjából elengedhetetlen a talaj behatóbb ismerete:

- tudnunk kell, hogy milyen tényezők alakítják a víz beszivárgását és talajbeli mozgását
- ismernünk kell a talajban mozgó vagy éppen nem mozgó víz különböző formáit
- fel kell ismerjünk az összefüggéseket, hogy a talaj tényleges állapota hogyan befolyásolja a vízpótlást

A második témakör a növények oldaláról vizsgálja a vízgazdálkodást:

- Hogyan tudja a növény a vizet hasznosítani a különböző talajállapotok és víztartalmak mellett?
- Milyen vízigényei vannak a különböző kultúrnövényeknek?

A harmadik témakör az öntözött víz paramétereit vizsgálja:

- meg kell ismernünk az öntözővíz legfontosabb fizikai és kémiai mutatóit
- tudnunk kell, hogy mely paraméterek kulcsfontosságúak az öntözővíz minősége és használhatósága szempontjából

A negyedik témakör a meteorológiai vonatkozásokat vizsgálja:

- megismerjük szélsőséges csapadékhelyzeteket
- kiderül, hogy miért olyan kiszámíthatatlan hazánk időjárása
- fontos tudnunk, hogy milyen helyzetet teremthet a klímaváltozás

Az ötödik témakör az öntözéssel foglalkozik:

- megnézzük, hogy mi a jelenlegi magyarországi helyzetkép
- megismerkedünk az öntözéshez kapcsolható alapfogalmakkal

A hatodik témakör az öntözési módokat tekinti át

- megnézzük az egyes öntözési eljárások előnyeit és hátrányait

A hetedik témakör a precíziós öntözést részletezi

- megismerkedünk a VRI fogalmával
- valamint áttekintjük a precíz öntözés lehetséges módjait

Ebben a leckében az öntözéshez kapcsolódó kifejezésekről és fogalmakról lesz szó.

- Milyen fogalmak kapcsolhatóak a növénytermesztési térhez?
- Hogyan állapítsuk meg az öntözés szükségességét?
- Milyen típusú mérések vannak?

Az öntözés egy adott terület természetes vízháztartásába történő beavatkozás egyik módja, amely elsődlegesen a talaj vagy a légkör vízkészletének kielégítését célozza.

A korábbi fejezetekből láthattuk, hogy a csapadék pótlásához öntözés szükséges. **A kijuttatandó víz mennyiségének és az öntözés időpontjának a meghatározása kulcsfontosságú.** Az öntözővíz szükséglet pontos megállapítása a gazdaságos termelés fontos tényezője. A víz input, mely egyenlőtlenül áll rendelkezésre, a vízbázis korlátozottsága és a növekvő öntözési költségek miatt szükséges a hatékonyság növelése.

Az **öntözési rend** tulajdonképpen megadja, hogy **milyen időközönként mekkora vízádagokat** juttassunk ki a területre. Célja, hogy a növények maximálisan ki tudják használni a termőhely adta lehetőségeket és ebben a felvehető víz mennyisége ne legyen minimumként korlátozó elem.

Az öntözési rend függ az időjárástól, a növényi kultúra igényeitől, a talajtól és az öntözőberendezéstől is. Így a kijuttatott víz mennyiségének és időpontjának meghatározásához **helyspecifikus mérések** szükségesek.

Egy termőterület vízforgalmát a bevétel és kiadás oldalról már tárgyaltuk (lásd.: *a talaj víztartalma I. és II.*), itt megismerték az **evaporáció, transpiráció** és az **evapotranspiráció** fogalmait.

Most nézzük ezek mérését.

A **párolgás** sok esetben a vízmérleg legnagyobb kiadási egysége. A párolgás igen energiaigényes folyamat, a napsugárzás közel negyede erre fordítódik.

Az egyes meteorológiai tényezők jelentősen befolyásolják.

A napsugárzás biztosítja a párolgáshoz szükséges energiát, növekedésével a párolgás fokozódik.

