

# **SZAKDOLGOZAT**

**MACZKÓ NORBERT**  
**Öntözési szakmérnök szak**

**Szarvas**

**2023**



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**

**Környezettudományi Intézet**

**Szent István Campus**

**Öntözési szakmérnöki szak**

# **Lapánca öntözővíz tározó szivárgási veszteségének vizsgálata**

Konzulens: Dr. Gombos Béla  
egyetemi docens

Készítette: Maczkó Norbert  
UE6YXX  
levelező tagozat

Szarvas

2023

## Tartalomjegyzék

<i>Bevezetés és célkitűzés</i>	3
<i>1. Szakirodalmi áttekintés</i>	5
1.1. Az öntözéses gazdálkodás célja, indokai	5
1.2. Az öntözés magyarországi helyzete	7
1.3. Az öntözési célú víz minősége	9
1.4. Az öntözési célú víztározás típusai, célja	10
1.5. Víztározó vízháztartási egyenlete, a víztározás problematikája	13
1.6. Párolgás fogalma, párolgást befolyásoló tényezők	15
1.7. A szabad vízfelületek párolgásának meghatározása	17
1.8. Szivárgás fogalma, szivárgást befolyásoló tényezők	23
<i>2. A vizsgálatok anyagai, módszerei</i>	25
2.1. A beremendi öntözőrendszer és a Lapáncsai víztározó bemutatása	25
2.2. Víztározó párolgászámítása Meyer eljárással	27
2.3. Víztározó párolgászámítása aerodinamikai módszerrel	30
2.4. Víztározó párolgászámítása Antal féle módszerrel	31
2.5. A lapáncsai víztározó vízfelület párolgásának mérése	32
<i>3. Eredmények és értékelésük</i>	35
3.1. Különböző módszerek eredményinek összefoglalása és elemzése	35
3.2. A Lapáncsai víztározó vízháztartási mérlege a 2022 évre	36
<i>4. Következtetések és javaslatok</i>	38
4.1. A vizsgálati eredmény értékelése	38
4.2. Javaslatok a víztározó hatékonyabb működésére	40
<i>5. Összefoglalás</i>	43
<i>Köszönetnyilvánítás</i>	45
<i>Irodalomjegyzék</i>	46
<i>Mellékletek</i>	47
<i>Nyilatkozat</i>	59

## BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Magyarország mezőgazdasági alapanyagtermelésének és versenyképességének korlátozó tényezője lehet a hazánkat súlytó egyre fokozódó időjárási szélsőségekkel szembeni kitérttség. A szélsőséges időjárási viszonyokból fakadó károk (belvív, aszály, forró napok számának emelkedése, csapadék intenzitásának változása) megelőzése, elhárítása fontos feladata a magyar államnak és agráriumnak. A jövőben jelentős szerepet kap a vidék és mezőgazdaság fejlesztésében a víz. A vízfelhasználás hatékonyságának növelése, a vízgazdálkodás javítása, az öntözött területek növelése, az ár- és belvizek helyzetének rendezése. Magyarország célja lehet a növekvő élelmiszer árak miatt a hazai élelmiszerbiztonság, önellátás mellett a nemzetközi piacok egy részének megszerzése is. A fenntartható, kiszámítható és nemzetközi szinten is versenyképes növénytermesztés veszélybe kerülhet az öntözött területek és a potenciálisan felhasználható vízmennyiség relatív alacsony kihasználtsága miatt. Magyarországon a mezőgazdasági célú vízfelhasználás, öntözéses gazdálkodás technikai és technológiai szempontól elfogadható színvonalon működik, azonban az öntözött területek nagysága az öntözhető területekhez és szükségletekhez mérten nagyon alacsony (Bíró, et al., 2011).

Szakterdolgozatban egy magyarországi mezőgazdasági vállalat, Bóly Zrt., által üzemeltetett öntözőrendszerhez tartozó öntözővíz tározóját vizsgálom. A víztározót 2012 végén adták át, azóta használják. A tározó feltöltésének megkezdésekor már észlelték, hogy a tározó töltésének mentett oldalán szivárgás tapasztalható, a töltéssel párhuzamos szivárgóárokban víz jelent meg.

Szakterdolgozat célja Lapáncsai víztározó szivárgási veszteségének vizsgálata és javaslatlétel a tározó működésének hatékonyabbá tételére. A kitűzött célt úgy kívánom elérni, hogy a tározót és környezetét egy nyitott hidrológiai rendszernek tekintem és itt vizsgálom a rendszer vízháztartási egyenletét. Először a szakirodalmi áttekintésben ismertetem vízháztartási egyenlet módszerét és annak elemeit. A szivárgási veszteséget úgy kívánom kiszámolni, hogy a bevételi oldalból kivonom a kiadási oldalt és az éves térfogatváltozást. A veszteségi oldalon szerepel a tófelületről elpárolgott víz mennyisége illetve a szivárgási veszteség is. A szakirodalmi áttekintésben foglalkozom a párolgás és szivárgás fontosabb jellemzőivel és befolyásoló tényezőivel. Bemutatom a párolgás mérésének illetve számításának különböző módjait. Majd három különböző számítási módszerrel kiszámítom a tározó napi illetve havi párolgási értékeit. A víztározó napi

párolgás veszteségeit párolgásmérő kád segítségével mérem. A számított párolgási adatokat összehasonlítom az általam mért kádpárolgási értékekkel. A számításhoz szükséges meteorológiai adatokat (napi csapadék mennyisége, léghőmérséklet, szélsébség adatok, relatív páratartalom) a mezőgazdasági területre telepített állomás adataiból veszem. A víztározóba töltött illetve kivett vízmennyiségi adatokat az öntözés üzemeltetők által vezetett öntözési naplóból veszem. A kapott eredményeket behelyettesítem a vízháztartási egyenletbe, így meg tudom határozni a víztározó éves szivárgási veszteség nagyságát.

A szivárgási veszteség ismeretében elemzem annak lehetőségét, milyen módon lehet a víztározót hatékonyabban üzemeltetni.

# 1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

## 1.1. Az öntözéses gazdálkodás célja, indokai

A mezőgazdasági termelés fejlesztésének egyre általánosabban alkalmazott eszköze valamely terület természetes vízháztartási viszonyainak a mezőgazdasági termelés igényeihez való tudatos alakítása, a vízgazdálkodás. Magyarország a feltételes öntözési zónába tartozik, ami azt jelenti, hogy az évek egyes részében a természetes csapadék elégséges egy meghatározott szintű növénytermesztési tevékenységhez. Az öntözés iránt ott jelentkezik megalapozott igény, ahol elérkezik a gazdaság termelésének olyan színvonala, hogy a tovább fejlődés csak a komplex vízgazdálkodás megvalósításával lehetséges.

Liebig, Justus (1803-1873) német vegyész minimum törvénye szerint a termés nagyságát a rendelkezésre álló tápláló elemek közül a minimumban lévő elem mennyisége szabja meg. Ennek az elemnek a mennyiségét növelve nő a termés mennyisége mindaddig, míg valamely más elem nem válik a többihez és a növény szükségleteihez viszonyított minimum tényezővé. Az öntözésfejlesztés csak ott lehet gazdaságos, ahol a víz számít a minimum tényezőnek, a többi termelési tényező már az optimumban vannak (Szilárd, et al., 1998).

Fő célkitűzés, hogy a lehullott csapadék ott hasznosuljon elsősorban, ahova lehullott. Hazai viszonyaink között a gazdálkodás alapvető feltétele a lehullott csapadék megőrzése és hasznosítása. Magyarország mintegy 50 ezer km-es csatornarendszerrel rendelkezik. A messzi csatornákon érkező víznél költségtakarékosabb a helyben rendelkezésre álló víz hasznosítása, amelyet csak össze kellene gyűjteni és megfelelő időben öntözési feladatokra felhasználni. Különösen indokolt ez az olyan, mára már félsivatagosság vált területeken (pl. a Homokhátságon), ahol a többletvíz megtartása nélkülözhetetlen. Ez a talajvíz megemelkedését eredményezné, amivel csökkenthető lenne a vízhiány. Várhatóan több csapadékvíz tározóra és belvíz visszatartásra lesz szükség. Így a hirtelen lezúduló és nagy mennyiségű víz nem vész el, hanem az év bármely szakában, öntözési célokra felhasználható (Hantos, 2021.). Amennyiben a lehulló csapadékot nem tudjuk a helyszínen tartani, akkor vízhiány miatt károsodhat a növényzet, ez veszélyezteti a termelés biztonságát és gazdaságosságát. A talajok vízháztartását úgy kell szabályozni, hogy a termesztett növények igényeit folyamatosan és gazdaságosan biztosítani tudjuk. A talajok termékenységét úgy növeljük, hogy a talajban lejátszódó folyamatokat kedvező irányba

befolyásoljuk. Az öntözés a mezőgazdasági termelés egyik tényezője. Nem szabad azonban megfeledkezni a további szükséges tényezőkről sem, mint az okszerű talajművelésről, trágyázásról, növényápolásról, talajjavításról stb. Ezen tényezők helyes használatával érhető el eredményes és gazdaságos termelés. Az öntözés agrotechnikai eljárás. Az öntözéses gazdálkodás hatásfoka a termelés során dől el.

Az öntözésfejlesztés egyik legfőbb indoka a hazai csapadékellátottságban tapasztalható bizonytalanság. Magyarországon az átlagos csapadék mértéke 450-600 mm körül van. Az átlagos csapadék 500 mm és azon felüli értékei általában kielégítenék a növénytermesztés igényét, de az egyes évek csapadékának bizonytalan volta, továbbá csapadékösszeg szeszélyes időbeni ingadozása olyan nagymértékű, hogy mégis gyakoriak az aszályos időszakok. A csapadékviszonyok az öntözés szükségességét támasztják alá és azt is bizonyítják, hogy növekvő termelési színvonal mellett már megengedhetetlen az időjárástól függő nagymértékű kockázat. Valamint a gazdaságok kiegyensúlyozott jövedelméhez fűződő érdekei miatt egyre inkább gazdasági szükséggé válik az öntözés. Továbbá számolni kell a vízkészletek szempontjából nemcsak a csapadékösszegek csökkenésével, hanem a hazánk területére érkező vízhozamok csökkenésével és vízminőség romlásával is.

Magyarországon a hő- és fényellátottság sem korlátozza, egy lehetséges felmelegedés pedig további erőforrást biztosít a fotoszintézis számára. Az öntözés nélküli termesztés esetében egy-egy növény tenyészterülete nagyobb, mint amilyenre a növénynek a fény biztosítása szempontjából szüksége lenne. A tenyészterület nagyságát ebben az esetben növény számára szükséges vízkészlet nagysága határozza meg. Öntözéses gazdálkodás esetében a növény egyed tenyészterületét, egyéb más tényezők mellett, döntően a fényszükséglet szabja meg (Szilárd, et al., 1998).

Az öntözéses gazdálkodás esetében az öntözés célja a növény vízigényének mindenkori optimális biztosítása, a rendelkezésre álló napenergia maximális kihasználása, a vízpótlás beillesztése a termesztéstechnológiába (fajta-, és hibrid kiválasztása, megfelelő tőszám vetése, és az ehhez illeszkedő tápanyagellátás). Az öntözés fő feladata a gazdaság nyereségének, versenyképességének növelése. A vízpótlás irányítása gazdaságon belüli, adott táblához kötött. Az eredményesség számítása a költségek és a termés mennyisége alapján jól számítható, kimutatható (Tóth, 2019).

Magyarországon várható, hogy a kedvezőtlen termőhelyi adottságú térségekben a művelési ágak változni fognak. A szántóföld terhére növekedni fognak az erdő és legelő területek. Valamint az öntözési infrastruktúra fejlesztése is területet fog igényelni. A

kedvező termőhelyi adottságú területek várhatóan az intenzív mezőgazdasági termelés irányába fognak fejlődni. Ezeknek a területek jelentős részén az agrotechnika alapfeltétele lesz az öntözés biztosítása.

A magyarországi agrárágazat célja az öntözéses gazdaságok segítségével a hazai lakosság élelmiszerigényének magas színvonalú kielégítése valamint a mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek gazdaságos termelésének és exportjának növelése. Biztonságos és állandó nagy termés érdekében a zöldség, vetőmagellátás, másod termelésre kijelölt területeket, burgonyát a hazai csapadékellátottság mellett csak öntözéses körülmények között lehet termelni (Szilárd, et al., 1998).

Az öntözés szükségességét nem csak a statisztikák kedvezőtlen számai, hanem az adott területen termesztett növények vízigényinek megfelelő időben és mennyiségben történő kielégítése indokolja, termelés biztonsága és a hozamának eredményes növelése érdekében (Gockler, 2017).