A hőmérséklet emelkedése több tényezőn keresztül hat: a melegebb levegő több vízgőzt képes felvenni, a melegebb víz fokozottabban párolog.

A légnedvesség is fontos tényező, minél szárazabb a levegő, annál jobban fokozza a párolgást.

Az **evaporáció (=párolgás)** a talajfelszínre vonatkozik és egyszerű fizikai folyamat, mely során a folyadék fázisból vízmolekulák lépnek át a gáz fázisba.

Ezzel szemben a **transpirációt (=párologtatás)** a növények végzik. Ennek során a növény a gyökérszőrökön keresztül felveszi a vizet a talajból, majd szabályozottan elpárologtatja azt a gázcserenyílásain keresztül. Ez a két tényező együttesen játszik szerepet a talaj víztartamának csökkenésében.

Evapotranspirációnak a növényzettel fedett talajfelszínnek párolgását nevezik.



1. ábra. Evaporáció.

Kép forrása:

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/evaporation/>

A szél is elősegíti, ugyanis elszállítja a vízrészecskéket a talajfelszín közeléből, így azok nem tudnak visszalépni a folyadék fázisba (a párolgás során nem csak a légkörbe kerülnek vízmolekulák, hanem onnan a folyadékba is. Ha azonban elsodródnak a felszín közeléből, akkor az arányok eltolódnak a párolgás javára).

Összefoglalva: napos, meleg, száraz és esetleg szeles időben a legintenzívebb a párolgás.

A párolgással kapcsolatban két fontos fogalmat kell elkülönítenünk:

TÉNYLEGES PÁROLGÁS ÉS POTENCIÁLIS PÁROLGÁS

Tényleges párolgás alatt a légkörbe jutó vízmennyiséget értjük, míg a potenciális párolgás megmutatja, hogy adott körülmények között mennyi víz tudna elpárologni, ha a víz korlátlan mennyiségben állna rendelkezésre.

Vagyis megfelelő vízutánpótlás esetén a két érték megegyezik, míg a víztartalom csökkenésével egyre nő a különbség a tényleges és a potenciális evaporáció között.

A **transpiráció**, vagy párologtatás szintén függ a meteorológiai tényezőktől, ugyanakkor a változása ezekkel nem mindig lineáris, hiszen a **növény szabályozni tudja a folyamatot**, ráadásul a talajból felvehető vízmennyiség is fontos részét alkotja az egyenletnek. Éppen ezért ennek **mérése szabadföldi körülmények között igen nehézkes**. A növények párologtatását az azonos környezeti feltételek melletti párolgás mérésével és az eredmény növényenkénti korrigálásával tudják meghatározni.



2. ábra. Transpiráció.

Kép forrása:

<https://www.sciencephoto.com/media/769902/view/leaf-and-transpiration-illustration>

Az **evapotranspiráció (ET)** megmutatja a növénytermesztési tér **vízleadását**, hiszen itt a talaj is párolog, míg a növények párologtatnak. A két tényezőt a gyakorlatban azért is érdemes együtt kezelni, mert megmutatja a növényzettel borított talaj összes vízvesztését, ráadásul külön mérésük igen nehéz is lenne.

A tényleges és a potenciális jelzők ilyen értelemben az evapotranspirációra is érvényesek lesznek!

Az evapotranspiráció tényleges értéke a meteorológiai tényezők mellett függ a növényzet és a talaj számos paraméterétől is. Növények esetében fontos a faj/fajta, illetve az aktuális fenológiai fázis (intenzív növekedés esetén nagyobb a vízfelvétel, mint mondjuk a termésérleléskor).

Talajtényezők közül a talaj fizikai tulajdonságain túl az alkalmazott művelés jellege is jelentősen befolyásolhatja a vízveszteséget.

Az ET (mm/nap) megadja a növényállomány vízfogyasztását, ha az nem korlátozott a vízellátás, a tápanyagellátás vagy betegség által.