## **1.2. Az öntözés magyarországi helyzete**

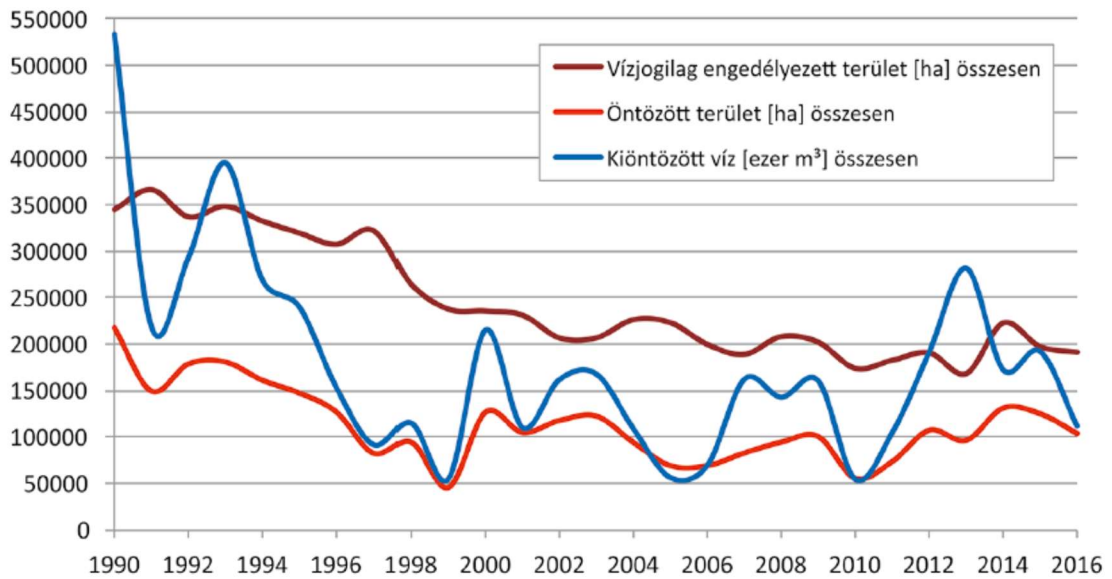
Magyarországon az időjárás nagymértékben befolyásolja a mezőgazdaságban a növénytermesztési ágazat növénykultúráinak hozamait. A klímaváltozás hatásainak leginkább kitett, legérzékenyebb ágazat a mezőgazdaság. Hazánkra hulló csapadék mennyisége nem sokkal csökkent a statisztikai adatok alapján, de ritkábban előforduló nagyobb intenzitású esők várhatóak. A csapadék egy részét a talaj nem képes befogadni, a területről a többlet lefolyik vagy nő az időszakosan belvizes terület. A hevesebb csapadékok a folyók vízgyűjtő területein erős talajeróziót okozhatnak, valamint a folyók erőteljesebb áradását is okozhatják. A helyi károk és az aszály intenzitása évről évre egyre erősebb, ami az időjárás szélsőséges jellegének fokozódását mutatja. A VÍZÜGY kutatása szerint hazánkban az aszálykár kb. 2,6 szorosa a belvízkárnak.

Napjainkban a magyarországi mezőgazdasági területekből csak 1-2 % között van az öntözött területek aránya. Ez az érték jelentősen elmarad az Európai Unió 8-9 %-os átlagától. A hazai vízjogilag engedélyezett öntözhető területeknek csak felét öntözik a gazdák. A 1. ábrán látható, hogyan alakultak a kijuttatott vízmennyiségek, valamint a vízjogilag engedélyezett és valóban öntözött területek nagysága 1990-es évektől (Gockler, 2017).

A legfrissebb magyarországi adatok szerint, 2021-ben a vízjogilag engedélyezett öntözhető területek mennyisége 174.210 ha volt, melyekből csak 85.031 ha-t voltak be



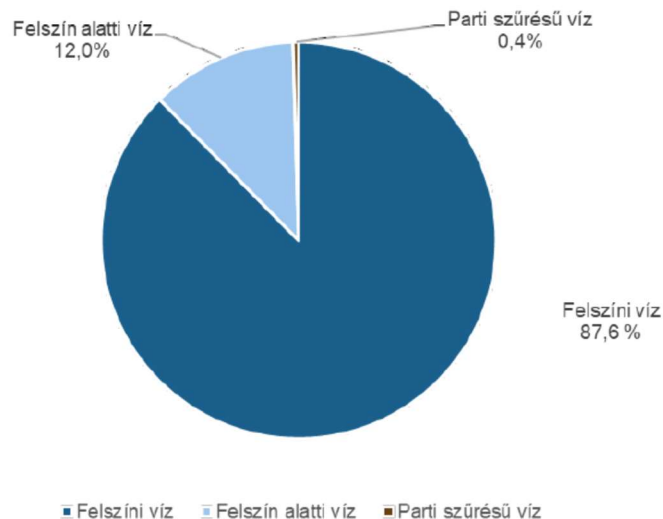
öntözés alá. Ez 48,8 %-a az engedélyezett öntözhető területeknek. Az öntözhető területek háromnegyede az Alföldön található (Demeter, 2022).



1. ábra

Az öntözés fontosabb adatai az OVF számai alapján 1990 és 2016 között

A magyarországi öntözött terület közel kilenctized részét 2021-ben felszíni vízzel öntözték meg, és csupán 12%-át felszín alattival (Demeter, 2022) (2. ábra). Ez az adat a korábbi években is megfigyelhető volt.



Forrás: AKI ASIR  
<sup>a)</sup> A halastavak adatai nélkül.

2. ábra

A megöntözött terület aránya az öntözővíz eredete szerint <sup>a)</sup>, 2021

A kiadagolás technológiák terén az esőztető módok dominálnak. Az AKI 2021. évi Öntözés jelentéséből kiderül, hogy a megöntözött területek 88,7%-án (62.158 ha)

esőztető öntözőberendezéssel biztosították a vizet 2021-ben. Az esőztetőn belül a legelterjedtebb kiadagolási mód a lineár öntözőberendezés (64,8 %). Csévélődobos öntözőberendezést a megöntözött területek 16,3 %-án, körforgókat pedig 14,9 %-án használtak a gazdálkodók. Az egyéb kategóriába a mikroszórófejes, a barázdás, a sávós, a zárt vezetékes és a felszín alatti kiadagolási módok tartoznak, amelyek az öntözött területek 1,2 %-án használtak (3. ábra).

Kiadagolás módja	Megöntözött alapterület, ha	Kiöntözött vízmennyiség, 1000 m <sup>3</sup>
Esőztető, lineár	40 253,99	47 887,32
Esőztető, csévélődobos	11 433,29	8 929,63
Esőztető, körforgós	10 471,04	10 939,14
Mikroöntözés, csepegtető	4 415,78	3 761,65
Felületi, árasztó	2 663,92	28 976,10
Egyéb	831,31	605,49
<b>Összesen</b>	<b>70 069,32</b>	<b>101 099,33</b>

Forrás: AKI ASIR

3. ábra

A megöntözött alapterület és a kiöntözött vízmennyiség az öntözővíz kiadagolásának módja szerint, 2021

A termelők a kiöntözött vízmennyiség kétharmadát esőztető öntözőberendezéssel juttatták ki. A teljes kijuttatott vízmennyiség 47,4 %-t lineár öntöző berendezéssel, 8,8%-t csévélődobossal és 10,8%-t körforgó rendszerrel (Demeter, 2022).

Napjainkban Magyarországon nincs vízhiány, de közeljövőben már lehet és vízpótlásra már most is sok esetben szükség lenne. Hazánkba 112 km<sup>3</sup> víz érkezik és 117 km<sup>3</sup> távozik! Tehát vízpótló öntözéshez lenne víz. A legfontosabb feladatok közé tartozik, hogy a meglévő öntöző rendszerek minél nagyobb arányban és minél hatékonyabban működjenek. A vízjogi öntözési engedéllyel rendelkező területeket bevonni az öntözéses gazdálkodás alá. Valamint a korábban megépített, de nem használt öntözőberendezéseket újra üzem behelyezni. A hatékony működést az öntöző berendezések korszerűsítésével, az alkalmazó személyek tudásszintjének emelésével kell elérni. Így csökkenteni lehetne a pazarló öntözési technológiák használatát. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy nem kellene új területeket bevonni az öntözött területekbe. Cél az, hogy az elkövetkezendő időszakban az öntözött területek aránya Magyarországon megközelítse az Európai Unió átlagot (Gockler, 2017).

### 1.3. Az öntözési célú víz minősége

Fontos, hogy öntözésre csak öntözésre alkalmas minőségű vizet használjunk. Az öntözővizek minősége alatt a felhasználandó vizek tulajdonságainak azon körét értjük,

amelyek hatással vannak a talajra, a növény életfolyamataira és a vízzétosztás technológiájára. Az öntözővizek minősítése és mezőgazdasági hasznosítása tárgyában jelenleg is érvényben lévő műszaki irányelv (MI-08-1780-1988). Az irányelv szerint csepegtető öntözésnél a csepegtetőtest eldugulásának megakadályozása céljából a fizikai (hőmérséklet, lebegő anyagok, oldott oxigén, szín és szag), kémiai (pH, leggyakoribb kationok és anionok, összes sókoncentráció, a vízben oldott nátriumsók és magnéziumsók viszonylagos mennyisége, keménység, vas- és mangántartalom, hidrogén-szulfid-tartalom) és biológiai (vas- és szulfátbaktériumok) vizsgálatok is szükségesek. A szintén hatályos, a felszíni vizek öntözővíz-minősítési rendjét leíró műszaki irányelv (MI-10-179/9-1990) a részletes kémiai elemzés után az osztályba sorolást az öntözővíz–növény kölcsönhatásokra alapozza. A kultúrnövényeket sótűrő képességük alapján sorolja be. A nem megfelelő minőségű öntöző vizet fizikai (szűrés, derítés), kémiai (pH beállítás, vízlágyítás, koaguláció, adszorpció, oxidáció, redukció elven működő) víztisztító módszerek alkalmazása után javasolt (Patay, 2015).

#### **1.4. Az öntözési célú víztározás típusai, célja**

2022-es év időjárása nehéz feladatok elé állította a mezőgazdasági és a vízügyi ágazatot. 2022. augusztus elejére a magyar termőterületek 80%-át súlyos mértékű aszály sújtotta, mely jelentős kárt okozott a gazdálkodók számára. Fel kell készülni, hogy a csapadék csökkenése és a hőmérséklet emelkedése tovább folytatódik, így az elmúlt évek szárazsága nem kivételes, hanem egyre gyakoribb eset lesz. A fenti problémákat felismerve a Kormány által 2017-ben elfogadott Kvassay Jenő Terv a vízügyi ágazat stratégiai céljai közé emelte a vízvisszatartás fejlesztését. A célkitűzés lényege a talajok vízháztartásának javítása érdekében a mezőgazdasági, települési, ökológiai és ipari vízhasználatot a természeti adottságokhoz igazodó infrastrukturális fejlesztésekkel támogatott vízkészlet- és vízigény-gazdálkodás. A hazánkon átfolyó vizek visszatartásának lehetőségeinek jobb kihasználása.

A vizek tározására alkalmas tereket természetes képződmények (tavak, holtágak) vagy mesterségesen kiépített vízi létesítmények (tározók) alkotják. A tározók megkülönböztetését elsősorban a létesítési, műszaki kiépítettségi illetve hasznosítási céljuk szerint történik. Rendeltetésük, hogy a vízben bő időszakok vizét visszatartsák későbbi leeresztés vagy felhasználás céljából. A tározók feladata a túl sok víz elleni

védekezés vízkárelhárítási szempontból illetve a károsan vízhiányos időszakok enyhítése vízhasznosítási céllal (Kabódi, 2022).

Rendeltetési céljaik szerint a tározók lehetnek egycélúak, vagy többcélúak. Jellemük szerint állandó vagy időszakos tározók lehetnek.

A tározók használati cél szerint lehetnek:

- vízhasznosítási
  - ivóvíz
  - ipari víz
  - mezőgazdasági vízhasznosítási (öntöző vagy halastó-vízellátó)
  - természetvédelmi vízpótló
  - üdülési, vízi sport
  - vízerő hasznosítási
- vízkárelhárítási tározók
  - árhullámcsőcsökkentő
  - belvíz visszatartó
  - szennyvíz visszatartó
  - hígító víz

Telepítés helye szerint:

- hegyvidéki tározó
- dombvidéki tározó
  - völgyzárógátas
  - hosszöltéses
- síkvidéki tározó
  - körtöltéses
  - meder
  - holtmeder

A gát anyaga szerint: föld, kő, beton vasbeton vagy vegyes anyagúak lehetnek. Nagyságuk szerint törpe, kis, közepes vagy nagy tározókról beszélhetünk, amelyet a gáttest magassága és a tárolt vízmennyiség alapján döntünk el. Jelentőségük szerint három csoportba sorolhatók: jelentős közcélú (regionális jelentőségű), közcélú (helyi jelentőségű, üzemi tározó (Szlávik, et al., 2002).

Víztározók mind síkvidéki, mind dombvidéki területen létesíthetők. Sík vidéken körtöltéses, meder- vagy hullámtéri tározók kialakítására van lehetőség, valamint

holtágak használhatók fel víztárolás céljára. Dombvidéken a helyszíni adottságoktól függően völgyzárógátas, hosszöltéses tározók létesíthetők a fővölgyben vagy a mellékvölgyben.

Síkvidéki tározókban történő visszatartás útján a belvízcsatornahálózat vízszállító képessége és a belvízi átemelőtelepek szivattyúkapacitása csökkenthető, valamint a hasznosítható öntözővízkészlet növelhető. A dombvidéki tározókban hasznosítható a hóolvadásból származó valamint a nyár eleji intenzívebb csapadékból lefolyó vízmennyiség és egyidejűleg csökkenthetők az árvízi károk.

Körtöltéses tározó mély fekvésű területek körtöltéssel való körül zárásával alakítható ki. A tározó feltöltése általában az öntözési időnyen kívüli időszakban történik öntöző főcsatornából, belvízcsatornából vagy természetes vízfolyásból. A tározó feltöltése gravitációs módon vagy átemelő szivattyú használatával oldható meg. A körtöltéses tározók vízmélysége általánosan 2-3 méternél nem nagyobb. Nagyobb vízmélység növeli a hullámok okozta károk veszélyét, jelentősen növelve a hullámvédelem beruházási és fenntartási költségét.

A meder- és hullámtéri tározók a folyó medrében és a hullámterén duzzasztóművel történő vízvisszatartás. A duzzasztott vízszint tartása általában az árvízvédelmi töltések megerősítését valamint a mentett oldali szivárgórendszer kiépítését és a hullámvédelem létesítését teszi szükségessé. A legkisebb és legnagyobb duzzasztási szinthez tartozó felszín görbék közötti víz térfogatot lehet tározásra felhasználni.

A völgyzárógátas tározó a hegy- és dombvidéki tározók legjellemzőbb típusa. A völgyzárógát a vízfolyás völgyét teljes keresztmetszetben elrekeszti, így a völgy egész szélességére kiterjed a duzzasztás okozta elöntés. A völgyzárógát a vízfolyáson érkező vízmennyiséget felfogja. A nem tározható vízmennyiség levezetéséről túlfolyó létesítésével gondoskodni kell.