3. ábra. Sűrű növényállomány esetén az evaporáció elhanyagolható (saját fotó)

Ha a növényzet sűrűn fedi a felszínt (3. ábra), akkor az evaporáció mértéke elhanyagolható – ez öntözésnél fontos szempont, hiszen ilyenkor a kijuttatandó vízmennyiség azonos lesz a növények párologtatási értékével.

A **potenciális evapotranspiráció (PET)** évi összege hazánkban 600-720 mm, ingadozása 400-1100 mm közötti, a tenyészidőszakban értéke 560-630 mm között van.

A VÍZPÓTLÁS

Az öntözés időpontjának a meghatározása függ az időjárási viszonyoktól, a növény igényeitől és a talajból felvehető víz mennyiségétől. Természetesen a csapadékbevételt számításba kell venni, de oly módon, hogy az 5 mm alatti csapadék érzékelhetően nem befolyásolja a talaj felvehető víztartalmát.

A különböző növényeknek igen eltérő a nedvességigénye és az a pont, ahol a maximális szervesanyagot tudják termelni. Ezt **nedvességoptimum**nak nevezzük. Cél, hogy a nedvességoptimum alá ne csökkenjen a felvehető víz mennyisége, ellenkező esetben csökken a szárazanyag termelése. Ezt a pontot a gyakorlatban DV 50%-ban szokták megadni.

A párolgást alakító környezeti tényezők (napsütés, hőmérséklet, csapadék, páratartalom, szél, talajviszonyok, növény fenológiai fázisai... stb.) alapján könnyen belátható, hogy sem a párolgás, sem az evaporáció, ezáltal **az evapotranspiráció sem egyenletes még egy nap során sem, a teljes vegetációs időszakban pedig mindenképpen ingadozik.**



Ennek következménye, hogy az öntözést sem lehet azonosan tervezni. Szükséges az adatok gyűjtése, elemzése majd ennek függvényében lehet tervezni az öntözést és dönteni annak szükségességéről. Különösen igaz ez a precíziós öntözéstervezésre.

Az öntözés idejének meghatározására többféle módszer áll rendelkezésünkre.

A méréseket két irányból közelíthetjük: a talaj és a növény felől is közelíthetünk.

- ✚ Érzékszervi módszer
- ✚ Párolgás mérése
- ✚ A talaj nedvességtartalmának mérése
- ✚ Növényi állapot mérése

Érzékszervi módszer

A gazdálkodó **egyéni megítélése, tapasztalata** alapján dönt az öntözés szükségességéről. A talaj száradása és a növény lankadása szemmel látható, azonban ezzel a módszerrel megállapítani a talaj tényleges víztartalmát igen nehéz. Ha a lankadás jelei látszanak, akkor az már víz-stressz a növénynek, vagyis **bizonyos, hogy a nedvességoptimum alatti a talaj víztartalma**, tehát nem lesz maximális a szárazanyag termelés. Ezek a becsléses eljárások megbízhatatlanok, időigényesek és a precíz művelésben egyáltalán nem segítenek.



Párolgás mérése alapján

A párolgás pontos, az adott területet jellemző mérése nehéz.

Jellemző eszköz a **párolgásmérő kád**. A kádak mérete és elhelyezése változó. Ahogy a 4. ábrán is látható, a kádat vízzel töltik fel, vagyis szabad vízfelszín párolog. Ezzel a potenciális evaporációt tudjuk mérni.

Az „A”-típusú kád kívül-belül fehérre festett, 120 cm átmérőjű, 25 cm mély, felülete 1,15 m². Talajra fektetett rácson helyezik el.



4. ábra. „A” típusú párolgásmérő kád.
Kép forrása: <https://www.ovf.hu/en/hidrometria-en>

Az „U” típus Magyarországon használatos, talajba süllyesztve helyezik el úgy, hogy a pereme 10 cm-re a felszín fölé emelkedjen.

Méretei: 50 cm mély, felülete 3 m²

A vízzel feltöltött kád vízszintjének 5 cm-el a perem alatt kell lennie és nem süllyedhet 7,5 cm-nél mélyebbre, ellenkező esetben mérési hiba alakul ki. Az „A” kádat a növényállományban, vízszintesen, a talajfelszín felett 15 cm-re kell felállítani, így a párolgási feltételek azonosak lesznek a kád és a növények esetében.