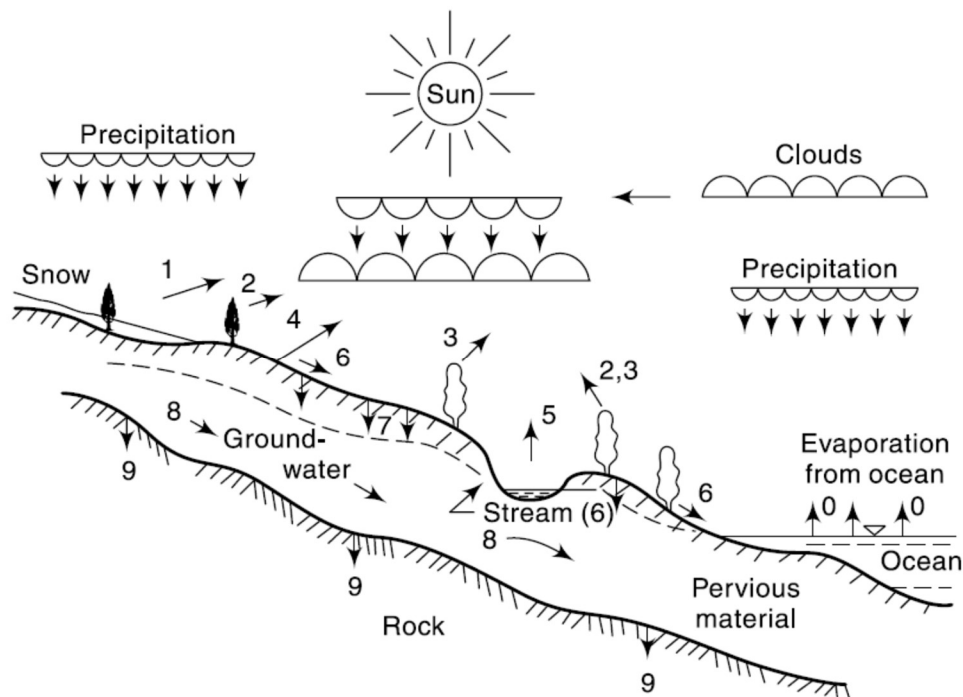
A hosszöltéses vagy oldaltározó a völgynek csak az egyik oldalát foglalja el, a vízfolyással párhuzamos és keresztirányú töltések között létesül. Általában akkor indokolt ez a tárolási rendszer, ha a völgy egyik oldalán olyan létesítmény van, amelynek áthelyezése gazdaságosan nem oldható meg. Pl. vasút, ipartelep. A hosszöltéses tározó feltöltését a vízfolyáson létesített duzzasztó- vagy osztómű biztosítja. Átemelő szivattyús megoldás is létezik. A hosszöltéses tározón nem kell átvezetni az vízfolyáson érkező árvizet, ezért túlfolyóra általában nincs szükség (Budavári, 1978).

A víztározók helyét a gazdasági és műszaki szempontok, valamint a természeti adottságok együttesen határozzák meg. A tározó helyének kijelölése függ a tározott víz

felhasználásának helyétől, a hidrológiai, geológiai és domborzati adottságoktól, valamint a birtokviszonyoktól. A tározott víz felhasználásának helye, azaz az öntözött terület általában adott. Törekedni kell a tározó helyének kijelölésekor, hogy a tározó az öntözött terület közelében legyen. A tározás előnyei akkor mutatkozik meg legjobban, ha a tározó az öntözendő terület súlypontjának közelében helyezkedik el és lehetőleg gravitációsan tölthető illetve üríthető (Szilárd, et al., 1998). A magassági szempontból a legkedvezőbb legyen, a lehető legkisebb energiával eljuttatható legyen az öntöző víz az öntözött területre. Továbbá figyelembe kell venni a szivárgási és párolgási veszteségek minimalizálásának szempontját is (párolgó felület nagyságának optimalizálása, tározók, csatornák jó vízzáró talajra tervezése) (Budavári, 1978).

### 1.5. Víz tározó víz háztartási egyenlete, a víz tározás problematikája

A hidrológiai ciklus egy olyan körfolyamat, amelyben az energia forrása és a mozgatója a Nap sugárzásából származó energia. A víz mindhárom halmazállapotában előfordul a Földön, így megtalálható folyékony, szilárd és gáz halmazállapotban. Az óceánok és tavak víztesteinak párolgásából a vízmolekulák a légterbe kerülnek, amelyek felhőkké



4. ábra  
Víz körforgás, hidrológiai ciklus

alakulnak. A felhőkből a víz csapadék formájában, mely lehet folyékony és szilárd halmazállapotú, a Föld felszínére hullik. A szárazföldre hullott csapadék felszín feletti illetve felszín alatti vízmozgások formájában képes mozogni. A felszínre hullott csapadék a nehézségi erő hatására lefolyik és folyórendszerek hálózatában összegyülekezve visszakerül az óceánokba. A talajba szivárgott víz a felszín alatti vizeket táplálja, másrészt források formájában a felszínre kerül, valamint a talajból növényi és felületi párolgás formájában a légterbe kerül (Subramanya, 2013) (4. ábra).

ahol: 0 – evaporáció az óceánból

1 – esőcsepp párolgása

2 – intercepció

3 – transzspiráció

4 – evaporáció a talajfelszínről

5 – evaporáció a víztestekről

6 – felszíni lefolyás

7 – beszivárgás

8 – talajvíz

9 – mélyebb rétegekbe szivárgás

A hidrológiai rendszerek elemzése a tömegmegmaradás törvényén nyugvó vízmérleg megközelítésen alapul. A vízmérleg megközelítés alapösszefüggése a hidrológiai egyenlet, amelyet így foglalhatunk össze:

$$\text{Befolyás} = \text{kifolyás} \pm \Delta \text{Tározás}$$

A befolyás komponensei: csapadék, felszín alatti hozzáfolyás, felszíni hozzáfolyás, emberi import (pl. csatornán keresztül a területre bevezetett víz, öntözés). A kifolyás komponensei: evaporáció, transzspiráció, felszín alatti elfolyás, felszíni elfolyás, emberi export (pl. csatornán a területen elvezetett víz, vízkivétel kutakon stb.). A tározott készletváltozás: a vízmennyiség megváltozása, mely jelentkezhethet vízszint, vízhozam változás vagy talajnedvesség változásban (Mádlné, et al., 2013).

$$P + SW_{in} + GW_{in} + ANTH_{in} + D_{in} = ET + SW_{out} + GW_{out} + ANTH_{out} + D_{out} + \Delta S$$

ahol: P – csapadék

$SW_{in}$  – felszíni hozzáfolyás

$GW_{in}$  – felszín alatti hozzáfolyás

$ANTH_{in}$  – antropogén vagy emberi betáplálás

$D_{in}$  – bevezetés a vízgyűjtő területre

ET – evapotranszspiráció

$SW_{out}$  – felszíni elfolyás

$GW_{out}$  – felszín alatti elfolyás

$ANTH_{out}$  – antropogén vagy emberi elvonás

$D_{out}$  – elvezetés a vízgyűjtő területről

$\Delta S$  – változás a vízmennyiségben (Anon., 2011).

A hidrológiai rendszerek különféle méretű referencia térfogatra való alkalmazása vezet el a hidrológiai rendszerek osztályozásához, melyek lehetnek zártak és nyitottak. Egy zárt hidrológiai rendszer vonatkozási térfogatán belül a tározott vízkészlet nem változik. A rendszer határai keresztül nincs vízcseré. A zárt rendszerek nagy területeket és hosszú időintervallumokat fednek le, ezáltal a rendszer víztömegében nincs változás. Hidrológiai értelemben a Föld vízmérlegét zárt rendszernek lehet tekinteni. Nyitott rendszerek kisebb területi kiterjedésűek és rövidebb időszakokra vonatkoznak. A nyitott hidrológiai rendszerek határain keresztül van vízforgalom. Amennyiben a nyitott rendszerbe beérkező és távozó vízmennyiség nem egyezik meg, úgy a rendszerben tárolódó vízmennyiség csökken vagy nő a kiinduló mennyiséghez képest (Mádlné, et al., 2013). Egy öntözővíz tározót egyértelműen nyitott hidrológiai rendszernek tekinthetünk.

## **1.6. Párolgás fogalma, párolgást befolyásoló tényezők**

Párolgás alatt azt a folyamatot értjük, amely során a víz folyékony halmazállapotból légnemű halmazállapotba megy át. A felületekről (víz-, hó-, jég-, talaj-, növény-, tető-, útfelület stb.) történő fizikai párolgást (evaporáció) a növényzet fiziológiailag szabályozott párologtatásával (transzspiráció) együtt evapotranszpirációnak nevezzük (MSZ-10-2263:1983) (Csáki, 2019). A párolgás a vízkörforgás egyik legjelentősebb kiadási tagja, így vízgazdálkodási szempontból kiemelkedően fontos annak vizsgálata. Egy tó vagy víztározó párolgásának pontos előrejelzése mind a vízgazdálkodás, mind a vízgyűjtő-gazdálkodás szempontjából fontos (Simon, et al., 2016). A párolgás pontosabb ismerete vízgazdálkodásban gyakorlati hasznosítási lehetőségekkel is jár. Segítségét nyújthat az öntözési igények megállapításában és az öntöző rendszerek tervezésében a mezőgazdasági területeken, víztározók és csatornák tervezésében, kivitelezésében és üzemeltetésében vagy a csapadékból származó hasznosítható vízkészlet számításában (Csáki, 2019). A víz párolgása igen jelentős energiaigényű folyamat. A párolgás a vízhőmérséklet, a relatív páratartalom és a szél függvényében alakul ki.



A párolgás vizsgálatokor abból kell kiindulni, hogy két különböző víztartalmú rendszer kapcsolatáról van szó. A pára leadó rendszer a talaj, a növények és a talaj felszínén levő víz. A párafelvevő rendszer pedig a levegő. A párafelvevő rendszer telítettségi hiánya határozza meg a párolgás lehetőségét. A lehetséges párolgás a levegő és a víz hőmérsékletétől, a levegő páratelítettségétől és felületközeli légrétegben kialakuló szélsőségtől függ (Fehér, et al., 1986). A szabad vízfelszín párolgása mellett megkülönböztetjük a valóságos területi párolgást (evapotranszpiráció). Ennek a felső határát a lehetséges párolgást vagy potenciális evapotranszpirációt, amelyet a környezet meteorológiai tényezői között a talaj és a növényzet képes lenne elpárologtatni, ha ehhez az összes elpárologtatható víz a talajban rendelkezésre állna.

A víz minden molekulája a benne felhalmozott hőkésszlettől függő mozgást végez, azaz a tárolt hő a molekulák kinetikus energiájaként raktározódik. Az egymással ütköző molekulák mozgásiránya, sebessége megváltozik, kinetikus energiája cserélődik. Melegebb vízben az egyes molekulák élénkebbek és így a molekulák sebességének átlaga nagyobb. A vízmolekulák kritikus sebessége az, amelynél gyorsabban mozgó molekulák elegendő energiával rendelkeznek ahhoz, hogy vízteret elhagyják, elpárologjanak. A víz hőmérséklet növelésével a kritikus sebességnél gyorsabb mozgást végző molekulák száma növekszik. A párolgás a víz felszínközeli hőmérsékletének függvénye. A kritikus sebességet elért molekulák csak a vízfelületén keresztül hagyhatják el a folyékony halmazállapotú vizet. Az elpárologó víz mennyisége a párolgó felület nagyságával egyenesen arányos.

A vízrétegből a légtérbe belépő molekulák a vízfelület felett elhelyezkedő légréteg nedvességtartalmát növelik és az a telítettség állapotába kerül. A telített páratartalmú légrétegbe belépő molekulák száma megegyezik a kicsapódó molekulák számával. A levegőben a víz gázhalmazállapotú molekulái minden irányban diffundálnak. Ennek a diffúzióknak a sebessége a levegő relatív páratartalmának függvénye. Minél alacsonyabb a levegő relatív páratartalma, annál nagyobb a vízfelület feletti réteg 100%-os relatív páratartalmától való eltérése (gradiens). A nagy relatív páratartalom hiány segíti a víz párolgását. (Zsuffa, 1996) A párolgás értéke arányos a víz hőmérsékletéhez tartozó telített vízgőznyomás ( $e_w$ ) és a levegő aktuális gőznyomásának ( $e_a$ ) különbségével. (Dalton-törvény szerint:  $E_L = C \cdot (e_w - e_a)$ , ahol  $E_L$  a párolgás mértéke,  $C$  konstans,  $e_w$  és  $e_a$  gőznyomások.) (Subramanya, 2013) A levegő relatív páratartalmától függő diffúziós áramlás viszonylag lassú folyamat.

A vízfelület felett képződő telített levegőréteget a vízfelszín felett áramló légmozgás elfújja, így a párolgás intenzitása fokozódik (Zsuffa, 1996). A vízfelületek feletti turbulens szél hatására a telített vízgőzben gazdag légréteg keveredik a telítetlen légrésszel, így érhető el a párolgás maximális értéke. Széles vízfelület feletti lamináris jellegű szél eltolja a felület feletti telített vízgőz tartalmú légréteget, így elmozdított légréteg hatása alig különbözik a mozdulatlanétól (Subramanya, 2013).

A vízfelület párolgását befolyásoló fő tényezők: a párolgó víz hőmérséklete ( $T$ ), a levegő relatív páratartalma ( $r$ ) és vízfelszín feletti szél sebessége ( $v$ ).  $E = f(T, r, v)$  (Zsuffa, 1996). Egyéb a vízfelületek párolgását befolyásoló tényező. Amennyiben a tengerszint feletti magasság nő, az atmoszférikus nyomás ennek függvényében csökken. Amennyiben az egyéb tényezők változatlanok maradnak, úgy az atmoszférikus nyomás csökkenésére a párolgás mértéke növekszik.

A víztestek energiája a Nap sugárzásból érkező energia elnyeléséből növekszik. A nagyobb mélységű tavak energiaelnyelő és tározó képessége magasabb, mint a sekélyebb tavaké. Ezért a mélyebb tavak ugyanolyan körülmények között lassabb ütemben melegednek fel, így a párolgásuk alacsonyabb lesz. A téli hónapokba viszont a jó hőtároló képességük miatt magasabb lesz a párolgás mértéke, mint a sekélyebb tavaké.