5. ábra. "U" típusú párolgásmérő kád.

Kép forrása: https://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2020/Simon_Brigitta_dissertation.pdf

A kádakban lévő vízszint mérése naponta, reggel történik. A kádon belül elhelyezett talapzatra egy edénykét helyezünk, amelybe egy furaton keresztül a kád vízszintjének megfelelő szintig víz áramlik be. A furat zárása után az edényt kiemeljük és a benne lévő vizet egy mérőhengerbe öntjük. Ezzel a módszerrel 0,1 mm pontossággal határozhatjuk meg a vízszintet. A vízszint változása az előző méréshez képest megadja a párolgást (ha volt csapadék, akkor azt is figyelembe kell venni).

A növények párologtatásának meghatározása az alábbi képlet alapján lehetséges:

$$ET_c = ET_0 * K_c$$

ahol:

ET_c = a növény párologtatása mm-ben

ET_0 = a kád párolgása mm-ben

k_c = növényi faktor

A növények párologtatása fejlődésük során 4 jellemző szakaszra osztható, 125 tenyésznapal számolva:

1. kezdeti szakasz (kb. 10%-os talajfedettség, 20 nap) $k_c = 0,35$
2. növekedési szakasz (kb. 70-80%-os talajfedettség, 35 nap) $k_c = 0,35-1,25$
3. teljes kifejltség (teljes talajfedettség, 40 nap) $k_c = 1,25$
4. érési szakasz (30 nap) $k_c = 0,60$

Evapotranspiráció számítása alapján

Több számítási modell létezik, melyek meteorológiai, növénykultúrára- és talajra vonatkozó adatok alapján dolgoznak. A Penman-Monteith modell használatához például szükség van a napsütés időtartalmának, a hőmérsékletnek, szélnek, relatív páratartalomnak az adataira.

A matematikai modellek sok adattal dolgoznak, adott növényre alkalmazva pontos adatot szolgáltat, ugyanakkor gyakorlati használata a számolás miatt nehézkes.

A talaj nedvességtartalmának mérése alapján

Az aktuális talajnedvesség-tartalmat méri.

Tenzióméter

A tenzióméter tulajdonképpen szívóerőt mér, vagyis megmutatja, hogy mekkora erőt kell kifejtenie a növényeknek, hogy vízhez jussanak a talajból. A műszer egy porózus kerámia elemből, egy csőből és egy vákuum mérőből áll. A porózus kerámia elem a víz számára átjárható. A vízzel feltöltött műszert a talajba helyezve annak víztartalma és a talajnedvesség a kerámián keresztül egyensúlyba kerül.

Ha csökken a talajnedvesség, akkor az szívó hatást fejt ki a tenzióméterben lévő vízre, így az kiáramlik a talajba. Mivel a levegő számára a rendszer nem átjárható, így az elvesztett víz helyén vákuum alakul ki, ami arányos a talajban uralkodó tenzióval. A vákuummérő ezt az értéket mutatja.

A szükséges szívóerőt nyomás mértékegységben mutatja a műszer (kPa, cbar). A talaj nedvességtartalmának átlagos értékeit az 1. táblázat mutatja.

0-10 kPa	Telített talaj
10-25 kPa	Szántóföldi vízkapacitás
25-50 kPa	Öntözés szükséges
50-75 kPa	Lényeges az öntözés
75 kPa felett	Nincs elegendő víz

1. táblázat. átlagos nedvességértékek

Természetesen a növények nem egyforma szívóerővel rendelkeznek, így fontos ezek ismerete is. A 2. táblázat az optimális talajnedvesség potenciálokat tartalmazza néhány növény esetében. Az alsó értékek száraz, meleg klímára, míg a felső értékek nedves, hűvös klímára vonatkoznak.



6. ábra. Tenzióméter.

Kép forrása:

<https://www.gazdauzlet.hu/T1-20-minosegi-tenziometer>

Növényfajta	Szívási tenzió (kPa)
lucerna	80-150
káposzta	60-70
sárgadinnye	35-40
sárgarépa	55-65
karfiol	60-70
zeller	20-30
csemegekukorica	50-80
gabonafélék növekedési fázisban	40-50
gabonafélék érés fázisban	70-80
fejes saláta	40-60
hagyma	45-65
burgonya	30-50
paradicsom	60-150

2. táblázat. Néhány növény talajnedvesség igénye.

Forrás:

https://www.researchgate.net/publication/240617401_Monitoring_soil_moisture_helps_refine_irrigation_management

A tenzióméterek időben jelzik akár az adott növényi vízstressz közeledtét, segítségükkel pontosan indíthatóvá válik az öntözés, így optimális tartományban lehet tartani a talaj felvehető víztartalmát. A talajnedvesség oldott anyag tartalmára és hőmérsékletére nem érzékeny, de természetesen jellegéből adódóan fagyérzékeny. Hátránya a kissé nehézkes kézi telepítés és a rendszeres vízutántöltés. Azt is szem előtt kell tartani, hogy túl száraz talaj esetén megszakad a kapcsolat a műszer víztartalma, valamint a talajnedvesség között, ilyenkor –természetesen öntözés után– vízzel újra kell tölteni és telepíteni, ellenkező esetben hamis adatokat kapunk. A könnyű, sok gravitációs pórust tartalmazó homoktalajok, valamint az ültetőközegek víztartalmának mérésére nem alkalmasak.

A műszer átmérőjének megfelelő lyukat kell fúrni a talajba, majd elhelyezés után ügyelni kell arra, hogy a talaj jól illeszkedjen a tenzióméterhez. Ezek után ioncserélt vízzel kell feltölteni.



Különböző méretekben készülnek, így több talajmélység víztartalma mérhetővé válik, ami az ideális és precíz vízkijuttatás alapfeltétele. A tenzióméter lehet elektronikus jeladóval szerelt, így közvetlenül indíthatja az öntözést.

Dielektromos állandó mérése

A működési elvének lényege az, hogy a víz befolyásolja a talaj dielektromos állandóját. Az **elektromágneses jel terjedési sebessége nedves talajban lecsökken** – minél nedvesebb a talaj, annál lassabban terjed a jel.

Elektromos kapacitás mérése:

A gyakorlati alkalmazhatóságát jelentősen rontja, hogy az eredmény nagyban függ a talajoldat oldottanyag-tartalmától, a szerves anyagoktól, a talaj nedvességtartalmától. Tényleges nedvességmérés esetén nagyon pontatlan lehet, azonban a nedvességtartalom változásának a jelzésére alkalmas.

TDR, TDT:

Ezek a műszerek a hullámok terjedési sebességét mérik. A **TDR** esetében a talajban haladó rövidhullámok visszaverődésének sebességét méri a műszer (Time Domain Reflectometry). Ezzel az eljárással a talaj sótartalmát (EC) is mérhetjük, hiszen a visszaverődő jel feszültségének nagyságából vezetőképességet lehet számolni, ami az oldott ionok mennyiségétől függ.

A **TDT** (Time Domain Transmissivity) a rövidhullámok vezetésének a mérésén alapul.



7. ábra: TDR készülék.

Forrás: <https://soilsensor.com/articles/time-domain-reflectometry-tdr/>

Ezek a műszerek gyorsan, pontosan mérnek. Előnyük, hogy az érzékelők többféle mélységben is telepíthetőek, így több talajszint nedvességviszonyáról kapunk információt, ami nem csak az öntözés indításában, hanem leállításában is fontos szerepet játszik.

A két eltérő módszeren alapuló talajnedvesség mérés remekül kombinálható:

A gyökérzónában elhelyezett tenzióméter jelzi a növényi vízstressz állapot közeledtét, míg a nedvességmérő szenzor(ok) érzékeli(k) a talajréteg(ek) nedvesség változását, így előre tervezhető és vezérelhető az öntözés. Az indítást a növény állapota, a befejezést a talaj nedvességállapota határozza meg.