A párolgás mértéke továbbá függ a vízben oldott sók mennyiségétől. Minél magasabb a víz oldott sótartalma, annál alacsonyabb a párolgás mértéke. Ugyanolyan körülmények között a tengervíz párolgásának mennyisége 2-3%-kal alacsonyabb, mint az édesvízé (Subramanya, 2013).

## **1.7. A szabad vízfelületek párolgásának meghatározása**

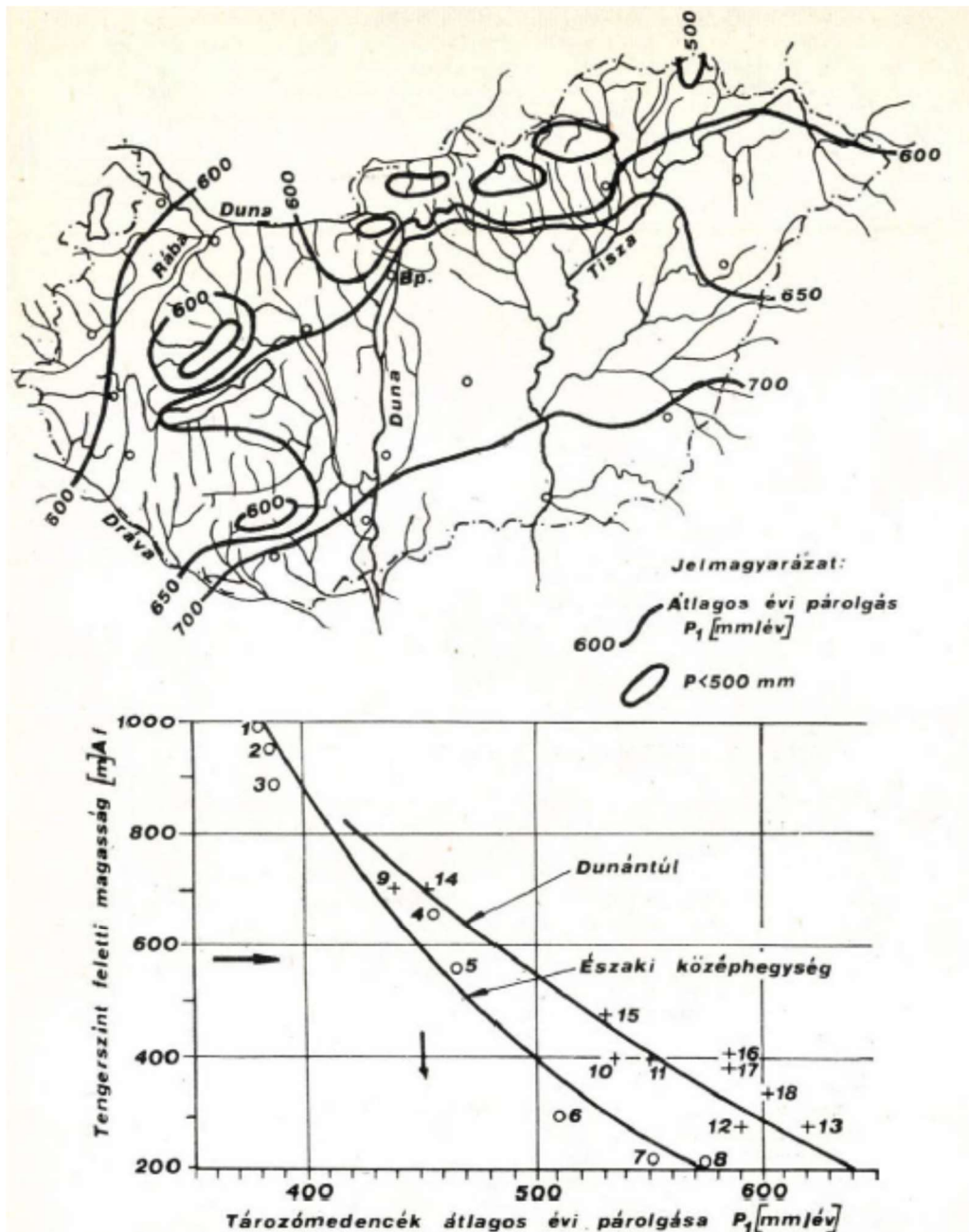
A szabad vízfelületek párolgása esetén a tényleges párolgás megegyezik a potenciális párolgással. Tavak, tározók vagy egyéb vízfelületek párolgási veszteségének meghatározása egyes műszaki hidrológiai feladatoknál elengedhetetlen. A vízfelületek párolgásának mértékét különféle módszerekkel határozhatjuk meg. Ezekből mutatok be párat:

### **Vízfelületpárolgás becslése**

A vízfelületpárolgás sokévi átlagértékének meghatározására alkalmas a lenti térkép. Mely térkép elsősorban a síkvidékre és alacsonyabb dombvidékre alkalmazható. Magasabb

domb- és hegyvidéken elhelyezkedő szabad vízfelületek esetén az alsó grafikont lehet használni (Budavári, 1978) (5. ábra).

A térképen megadott számértékek jó közelítéssel átlagos adottságú hazai állóvizekre érvényes. A széltől védett és az átlagosnál lényegesen mélyebb hazai állóvizek párolgása 10-20%-kal kevesebb lehet, a szél hatásának kitett sekély állóvizeké 10-20-cal több lehet a térképről, diagrammról leolvasható értékektől (Kontur, et al., 1993).



5. ábra  
Vízfelületek párolgása

## **Szabad vízfelületek párolgásának mérése:**

### *Wild-féle párolgásmérő*

A Wild-féle párolgásmérő tulajdonképpen egy párologtató edénnyel ellátott érzékeny mérleg, melyben az elpárolgott víz mennyiségét a tizedmilliméter beosztású skálán egy mutató segítségével olvashatjuk le. A párolgásmérő műszeren a veszteséget mérjük, ezért a skála beosztásának iránya fordított, azaz feltöltött állapotban nullát mutat. A párologtató felület nagysága  $250 \text{ cm}^2$  és minegy  $4,5\text{-}5 \text{ dl}$  víz van benne feltöltött állapotban (Szász & Tőkei, 1997).

### *Piche-féle párolgásmérő*

A Piche-féle párolgásmérőben a párologtató felület egy nedvesített itatópapír. A párolgásmérő egy tizedmilliméter beosztással ellátott felül zárt vízzel töltött üvegcső, amely kb.  $30 \text{ cm}$  hosszú. Ennek az üvegcsőnek az aljára van felerősítve egy fémrugó és fémgyűrű segítségével a kb  $1 \text{ cm}^2$  itatópapír. Az itatópapírról elpárolgott víz mennyisége a beosztás alapján azonnal leolvasható  $0,1 \text{ mm}$ -es pontossággal (Zsuffa, 1996).

### *„A” típusú párolgásmérő kád*

Az „A” típusú kádat nemzetközi szabványként elfogadják. Az „A” kád  $1,2 \text{ m}^2$  felületű,  $28\text{-}30 \text{ cm}$  mélységű henger alakú edény, melyben egy fix pontra ( $20 \text{ cm}$ ) helyezett alapszinthez viszonyítva történik az elpárolgott vízmennyiség mérése  $0,1 \text{ mm}$  pontossággal. Az elpárolgott vizet időnként pótolni kell. A feltöltő vizet pontosan kell mérni. A csapadékot, mint feltöltő vizet vesszük figyelembe (Vermes, et al., 1997).

### *„GGI-3000” típusú párolgásmérő kád*

„GGI-3000” típusú párolgásmérő kád abban tér el az A típusú párolgásmérő kádtól, hogy ez a talajba van süllyesztve és ezáltal a talaj hőállapotának a párolgásban játszott szerepét is kimutatja. A párolgásmérő kád felülete  $0,3 \text{ m}^2$  és  $65 \text{ cm}$  mélységű, melyből  $60 \text{ cm}$  földbe süllyesztett rész. A talajfelszín felé  $5 \text{ cm}$  nyúlik. A mérés  $0,1 \text{ mm}$  pontossággal történik. A feltöltő vizet pontosan kell mérni. A csapadékot, mint feltöltő vizet vesszük figyelembe (Vermes, et al., 1997).

### *„U” típusú párolgásmérő kád*

„U” típusú párolgásmérő kád esetében a párologtató felület  $3 \text{ m}^2$ . A kád mélysége 50 cm, melyből 45 cm van talajba süllyesztve. A mérés 0,1 mm pontossággal történik. A feltöltő vizet pontosan kell mérni. A csapadékot, mint feltöltő vizet vesszük figyelembe (Vermes, et al., 1997).

### *Párolgásmérő kádak összehasonlítása*

Egy 1965-ös hazai tanulmány szerint, melyben öt éves hazai kádpárolgás mért adatait vizsgálták a következő megállapításokat tették: Az „A” típusú kád kb 20%-kal párologtat többet, mint az „U” típusú párolgásmérő kád. Valamint az „A” és „GGI-3000” típusú kádak között hosszú idő átlagában nincs jelentős különbség (Zsuffa, 1996).

### *Merítőedényes módszer*

Az Országos Meteorológiai Szolgálat alkalmazza a merítőedényes módszert. Ennek lényege, egy megfelelően méretezett edénykével és egy Piche-féle párolgásmérő csővel végezhető el a víz nível állásának megállapítása. A mérést úgy végezzük, hogy először a merítőedény zárócsapját kinyitjuk, majd nyitott állapotban ráhelyezzük a kádban lévő fix pontra. Rövid idő múlva az edénykében is kialakul a kád pillanatnyi állapotára jellemző nível szint. A csavar segítségével zárjuk az edénykét és kiemeljük a fix pontról és a Piche-féle párolgásmérő csőbe átöntjük és itt tizedmilliméterben leolvashatjuk a víz nívelt. Egymást követő mérések esetében csökkenő számsort kapunk, ahol a szomszédos számok különbsége adja meg az elpárolgott víz mennyiségét (Zsuffa, 1996).

### *Elektromos érzékelő*

A csapadékmérésnél alkalmazott elv szerint a pontosságot a párolgásmérő kád felületének 1/1000-nyi felületű üveghengerből pótoljuk a kádból elpárolgott vizet. A vízfelszín rögzített szintjének elérését, az ezen a szinten rögzített, elektronikus relével kapcsolt elektródán át rövidre zárt áramkör fény vagy hang jelzi. Az üveg hengeren leolvasott 1 centiméternyi vízoszlop az ezerszeres kádfelület 0,01 mm szintváltozásnak felel meg (Zsuffa, 1996).

## Szabad vízfelületek párolgásának számítása:

### *Meyer eljárás*

Meyer-féle eljárás a tényleges havi párolgás meghatározására alkalmas. Az összefüggés meteorológiai tényezők felhasználásával a tényleges vízfelületpárolgási értékek meghatározását tesz lehetővé.

$$P = a * (E(t') - e) * (1 + bw) \quad \left(\frac{mm}{hó}\right)$$

ahol:

- $E(t')$  – a közvetlen vízfelszín feletti levegő telítési páratartalma, melyet  $t'$  (°C) havi közepes víz hőmérséklet alapján határozzák meg ( $g/m^3$ )
- $e$  – vízfelszín feletti levegő abszolút nedvességtartalmának havi középértéke ( $g/m^3$ )
- $w$  – havi közepes szélesebség (m/s)
- $a, b$  – állandók, melyek magukban foglalják a dimenzió átszámítást, a magassági redukciót és az éghajlat-földrajzi viszonyokat (Subramanya, 2013).

### *Párolgás meghatározása kádpárolgási adatok alapján*

A párolgásmérő kádhálózat adatainak felhasználásával közvetlen adatokat kapunk a vízfelületpárolgás értékeire. A kádpárolgásból ( $P'$ ) a szabad vízfelület párolgására ( $P$ ) egy  $c$  konstans szorzótényező felhasználásával térhetünk át. A  $c$  szorzótényező értékeit az egyes kádtípusokra a tengerszint feletti magasság függvényében táblázatban foglalták össze. ( $c$  szorzótényező értéke „A” típusú kád esetében hazai viszonylatban 0,71-0,82 körül van.)

$$P = c * P'$$

ahol:

- $P$  – szabad vízfelszín párolgása
- $P'$  – kádpárolgás
- $c$  – átszámítási szorzótényező (Kontur, et al., 1993).

### *Párolgás számítása aerodinamikai módszerrel*

Tavak és tározók tényleges párolgását aerodinamikai alapon is meghatározhatjuk. Eszerint vízfelület havi párolgása:

$$P = N * (E(t') - e) * w$$

ahol:

- $E(t')$  –  $t'$  havi közepes vízhőmérséklettől függő nedvességtartalom ( $\text{g/m}^3$ )
- $e$  – tényleges nedvességtartalom havi középértéke ( $\text{g/m}^3$ )
- $w$  – havi közepes szélesség ( $\text{m/s}$ )
- $N$  – egy faktorszám, értéke 8,76-9,7 változik (Kontur, et al., 1993).

*Evapotranszpiráció meghatározása sugárzási módszerrel – Makkink formula*

Ez a módszer a Föld bármely pontján lehetővé teszi a maximális potenciális evapotranszpiráció értékeinek számítását. Ismerni kell a léghőmérsékletet, napsütötte órák számát, felhőborítottságot.

$$ET_0 = c * W * R_s$$

ahol:

- $ET_0$  – referencianövény evapotranszpirációja (mm/nap)
- $c$  – szorzószám, mely a közepes légnedvesség és szélesség függvénye
- $W$  – súlyszám, ami a hőmérséklettől és a földrajzi szélességtől függ
- $R_s$  – a soláris radiációval megegyező párolgás (mm/nap) (Kontur, et al., 1993).

*Antal-féle párolgászámítási módszer*

A potenciális párolgás számítására Magyarországon általában az Antal-féle összefüggést alkalmazzák. Ebben az összefüggésben a szél hatása az egyenlet paramétereiben van beépítve.

$$ET_{pot} = a * (E - e)^b * (1 + \alpha * t)^c$$

ahol:

- $ET_{pot}$  – potenciális evapotranszpiráció
- $E$  – a léghőmérséklethez tartozó telítési párányomás
- $e$  – tényleges párányomás napi középértéke
- $\alpha$  – hőkitágulási együttható
- $a = 0,74$ ,  $b = 0,7$ ,  $c = 4,8$  (Antal, 1968)

Thornthwaite módszer:

$$ET_{pot} = 1,6 * \left(\frac{10 * T}{I}\right)^a$$

ahol:

- $ET_{pot}$  – potenciális evapotranspiráció
- $T$  – havi átlagos hőmérséklet
- $a$  – kitevő, mely a hőindexből számítható
- $I$  - hőindex (Antal, 1968)

## 1.8. Szivárgás fogalma, szivárgást befolyásoló tényezők

Az öntözővíztározók másik jelentős veszteségtényezője a szivárgási veszteség. Amennyiben a talajtest vízszintkülönbségnek kitett, úgy szivárgás történik a magasabban fekvő vízszint felől az alacsonyabban fekvő felé. Állandó vízszintkülönbség mellett az  $A$  keresztmetszeti talajtesten  $Q$  vízhozam szivárog át. A szivárgási sebességet a vízhozam és a keresztmetszeti terület hányadosaként értelmezzük:

$$v_s = \frac{Q}{A}$$

ahol:

- $v_s$  – szivárgási sebesség (m/s)
- $Q$  – átszivárgó vízhozam (m<sup>3</sup>/s)
- $A$  – keresztmetszeti terület (m<sup>2</sup>) (Gribovszki, et al., 2014).

A  $v_s$  szivárgási sebesség nem azonos a talajszemcsék között áramló víz tényleges sebességével. Ettől az értéktől kisebb, ugyanis a meghatározásakor nem a tényleges áramlási keresztmetszetet veszi figyelembe, hanem a talajtest keresztmetszetét. Ettől függetlenül alkalmas a szivárgás gyakorlati célú jellemzésére és számszerűsítésére.

Porózus közegben történő áramlás esetén a szivárgási sebességet Darcy-féle törvény segítségével számítják. Kísérletek során azt tapasztalták, hogy eltérő szemcseszerkezetű talajokat különféle gradiensű vízhatásnak kiteve a talaj vízáteresztő képessége (szivárgó víz sebessége) arányos az adott áramlási szakaszon ( $L$ ) érvényesülő nyomásvesztéssel ( $h_v$ ) vagyis a hidraulikus gradienssel ( $I$ ), valamint a talajra jellemző tényezővel. A Darcy-törvény alakja a következő:

$$v_s = k * \frac{\Delta h}{\Delta l} = k * I$$



ahol:

- $v_s$  - szivárgási sebesség (m/s)
- $k$  – talajra jellemző szivárgási tényező (m/s)
- $i$  – hidraulikus gradiens (Gribovszki, et al., 2014).

A szivárgást befolyásoló tényezők közül a szivárgási tényező számos körülmény együttes hatásától függ:

- talaj szemcsék alakjától és elrendeződésüktől
- szemcseátmérőtől és szemcseeloszlástól
- hézagterefogattól illetve a hézagtényezőtől
- az aktív keresztmetszettől
- pórusokban szivárgó folyadék viszkozitásától és sűrűségétől, melyek a hőmérséklettől függnnek
- pórusokban található oldatlan gáz mennyiségétől (Gribovszki, et al., 2014).

A víztározó gát alatt, valamint a gáton keresztül elszivárgó víz a tárolt, az időben változó vízmennyiségnek  $S_i(t)$  megfelelő  $H(S_i)$  tóvízállástól függő víznyomásnak és szivárgó felületnek a függvénye (Zsuffa, 1999).

$$S_{z_l} = f[S_i(t)]$$

A víztározó gátak esetében törekedni kell a gátak szivárgási veszteségének minimalizálására. Ezt a gát anyagának megfelelő minőségű kiválasztásával vagy vízzáró réteg beépítésével lehet elérni. A gátest erodálás elleni védelme a védett oldalon gyepesítéssel, a víz oldalon burkolattal, vagy nádsáv telepítéssel lehetséges (Gribovszki, et al., 2014).

A föld anyagú (nem fóliával borított felületű) víztározó gátak esetében tapasztalható a szivárgási tényező trendszerű csökkenése, ha a gát anyagába szivárgó víz hordalékos, ezt a hordalékot a rétegváz pórusaiban lerakja. Ezt a folyamatot nevezik kolmatációnak. A kolmatáció az idő folyamán csökkenti a szivárgási tényező értékét. Ma még ezt a folyamatot kevésbé ismerjük. A kolmatáció jelensége függ a szivárgó víz hordalékosságától, a hordalék minőségétől, anyagától (Juhász, 2002). Tapasztalatok szerint a kolmatált réteg vastagsága csekély, mindösszesen pár centiméter vastagságú. Az alatta lévő kőzet gyakorlatilag a változatlan, az eredeti szivárgáshidraulikai jellemzőkkel rendelkezik (Tolnai, 2020). A víztározó gátak esetében a kolmatáció jelensége pozitív, mivel csökkenti a szivárgási sebességet.

## **2. A VIZSGÁLATOK ANYAGAI, MÓDSZEREI**

Most az 1.7. fejezetben ismertetett szabad vízfelületek párolgásának számítására kidolgozott módszerek közül három módszerrel számítom a Lapáncsai víztározó vízfelületének párolgását. A Meyer módszerrel és az aerodinamikai módszerrel a víztározó párolgási veszteségeinek havi adataira kapunk információt. A Magyarországon leginkább elterjedt Antal módszerrel napi párolgás adatokat kapunk. Ezen kívül ismertetem az ellenőrző mérésre használt mérőkádas rendszert.

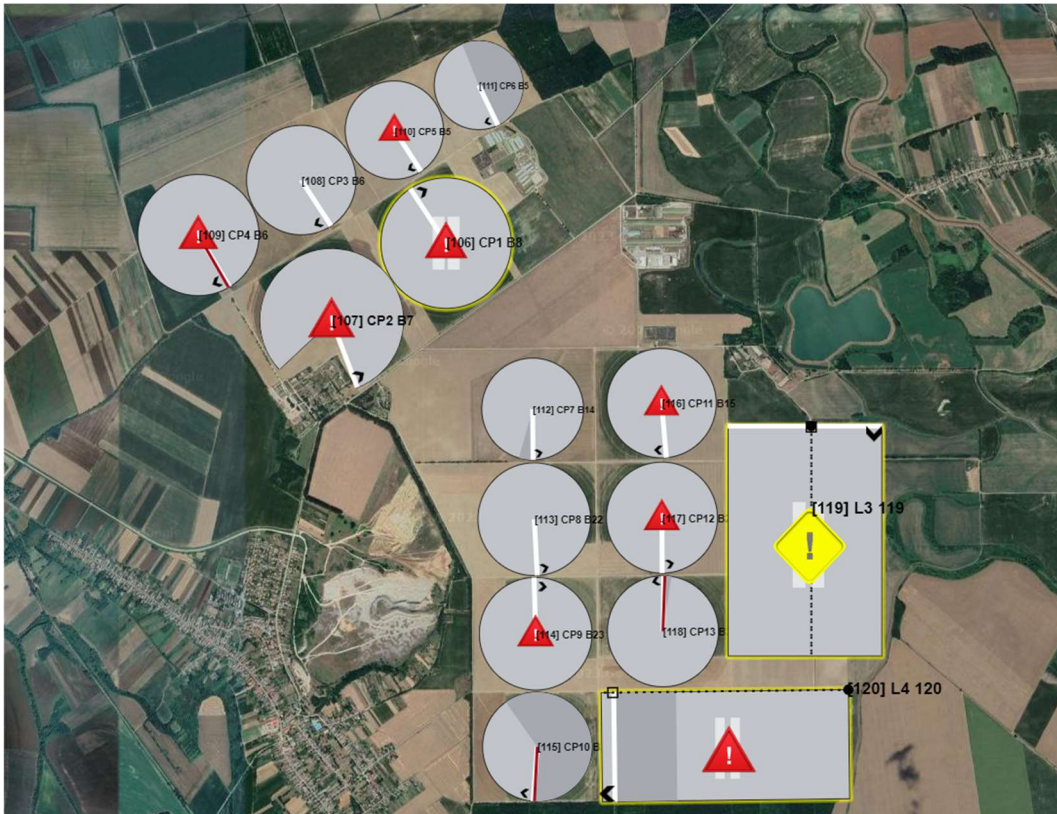
A következő fejezetben számított és mért adatokat összehasonlítom, elemzem.

### **2.1. A beremendi öntözőrendszer és a Lapáncsai víztározó bemutatása**

A Bóly Zrt. használatában lévő mezőgazdasági területre 2009-ben megtervezett és 2012-ben átadott öntözőrendszer segítségével 1107 ha mezőgazdasági területet vont öntözhető terület alá. A beruházással érintett terület Magyarország és Horvátország államhatár környezetében található síkságon található. Az öntözőrendszerbe a kor technológiájának megfelelő esőztető berendezések lettek tervezve és megépítve. Az öntözési feladatokat 13 db körforgó (Centar Pivot) és 2 db lineár öntöző berendezéssel oldották meg. Azoknál a körforgó berendezéseknél, ahol műszakilag megoldható volt sarok beöntöző, corner tagok kerültek beépítésre (6. ábra).

Az öntözőrendszer vízellátása a Karasica vízfolyásból biztosított. A Lapáncsa külterületén épült 825.000 m<sup>3</sup> kapacitású tározót a Karasica téli félévében elfolyó vizeinek részleges hasznosításával valósul meg. Ez a megoldás kedvező a vízfolyás nyári ökológiai vízkészletének megőrzése szempontjából.

Az öntözővizet korszerű számítógéppel vezérlehető, automatikusan működő szivattyútelep segítségével juttatják az öntöző berendezésekhez. A vezérléshez Base Station rendszert használnak.



6. ábra  
Az öntözőrendszer kialakítása

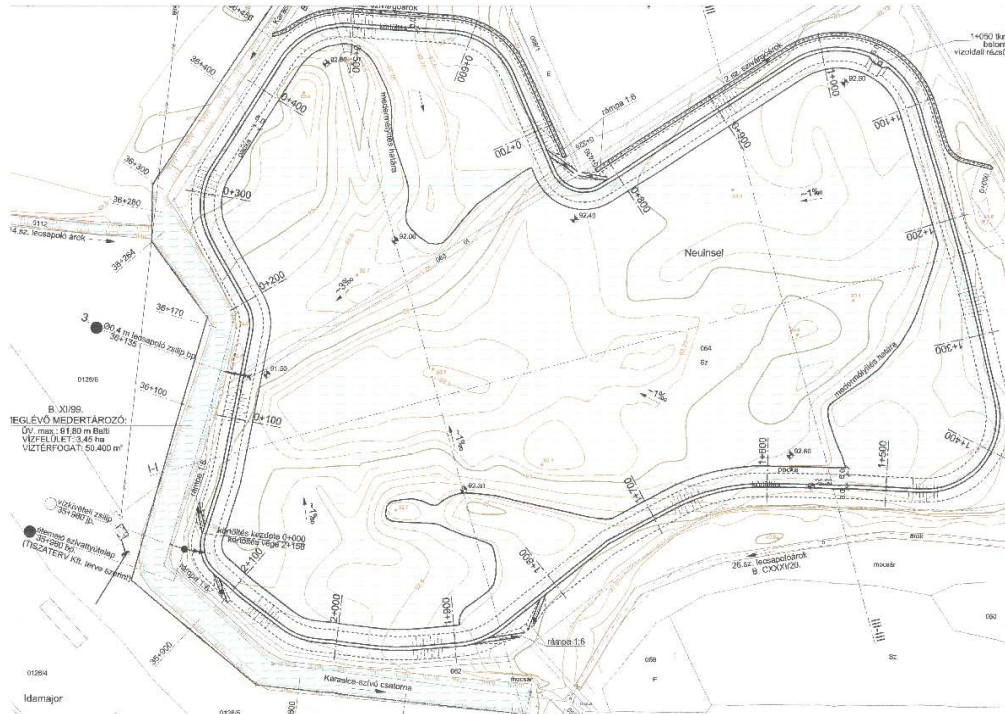
A lapáncsai víztározó körtöltéses típusú (7. ábra). Főbb adatai a következők:

- tározó hasznos térfogata: 825.000 m<sup>3</sup>
- körtöltés hossza: 2156 m
- körtöltés szélessége: 3 m
- vízfelszín területe: 24 ha
- átlagos vízmélység: 3,5 m

A tározóban kialakuló változó vízszint miatt a körtöltés hullámverés elleni védelmét geotextília terítésével és vízdoldali füvesítésével kívánták biztosítani. A tározó feltöltése a Karasica szívóárokából átemelő szivattyú üzemeltetésével történik. A tározó leürítése tiltó műtárgy, lecsapoló zsilip, használatával gravitációsan történik. Az öntöző rendszert a szívóárok mellé telepített szivattyúteleppel szolgálják ki.

A tározó feltöltésének megkezdésekor már észlelték, a tározó dél-dél-keleti töltésének mentett oldalán szivárgás tapasztalható. A töltéssel párhuzamos szivárgóárokból víz jelent meg. A vízmércén mért adatok alapján az átlagos vízszint csökkenés a napi 1,2-1,5 cm-t is elérte, ez kb 3.000 m<sup>3</sup> jelentett. Az elmúlt 10 év alatt tározó vízdoldali rézsűjén a geotextília és füvesítés megsérült és a szél okozta nagymértékű hullámzások

következtében a víz a rézsút egyes szakaszokon megbontotta, suvadások, csúszások keletkeztek.