A növényi állapot mérése

Levélnedvesség mérés

A levélnedvesség mérő szenzor úgy került kialakításra, hogy hasonló tulajdonságokkal rendelkezzen, mint egy valódi levél. Így jól tükrözi a párologtatási tulajdonságokat. Gyors, pontos adatszolgáltatást tesz lehetővé.

Infravörös sugármérés

A levelek hőmérsékletét méri – gyakorlatilag a felület által kisugárzott hőenergiát érzékeli.



8. ábra. Levélnedvesség mérő.

Kép forrása: <https://agroszenzor.hu/termek/lws-levelnedvesseg-szenzor/>



9. ábra. Levélhőmérséklet mérő szenzor.

Kép forrása: <https://agroszenzor.hu/termek/si-411-sztenderd-latoszogu-infracomero-digitalis-kimenettel/>

Helyspecifikus öntözés

A növénytermesztési tér fizikai paraméterei nem egységesek. A talaj-növény-légkör rendszer minden eleme hatással van a növény vízellátottságára.

A domborzat változása értelemszerűen befolyásolja a felszínre jutó víz eloszlását, ebből egyenetlenségek adódnak. Ugyanez megfigyelhető a mikrodomborzat esetében akár egy táblán belül is. A talaj felszínének egyenetlenségei, a tábla lejtése, kisebb-nagyobb felszínsüllyedések...stb. azt eredményezik, hogy a felszínre érkező víz beszivárgása nem lesz egyenletes.

A különböző növényeknek különböző a vízigénye, ugyanakkor adott növénynek sem azonosak a vízigényei minden fenofázisban. Ráadásul a víz felvételét és leadását a többi környezeti tényező is befolyásolja egy adott időpillanatban is.



Ezek a tényezők együttesen azt eredményezik, hogy a precíz vízellátás kulcsa az öntözés intenzitásának területen belüli szabályozása. Ez a különböző, mérhető paraméterek figyelembevételével végzett öntözésvezérléssel oldható meg.

Ellenőrző kérdések:

- Miért van szükség helyspecifikus mérésekre az öntözéstervezéshez?
- Milyen tényezők befolyásolják a növénytermesztési tér vízszolgáltató képességét?
- Mi az az öntözési rend?
- Határozza meg az evaporáció, a transpiráció és az evapotranspiráció fogalmait!
- Mit nevezünk potenciális evapotranspirációnak?
- Mi az a növényi nedvességoptimum?
- Hogyan tudjuk mérni a párolgást?
- Milyen módszerek, eszközök állnak rendelkezésünkre, ha a talaj nedvességtartalmát szeretnénk mérni?
- Mi a különbség egy tenzióméter adta adatok és egy elektromos kapacitásmérő adatai között?
- Milyen körülmények között kaphatunk hibás adatot egy tenziómétertől?
- Milyen talaj esetében nem érdemes tenziómétert használni?

Források:

https://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2020/Simon_Brigitta_dissertation.pdf

<https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/parolgas/>

http://www.moe.hu/kepzes2017/3_az_ntzs_idejnek_meghatrozsa.html

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_hidrologia-hidraulika/ch04.html

https://www.researchgate.net/publication/240617401_Monitoring_soil_moisture_helps_refine_irrigation_management

https://smartgreen.hu/wp-content/uploads/Talajszenzorok_Szakdolgozat_T%C3%B3thCsaba.pdf

<https://agroszenzor.hu/termek/si-411-sztenderd-latoszogu-infrahomero-digitalis-kimenettel/>

<https://agroszenzor.hu/termek/lws-levelnedvesseg-szenzor/>

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/evaporation/>

<https://www.sciencephoto.com/media/769902/view/leaf-and-transpiration-illustration>

<https://www.ovf.hu/en/hidrometria-en>

<https://www.gazdauzlet.hu/T1-20-minosegi-tenziometer>

<https://soilsensor.com/articles/time-domain-reflectometry-tdr/>