7. ábra  
A Lapáncsai víztározó

## 2.2. Víztározó párolgásszámítása Meyer eljárással

A Lapáncsai víztározó vízfelületének párolgását először a Meyer-féle eljárással számolom ki. Meyer szerint a vízfelületpárolgás havi mértékét a következő összefüggéssel számolható:

$$P = a * (E(t') - e) * (1 + bw) \quad \left(\frac{mm}{hó}\right)$$

1. táblázat  
Meyer eljárás számítása

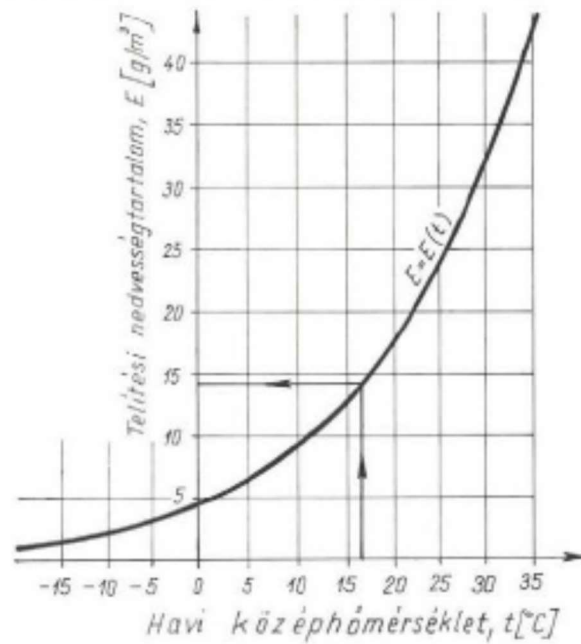
Hónap	január	február	március	április	május	június
Léghőmérséklet t [°C]	1,7	5,15	5,29	10,38	17,93	22,4
Víz hőmérséklet, t' [°C]	1,53	4	5,64	10,65	19,3	22,66
Telítési nedvességtartalom E(t') [g/m <sup>3</sup> ]	5,3	6,37	7	9,6	17,1	20

RH [%]	81,3	74,3	58,7	71,6	70,88	71,1
Tényleges nedvesség-tartalom e [g/m <sup>3</sup> ]	4,2	5,1	4,05	6,7	10,7	13,9
Nedvesség hiány [g/m <sup>3</sup> ]	1,1	1,27	2,95	2,9	6,4	6,1
Szélesség w [m/s]	1,65	2	1,53	1,55	0,79	0,96
Tényleges vízfelület-párolgás P [mm/hó]	16,1	19,6	42,4	41,8	81,5	80
Elpárolgott vízmeny-nyiség V <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> ]	3862	4694	10171	10029	19566	19196

Hónap	július	augusztus	szeptember	október	november	december
Léghőmérséklet t [°C]	23,5	23,18	16,35	13,1	7,51	4,28
Víz hőmérséklet, t' [°C]	23,13	23,44	17,6	13,96	8,74	3
Telítési nedvesség-tartalom E(t') [g/m <sup>3</sup> ]	21,3	21,44	15	12	9	6
RH [%]	58,51	69,1	81,5	86,75	96,9	93,7
Tényleges nedvesség-tartalom e [g/m <sup>3</sup> ]	12,75	14,6	11,3	9,4	7,6	5,7
Nedvesség hiány [g/m <sup>3</sup> ]	8,55	6,8	3,7	2,6	1,4	0,3
Szélesség w [m/s]	1,61	1,29	1,08	0,65	1,13	0,9
Tényleges vízfelület-párolgás P [mm/hó]	124,3	94,1	49,5	32,3	18,9	3,9
Elpárolgott vízmeny-nyiség V <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> ]	29840	22584	11878	7756	4531	935

A léghőmérséklet havi átlagát a meteorológiai adatok alapján számítottam, a tározó vízfelszín hőmérsékletét méréssel állapítottam meg és az adatok alapján vettem az átlagokat (1. táblázat). A vízfelszín havi közepes hőmérsékletadatai alapján a (8. ábra) található E(t') függvény segítségével meghatározhatók a hozzátartozó telítettségi nedvességtartalom értékek.

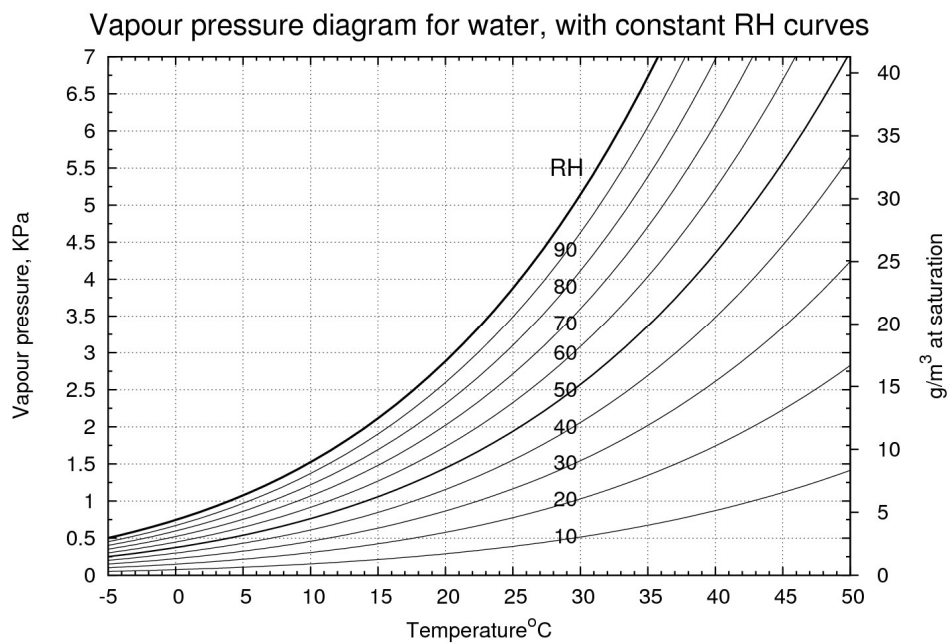
Havi közepes hőmérséklet $t$ [°C]	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
Telítési nedvességtartalom $E$ [g/m <sup>3</sup> ]	1,43	2,14	3,16	4,88	6,54	9,21	12,79	17,54	23,76	31,83	42,48



8. ábra

Összefüggés a telítettségi nedvességtartalom meghatározására

A tényleges nedvességtartalom értékek meghatározásához, a havi átlagos hőmérséklet és a havi átlagos relatív páratartalom adatok ismeretében a (9. ábra) szereplő diagramot használtam.



9. ábra

Összefüggés a relatív nedvességtartalom meghatározására,  
<https://www.conservationphysics.org/cpw/Storage/Fundamentals.html>

A havi átlagos szélesség adatokat meteorológiai adatbázisból számítottam.

Az  $a$  és  $b$  tapasztalati állandó értéke a mérési körülményektől függ. A hazai meteorológiai hálózatban szabványosított mérési magasságok és havi időegységben végzett számítások esetében  $a = 11$  és  $b = 0,2$  értékekkel számíthatunk.

Így a Meyer összefüggésben szereplő valamennyi paraméter rendelkezésünkre áll, a behelyettesítés után megkapjuk a víztározó felületéről elpárolgó víz havi mennyiségét. A kapott érték esetében megszorozzuk a Lapáncsai tározó vízfelület nagyságával ( $240000 \text{ m}^2$ ) megkapjuk a havonta elpárolgott víz mennyiségét  $\text{m}^3$ -ben.

### 2.3. Víztározó párolgásszámítása aerodinamikai módszerrel

A tavak és tározók tényleges párolgását aerodinamikai alapokon is meghatározhatjuk. Eszerint a vízfelület havi párolgását a következő összefüggéssel számíthatjuk:

$$P = N * (E(t') - e) * w$$

A számításhoz szükséges adatokat a következő táblázatban (2. táblázat) gyűjtöttem össze:

2. táblázat  
Az aerodinamikai módszer számítása

Hónap	január	február	március	április	május	június
Léghőmérséklet $t$ [°C]	1,7	5,15	5,29	10,38	17,93	22,4
Víz hőmérséklet, $t'$ [°C]	1,53	4	5,64	10,65	19,3	22,66
Telítési nedvességtartalom $E(t')$ [g/m <sup>3</sup> ]	5,3	6,37	7	9,6	17,1	20
RH [%]	81,3	74,3	58,7	71,6	70,88	71,1
Tényleges nedvességtartalom $e$ [g/m <sup>3</sup> ]	4,2	5,1	4,05	6,7	10,7	13,9
Szélesség $w$ [m/s]	1,65	2	1,53	1,55	0,79	0,96
N faktor értéke	9,7	8,76	9,7	9,38	9,7	9,38
Tényleges vízfelület-párolgás $P$ [mm/hó]	17,6	22,25	43,8	42,2	49	54,9
Elpárolgott vízmenynyiség $V_p$ [m <sup>3</sup> ]	4225	5340	10507	10119	11770	13183

Hónap	július	augusztus	szeptember	október	november	december
Léghőmérséklet $t$ [°C]	23,5	23,18	16,35	13,1	7,51	4,28
Víz hőmérséklet, $t'$ [°C]	23,13	23,44	17,6	13,96	8,74	3
Telítési nedvesség-tartalom $E(t')$ [g/m <sup>3</sup> ]	21,3	21,44	15	12	9	6
RH [%]	58,51	69,1	81,5	86,75	96,9	93,7
Tényleges nedvesség-tartalom $e$ [g/m <sup>3</sup> ]	12,75	14,6	11,3	9,4	7,6	5,7
Szélsebesség $w$ [m/s]	1,61	1,29	1,08	0,65	1,13	0,9
N faktor értéke	9,7	9,7	9,38	9,7	9,38	9,7
Tényleges vízfelület-párolgás $P$ [mm/hó]	133,5	85,1	37,5	16,4	14,8	2,6
Elpárolgott vízmeny-nyiség $V_p$ [m <sup>3</sup> ]	32046	20421	8996	3934	3561	628

## 2.4. Víz tározó párolgásszámítása Antal féle módszerrel

Antal Emánuel (1931-) az 1960-as évek közepén a szarvasi kutatóállomáson foglalkozott a potenciális evapotranszspiráció kutatásával. Olyan összefüggést dolgozott ki, amely elfogadható adatokat szolgáltat és az adatigénye könnyen kielégíthető. A napi potenciális evapotranszspiráció értékért a főbb meteorológiai elemek napi középértékei felhasználásával számította ki. A potenciális evapotranszspiráció számítására Magyarországon általában az Antal-féle összefüggést alkalmazzák. Ebben az összefüggésben a szél hatása az egyenlet paramétereiben van beépítve.

$$ET_{pot} = a * (E - e)^b * (1 + \alpha * t)^c$$

A számításhoz szükséges adatokat a rendelkezésre álló meteorológiai adatokból vehetők illetve származtathatók, számolhatóak. Az összefüggésben szereplő hőmérséklet  $t$  a napi középhőmérséklet.

A napi középhőmérséklethez ( $t$ ) tartozó telítettségi nedvességet ( $E$ ) több féle módon is meg lehet határozni. Grafikusan, táblázatból valamint számítással. A szükséges telítettségi nedvesség értéket én számolással határoztam meg. A következő összefüggést használtam:

$$E = 611 * e^{\frac{17,27*t}{t+237,3}} [hPa]$$



A tényleges párányomás napi középértékét a rendelkezésre álló meteorológiai adatból, a relatív páratartalom (RH) értékéből származtatom a következő összefüggést alkalmazva:

$$RH = \frac{p_{parciális}}{p_{telítési}} * 100 [\%]$$

Az egyenletet rendezve a következő összefüggést kapjuk a tényleges párányomásra:

$$p_{parciális} = \frac{RH * p_{telítési}}{100} [hPa]$$

Az összefüggésben szereplő paramétereket hazai meteorológiai viszonyokat figyelembe véve a következő értékekkel vettem figyelembe:

$$\alpha = 1/273$$

$$a = 0,74$$

$$b = 0,7$$

$$c = 4,8$$

A számítás eredményeit a Melléklet 1.1-12 táblázatok tartalmazzák.

## 2.5. A lapáncsai víztározó vízfelület párolgásának mérése

A tározó párolgási veszteségét méréssel ellenőriztem. Nem szabványos méretű párolgásmérő kádat készítettem, melyet a tározó D-NY-i vízoldali részsűjén kialakított beton lépcsőn helyeztem el. A párolgásmérő kádat úgy raktam a víztestbe, hogy a tározó vízfelületének magassági szintje a kád peremétől 10-20 cm legyen. Így a tározó felületén keletkező hullámok nem csapnak a párolgásmérő kádba és nem kerül ellenőrizetlenül víz bele. A területen az uralkodó szélirány É-NY irányú, a hullámveréssel leginkább sújtott része a tározónak a D-K területe (10. ábra).



10. ábra  
Párolgás mérő kád, Fotó: Maczkó Norbert, 2022

Mivel a párolgásmérő kád a víztestben áll, ezért feltételezhető, hogy a kádban található víz hőmérséklete megegyezik a tározó vízének hőmérsékletével.

A párolgásmérő kádban a lehető legpontosabban tudjam mérni a vízszint változását, ezért a kádat vízszintesen állítottam be. Ezt úgy értem el, hogy a párolgásmérő kád alá egy csavarorsóval állítható eszközt helyeztem, mellyel tudtam biztosítani a kívánt helyzetet. A párolgásmérő kád külső felére rögzítettem egy hőmérőt, mellyel a tározó víztestének hőmérsékletét tudtam mérni.

A párolgásmérőkád vízszintjének változását egy 150 mm-es tolómérővel mértem. A tolómérő 0,1 mm pontosságú. Az elpárolgott vizet időnként pótolni kellett úgy, hogy a párolgásmérő kád belső pereméhez közel legyen a vízszint, de a szél hatására ne csapjon ki a víz a kádból. Ebben az esetben a vízszint mérését is könnyebben meg tudtam valósítani. Igyekeztem úgy feltölteni a kádat, hogy a kádban lévő vízszintmagasság nagyjából megegyezzen a tározóban lévő vízszinttel. A feltöltést természetesen mindig a leolvasás után végeztem, illetve a feltöltés után vízszintmagasságot ellenőriztem és rögzítettem. A napi méréseket 7.00-kor végeztük.

A tározó feltöltését a Karasica vízfolyás szívócsatorna medertározójába került vízből átemelőszivattyú segítségével történik. (Átemelőszivattyú adatai: Flygt NP3202.180, 22 kW, 400 V,  $Q_{névl}=650 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Az átemelő szivattyú vízszállítási mennyiségét Krohne UFM 610P ultrahangos folyadékáramlásmérő műszerrel ellenőriztem. A mérés eredményeképp megállapítható, hogy az átemelőszivattyú óránként  $663,76 \text{ m}^3$  vizet szállít a víztározóba. A Bóly Zrt. öntözés irányító dolgozói mindig felvezetik az Öntözési naplóba, mikor indították el, illetve mikor kapcsolták ki az átemelőszivattyút. Így tudható, hogy ebben az időszakban mekkora mennyiségű víz került a tározóba. ( $V=t*Q_{szivattyú}$ ). A szivattyú kikapcsolása után a tározó vízszintjét leolvassák a tározóba felszerelt vízmércén és ezt az adatot is rögzítik az Öntözési naplóban.

Az öntözővíz tározóból történő vízkivitel a körtöltésbe épített vasbeton leeresztő zsilipen keresztül történik gravitációs úton. A zsilip nyitásának és zárásának időpontját az öntözés irányító dolgozók rögzítik az Öntözési naplóban, valamint a zsilip elzárása utáni tározó vízszint állását is.

2.5. fejezetben ismertetett vízháztartási egyenlet tagjait ismerem vagy mérem.

$$P + SW_{in} + GW_{in} + ANTH_{in} + D_{in} = ET + SW_{out} + GW_{out} + ANTH_{out} + D_{out} + \Delta S$$

A víztározó területére hulló csapadékot meteorológiai adatokból vettem. A Bóly Zrt. mezőgazdasági területére a Debreceni Egyetem több meteorológiai mérőállomást telepített. A vizsgálatban a tározóhoz legközelebb található állomás adatait vettem. A

víztározó esetében felszíni hozzáfolyás illetve felszíni elfolyás nem értelmezhető, mert a tározóba be- illetve elfolyó felszíni vízforrás nincs. Hasonlóan nem értelmezhető esetünkben a vízgyűjtő területre be- illetve elvezetett vízmennyiség. Antropogén eredetű betáplálás ( $ANTH_{in}$ ) a Karasica vízfolyás szivócsatorna medertározójából átemelőszivattyú segítségével történik. Az átemelő szivattyú vízhozamát a szivattyú működésének üzemórájából származtatom. Antropogén eredetű elvonás ( $ANTH_{out}$ ) a leeresztő zsilipen keresztül történik. A leeresztett vízmennyiséget a víztározó vízmércéjén leolvasható adatokból származtatható. Az evapotranszspiráció mértékét a párolgásmérő kád segítségével mérem. A felszín alatti hozzá- illetve elfolyást egymástól elválasztani, megkülönböztetni nem tudom, ezért ezt a két adatot egyben vizsgálom. A vizsgálat várt eredménye szerint a felszín alatti elfolyás mértéke meghaladja a hozzáfolyás mértékét. Így a vízháztartási egyenletben a felszín alatti vízmennyég változás a negatív oldalon fog szerepelni. Továbbá figyelembe kell venni az év során a víztározóban tárolt vízmennyiségben bekövetkezett változás mértékét ( $\Delta S$ ). Megvizsgálom az év utolsó és az év első napján mért vízszintkülönbséget, melyből számítható a tárolt vízmennyiség változása.

### 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

#### 3.1. Különböző módszerek eredményinek összefoglalása és elemzése

Az 3. táblázatban összefoglalom a különböző módszerekkel számított illetve mért havi párolgás adatokat

3. táblázat  
A különböző módszerekkel számított illetve mért havi párolgás adatok összefoglalása

Hónap	január	február	március	április	május	június
Meyer-módszer	16,1	19,6	42,4	41,8	81,5	80
Aerodinamikai módszer	17,6	22,25	43,8	42,2	49	54,9
Antal-módszer	28,7	40,6	64,6	66	110,2	138,5
Kádpárolgás mérés	33,3	48,1	67,1	63,3	100	108,6

Hónap	július	augusztus	szeptember	október	november	december
Meyer-módszer	124,3	94,1	49,5	32,3	18,9	3,9
Aerodinamikai módszer	133,5	85,1	37,5	16,4	14,8	2,6
Antal-módszer	196,4	158	73,1	44,3	11,1	15,6
Kádpárolgás mérés	148,4	139,3	88,9	38,1	13,3	18,5

A Meyer-féle és az aerodinamikai módszer között lényeges eltérés nem tapasztalható. Gyakorlatilag a két módszert egyenrangúnak tekinthetjük. Az egyes havi párolgási összegek csaknem megegyeznek, az éves párolgásösszegben 84 mm eltérés tapasztalható, ami kb. 14%-os eltérés. (Az éves párolgás összeg Meyer módszerrel: 604 mm, aerodinamikai módszerrel: 520 mm) Véleményem szerint ez az adat elfogadhatók. Havi eltéréseket vizsgálva azt tapasztalom, hogy május és június hónapokban van a legjelentősebb eltérés. Ennek oka, hogy a számítási módszerek érzékenyek a havi átlagos szélesség értékekre. Ezekben a hónapokban az átlagos szélesség alacsony volt ( $w_{\text{május}} = 0,79$  m/s,  $w_{\text{június}} = 0,96$  m/s). A páratelítettségi hiányt (D) pl. június hónapban Meyer módszer szerint  $a \cdot (1 + b \cdot w) = 11 \cdot (1 + 0,2 \cdot 0,96) = 13,11$  szorzótényezővel szorzom, míg aerodinamikai módszer esetében  $N \cdot w = 9,38 \cdot 0,96 = 9$  szorzótényezővel. Ami 45%-s eltérés, ez jelentősnek mondható. Nagyobb átlagos szélesség esetén nincs ekkora eltérés. A két számítási módszer kb.  $w = 1,5$  m/s havi átlagos szélesség esetén ad azonos

párolgás értéket. Szakirodalom szerint a párolgási veszteségek számításánál az aerodinamikai módszert, míg a vízmérleg számításnál a Meyer-féle módszert ajánlják (Kontur, et al., 1993).

Az Antal-féle napi párolgás értékekből, ha havi összeget számolunk és összehasonlítjuk az előző két számítási módszerrel, azt tapasztaltam, hogy szinte minden hónapban magasabb értéket kapam. Az Antal-féle módszerrel számított éves párolgás összege 947 mm/év lett. Ez éves szinten jelentős élérés az előző módszerek eredményeihez képest.

Az Antal-féle módszerrel számított napi párolgásadatok elemzéséből látható, hogy amikor a relatív páratartalom magas volt (jellemzően a téli hónapok), azokon a napokon a napi párolgás értéke alacsony lett. Azokon a napokon, mikor a relatív páratartalom 100% volt a napi párolgás értékére nulla értéket kaptam. A legnagyobb napi párolgás értékeket, várakozásnak megfelelően, a nyári hónapokban kaptam. Ezeken a napokon alacsony volt a relatív páratartalom, nagy volt a levegő páraéhsége.

A víztározó párolgásmérő káddal történő párolgás adatait a Melléklet 1.1-12 táblázatok tartalmazzák. A napi mérések összesítése szerint a tározó éves párolgásösszege 867 mm lett. A havi összesítéseket beírtam a 3. táblázatba. Az eredmények vizsgálata során megállapítható, hogy a mért adatok a nyári hónapokban az Antal-féle módszer által kapott értékek alatt találhatók, az egyéb hónapokban felette. Viszont magasabbak, mint a Meyer és aerodinamikai módszerrel számított értékek.

### **3.2. A Lapáncsai víztározó vízháztartási mérlege a 2022 évre**

A 2.5. fejezetben ismertetett vízháztartási egyenletet használom a Lapáncsai víztározó 2022 évi egyenlegének meghatározásához:

$$\text{Befolyás} = \text{kifolyás} \pm \Delta \text{ Tározás}$$

A részletes egyenletet felírva:

$$P + SW_{in} + GW_{in} + ANTH_{in} + D_{in} = ET + SW_{out} + GW_{out} + ANTH_{out} + D_{out} + \Delta S$$

- $ANTH_{in}$  – antropogén vagy emberi betáplálás – átemelő szivattyúval való öntözővíz betáplálás. a szivattyú 1751 üzemórát dolgozott, ezt az adatot az öntöző

kezelők által vezetett öntözési naplóból vett adat.  $Q = 663,76 \text{ m}^3/\text{óra}$ . Így éves szinten  $ANTH_{in}=663,7*1751=1.162.244 \text{ m}^3$  vizet juttatunk a tározóba.

- $P$  – csapadék éves mennyisége: 598 mm, ami a 24 ha tófelületen  $143.496 \text{ m}^3$
- $ANTH_{out}$  – antropogén vagy emberi elvonás – leeresztő zsilipen történő vízkivétel, mely az öntöző kezelők által vezetett öntözési naplóból vett adat.  $ANTH_{out}=467.280 \text{ m}^3$
- $ET$  – evapotranszpiráció éves értéke: 867 mm, ami 24 ha vízfelületen  $208.046 \text{ m}^3$
- $\Delta S$  – változás a vízmennyiségben – 2022. január 1-én a víztározó vízmagasság értéke: 248 cm, 2022. december 31-én a víztározó vízmagasság értéke: 355 cm. Tehát az év végén több víz volt a tározóban, mint az év elején. A két vízszint közötti eltérés 107 cm, ami szintkülönbség 24 ha-on  $256.800 \text{ m}^3$  vizet jelent
- $SW_{in}$  (felszíni hozzáfolyás),  $SW_{out}$  (felszíni elfolyás),  $D_{in}$  (bevezetés a vízgyűjtő területre),  $D_{out}$  (elvezetés a vízgyűjtő területről) – tagoktól eltekintek
- $GW_{out}$  (felszín alatti elfolyás),  $GW_{in}$  (felszín alatti hozzáfolyás) tagokat egyben vizsgálom. A két tag különbsége lesz a tározóból elszivárgó víz mennyisége.  $SZ$  ismeretlennel jelölöm az egyenletben.

Az értékeket behelyettesítve a következő egyenletet kaptam:

$$143.496 + 1.162.244 = 208.046 + SZ + 467.280 + 256.800$$

Az egyenletet rendezve:

$$SZ = 143.496 + 1.162.244 - 208.046 - 467.280 - 256.800 = 373.614 \text{ m}^3$$

**Tehát a Lapáncsai víztározó éves szivárgási vesztesége:  $373.614 \text{ m}^3$**

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

### 4.1. A vizsgálati eredmény értékelése

A Lapáncsai víztározó szivárgási vesztesége 373.614 m<sup>3</sup>. Ami jelentős!

A 4. táblázatban összefoglaltam a hasznos vízhez, azaz a kiöntözött vízmennyiséghez viszonyítva a vízháztartási egyenlet többi elemeit.

4. táblázat  
A vízháztartási egyenlet elemeinek összehasonlítása a kiöntözött vízhez viszonyítva

betermelt víz	csapadék	párolgás	szivárgási veszteség
1.162.244 m <sup>3</sup>	143.496 m <sup>3</sup>	208.046 m <sup>3</sup>	373.614 m <sup>3</sup>
248 %	30,7 %	44,5 %	79,9 %

Mivel a tározó környékén látható vízszivárgás észlelhető, ezért számítottam arra, hogy jelentős mértékű szivárgás történik. Azonban ennek mértéke meghaladja az előzetes várakozásaimat. Gyakorlatilag a hasznos (tározóból kiöntözött) vízmennyiség 80 %-a távozik a víztározóból szivárgás útján (11. ábra).



11. ábra  
A víztározó melletti vízszivárgás, Fotó: Maczkó Norbert, 2023



A tározót 2012. november 28-án adták át. Az átadás után megkezdték a feltöltését, amint a tározó vízszintje elérte a 180 cm-es magasságot a tározó D-DK-i töltése mellett a mentett oldalon szivárgás jelei mutatkoztak. Vízzel jelent meg a töltéssel párhuzamos szivárgó árokban. A feltöltést ekkor leállították, a tapasztalat azt mutatta, hogy a tározó vízszintje 10 nap alatt kb. 180 mm-t csökkent. További vizsgálatok kimutatták, hogy a tározó alján több terület is van, melyen szivárgás lehetséges. A töltésen nem volt jelentős talp csurgás, illetve a töltésten keresztirányú szivárgás. A szakértői vélemény szerint a szivárgásban szerepet játszanak a tározóban kialakított lecsapolóárkok. Ez főleg a tározó D-K-i oldalán húzó árokra vonatkozik, mely teljesen átmetszette a vízzáró réteget. A javasolt megoldás a tározó leürítése, kiszáritása, majd a tározófenék tömörítése juhlabhengerrel, valamint a víz lecsapolóárkok visszatöltése.

Az elmúlt 10 évben a töltés állapota is jelentősen romlott. A területen uralkodó jellemző szélirány É-NY-i, ennek hatására kialakuló hullámok okozta kár a tározó D-K-i részén a legjelentősebb (12. ábra).



12. ábra

A tározó D-K-i oldalán kialakult töltés erózió, Fotó: Maczkó Norbert, 2023

Az átemelőszivattyúval betermelt vízmennyiség aránya a hasznos vízhez viszonyítva 248 %, azonban figyelembe kell venni, hogy az év eleji tárolószinthez képest az évvégén magasabb vízállás volt, azaz a tározóban 256.800 m<sup>3</sup>-rel több víz volt az évvégén. Ha



ezzel a vízmennyiséggel csökkentem a 1.162.244 m<sup>3</sup>-t, akkor 905.444 m<sup>3</sup>-t kapok. Ha ezt hasonlítom a tározóból kijuttatott vízmennyiséghez, akkor 193,8%-ot, amit még mindig nem mondhatok hatékony vízhasználatnak.

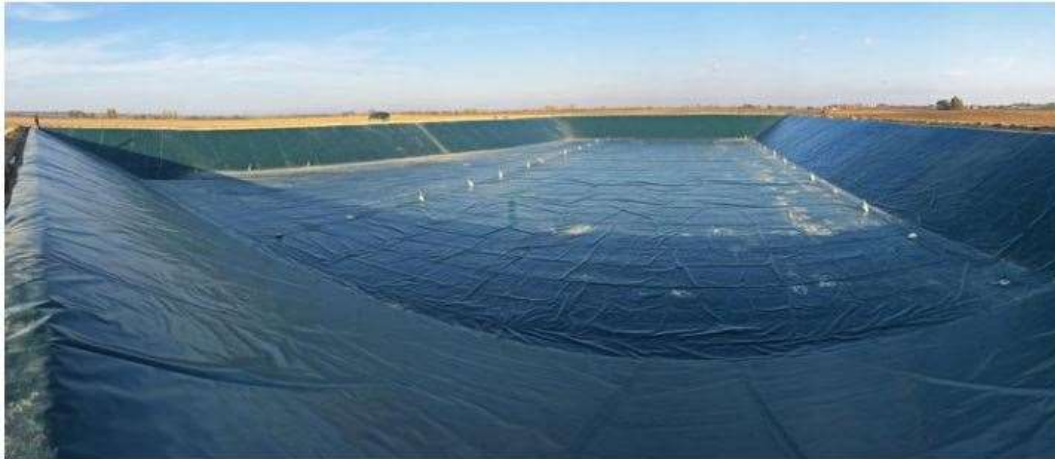
A tározó vízfelületére hulló csapadék és vízfelületről párolgó víz mennyisége igazából nem a kijuttatott vízmennyiséghez viszonyítva fontos, hanem az egymáshoz viszonyított arányukat érdemes vizsgálni. Az éves csapadék mennyisége 597,9 mm volt, míg 866,9 mm víz párolgott el a víztározóból. Ez éves szinten 269 mm deficitet jelent, egymáshoz viszonyított aránya 145%. Amennyiben figyelembe vesszük a klímaváltozás trendjeit úgy, mint a léghőmérséklet emelkedése, melegnapok, hőségnapok számának emelkedése, ezzel összefüggésben a relatív páratartalom csökkenése, azaz a levegő páraéhségének növekedése, víz hőmérséklet várható emelkedése stb. Mind olyan tényező, mely a párolgás mértékét elősegíti. Ha az éves csapadék mennyisége jelentősen nem is csökkenne, akkor is el fog tolni ez az arány a párolgás irányába. Foglalkozni kellene a párolgás csökkentésének lehetőségével.

## **4.2. Javaslatok a víztározó hatékonyabb működésére**

A Lapáncsai víztározó vizsgálata során megállapítható, hogy a tározó legnagyobb problémája a szivárgási veszteség. A szakértői vélemény szerint a tározó meder alján több területrész van, ahol nincs megfelelő vízzáró réteg illetve a lecsapoló árokkal átmetszették azt. A szivárgási veszteség megszüntetése érdekében a tározóból teljesen le kellene engedni a vizet, majd kiszárítani a meder fenekét. Ezután lehetne a meliorációs munkákat elvégezni. Ez lehet a tározó talajának tömörítése juhlábhengerrel. Vagy a vízzáró réteg nélküli, de akár a teljes tározómeder aljának anyagpaplannal való fedése és tömörítése, mellyel vízzáróvá lehetne tenni a tározót. A legbiztosabb, de valószínűleg a legköltségesebb megoldás az lenne, ha a tározót száradás utáni tereprendezés után PVC műanyagborítással látnánk el. Ebben az esetben a mederfenék és a töltés oldali szivárgást is meg lehetne szüntetni. A tározó meder műanyagborítással való szigetelésére példa a 13. ábra.

Ezek a megoldások mind nagyon költséges beruházások. Szükséges, hogy a beruházást komoly megelőző tanulmány és tervező munkák legyenek elvégezve.

Figyelembe kell venni azt a szempontot is, hogy a munkálatok ideje alatt, ami szerintem legalább egy év, az öntöző berendezéssel nem lehet öntözési feladatot ellátni. Az 1000 ha öntözött területről várhatóan kisebb hozamot tudunk realizálni.



13. ábra

A víztározó műanyagborítással való ellátása, <https://ipari-szigeteles.hu/referenciaink>

Ezen probléma elhárítása céljából felmerült egy terv, mely szerint a szivóárok melletti, a cég tulajdonában lévő területre felépítsenek egy gumiborítású tározót, amely helyettesíthetné a meglévő tározót annak felújítása alatt. A felújítást követően mindkét tározót lehetne használni öntözési célokra.

A víztározó töltésének további romlásának, erodálódásának megakadályozása végett a vízdali rézsút fel kell újítani. A földmunkák elvégzése után a töltés felületborítását geotextíliával, terméskővel kirakva, medermatracal borítva vagy fonothálós gabionnal lehetne megoldani (14. ábra). Mindegyik megoldást tározó leeresztett és kiszáritott állapotában lehet elvégezni. Az meliorációs földmunkák elvégzése után szükséges a bolygatott talaj tömörítése.



14. ábra

Medencematrac terítés folyamata, <https://viacongroup.com/portfolio/erosion-control/>

A víztározók párolgási veszteségének csökkentésére van mód. Az elv az, hogy a párolgó felületet csökkentsük, de a tó felületére hulló csapadék akadálytalanul a tározó medencébe jusson. Ennek a célnak megfelelnek a víztározók lefedésére szolgáló műanyag labdák, melyek a vízfelület kb. 90 % képesek lefedni és így csökkenteni a párolgást (15. ábra).



15. ábra

Víztározó lefedése műanyag golyókkal, <https://euro-matic.eu/hu/hu/termek/bird-ball/>

Hasonló elven, párolgató felület csökkentése, működik a vízfelületre helyezett egymásba kapcsolt úszó matracszerű eszköz. A vízfelület ilyen módon történő „burkolása” további előnyökkel is szolgálhat. Csökkeni a hullámverés kockázatát, javíthatja a vízminőséget az algásodás megakadályozásával-

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozat elején célul tűztem ki, hogy a Bóly Zrt. tulajdonában lévő Lapáncsai víztározó szivárgási veszteségeiről információkat szerezzek. A tározó használata során a tározó környezetében lévő szivárgó víz összegyűjtő árokban szinte mindig találgató volt víz. Tehát nem a szivárgás tényének bizonyítása volt a cél, hanem a szivárgás mértékének meghatározása.

Ennek a célnak az elérését úgy kívántam elérni, hogy a víztározót és környékét egy nyílt hidrológiai rendszernek tekintetem és erre a nyílt rendszerre alkalmaztam a vízháztartási egyenletet. A vizsgálat során felhasznált időlépték megegyezett a hidrológiai modelleknél megszokottal, azaz egy év volt. A vizsgálatokat 2022. január 1-én kezdtem és 2022. december 31-én fejeztem be.

A vízháztartási egyenlet általános alakját vizsgálva:  $Befolyás = Kifolyás \pm \Delta \text{Tározás}$ . A víztározót, mint rendszert vizsgálva a bevételi oldalon szerepel az átemelő szivattyúval a tározóba juttatott víz mennyisége és a tározó felületére hulló éves csapadék mennyisége. A kiadási oldalon legfontosabb tényező a tározóból kivett és a gazdaság öntözött területére kijuttatott vízmennyiség, valamint a további veszteségek. Úgy, mint a párolgási- és szivárgási veszteségek. Vízháztartási egyenlet szempontjából figyelembe kell venni a víztározóban az év során bekövetkezett mennyiségi változást is. Az év végén több víz volt található a tározó medencében, mint az év elején.

A vizsgálathoz szükséges adatokat meteorológiai állomás adataiból, valamint az üzemeltetők által vezetett Öntözési naplóból vettem. Az Öntözési naplóból vett adatok az átemelő szivattyú működésének üzemórái, a tározó napi vízmagasság szintje, valamint leeresztő zsilip nyitott állapotának rögzítése. A tározóba juttatott víz mennyiségét az átemelőszivattyú  $Q$  térfogatáram értékének és működésének idejéből számítottam. A csapadék adatokat a környéken elhelyezett meteorológiai állomás adataiból vettem. A tározóból kivett vízmennyiséget szintén az üzemeltetők által vezetett Öntözési naplóból vettem. Így a szivárgásveszteség, mint ismeretlen tag, meghatározásához már csak a víztározó párolgásveszteségét kellett ismernem. Ezt úgy határoztam meg, hogy a tározó víztestébe elhelyeztem egy nem szabványos méretű párolgási veszteségmérő kádat. Melynek adatai minden nap rögzítettem és éves szinten összesítettem. Valamint itt mértem a vízfelület hőmérsékletét.

A mérésekkel kapott párolgási veszteség adatokat három különböző számítási móddal ellenőriztem a szakdolgozatban. Ezen párolgás számítási módszerek elméleti ismertetését bemutattam, a számoláshoz szükséges adatokat összegyűjtöttem (meteorológiai adatok, mint napi középhőmérséklet, szélesebbesség, relatív páratartalom stb.). Az adatok birtokában a számolásokat elvégeztem és az eredményeket összehasonlítottam. A Meyer módszer és az aerodinamikai módszer eredményei havi párolgás adatokat biztosítottak. Az Antal-féle számítási módszer napi párolgás adatokat adott. Az eredmények elemzés során megállapíthattam, hogy a Meyer és az aerodinamikai módszer egyenértékű eredményt hozott. Az Antal-féle módszerrel kapott eredménye hozták éves szinten a legmagasabb értékeket. Az általam mért éves párolgás értékek a kettő közé estek, valamivel közelebb az Antal-féle módszerrel kapott eredményekhez.

A mért párolgás mennyiséget behelyettesítve a tározó vízháztartási egyenletébe megkaptam az éves szivárgásveszteség mennyiségét, mely éves szinten  $373.614 \text{ m}^3$ .

Ez a szivárgási mennyiség jelentős mértékben meghaladta az általam várt eredményt. Megállapítható, hogy a tározó rossz állapotban van. Fejújítása indokolt, mert jelenlegi állapotában nem lehet víztakarékos használatról beszélni. További vizsgálatok szükségesek annak elemzésére, hogy a tározó mely része felelős a szivárgási veszteségekért. Korábbi tanulmány szerint a tározó meder fenék vízzáró rétege nem megfelelő. Meg kell vizsgálni milyen módszerekkel lehetne megszüntetni, mérsékelni a szivárgást. Ezen módszerek gazdaságossági és megtérülési elemzése is szükségesek. Itt figyelembe kell venni, hogy a tározó javítási munkái alatt az öntöző rendszer vízellátása szünetel, mely további veszteségeket okoz.

A vizsgálat során kiderült, hogy a víztározó felületéről éves szinten közel  $900 \text{ mm}$  víz párolog el. Ez már olyan mennyiség, melynek csökkentésével is foglalkozni kellene a víztározó felújítása után.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek Dr. Gombos Bélának, aki szakmai segítségével, tanácsaival, iránymutatásával lehetővé tette ennek a szakdolgozatnak az elkészülését.

Megköszönöm Bóly Zrt.-nek, hogy a kutatáshoz szükséges anyagokar rendelkezésemre bocsátották illet az öntözést irányító dolgozóknak, kik a napi mérésekben adatgyűjtésben segítettek.

Továbbá Dr. Pálné Schreiner Judítanak, aki a PTE tanára és korábbi személyes ismeretségünk nélkül is segítette, támogatta munkámat.

Végül, de nem utolsósorban családomnak is szeretném megköszönni, hogy tanulmányaim során folyamatosan támogattak és segítettek.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Antal, E. (1968). *Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján*. Budapest.
- Biró, S., Kapronczai, I., Szűcs, I., Váradi, L., Apáti, F., Bojtárné, M. L., . . . Varga, E. (2011). *Vízhasználat és öntözés fejlesztés a magyar mezőgazdaságban*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.
- Budavári, K. (1978). *Öntözés*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Cataraqui Source Protection Area. (2011. 06). Forrás: Cataraqui Source Protection Area web site: <https://www.cleanwatercataraqui.ca/publications/updatedAssessmentReport/Chapter3a.pdf>
- Csáki, P. (2019). A klímaváltozás hatása a vízkészletekre a felszínborítás figyelembevételével. *A klímaváltozás hatása a vízkészletekre a felszínborítás figyelembevételével*. Sopron, Magyarország: Soproni Egyetem, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola.
- Demeter, E. (2022). *Statistikai jelentések Öntözésjelentés 2021. év*. Budapest: Agrárközgazdasági Intézet.
- Fehér, F., Horváth, J., & Ondruss, L. (1986). *Területi vízrendezés*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Gockler, L. (2017. július). Az öntözés helyzete és kilátásai hazánkban. *Mezőgazdasági Technika*, old.: 36-43.
- Gribovszki, Z., Kalicz, P., & Kucsara, M. (2014). *Víztan*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem.
- Hantos, K. (2021.). *Öntözéses gazdálkodás*. Budapest: Képviselői Információs Szolgálat.
- Juhász, J. (2002). *Hidrogeológia*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Kabódi, E. V. (2022. november 08). *Országos Vízügyi Főigazgatóság*. Forrás: Országos Vízügyi Főigazgatóság Web site: <https://www.ovf.hu/hu/hirek-ovf/a-magyarorszag-tarozok-helyzete>
- Kontur, I., Kornis, K., & Winter, J. (1993). *Hidrológiai számítások*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Mádlné, J. S., Czauner, B., Simon, S., Eröss, A., Zsemle, F., Pulay, E., & Havril, T. (2013). *Hidrogeológia*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Patay, I. (2015. 08 11). *Agrarium7*. Forrás: Agrarium7 web site: <https://agrarium7.hu/cikkek/424-az-ontozoviz-minosege-vizkezeles>
- Simon, B., Anda, A., Soós, G., & Kucserka, T. (2016). Víztestek módosított párolgás mérésének gyakorlati jelentősége. *LVIII. Georgikon Napok*, 334-340.
- Subramanya, K. (2013). *Engineering Hydrology*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education Private Limited.
- Szász, G., & Tőkei, L. (1997). *Meteorológia mezőgazdászoknak, kertészeknek*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Szilárd, G., Kerszturszky, J., Pálfai, I., Thyll, S., & Vermes, L. (1998). *Mezőgazdasági vízhasznosítás*. Baja: Eötvös József Főiskola.
- Szlávik, L., Sziebert, J., & Zellei, L. (2002). *Higrológia - Hidraulika*. Gödöllő: Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar.
- Tolnai, B. (2020. 1. szám). Kolmatáció - Mit is kell érteni alatta? *Vízmű Panoráma*, old.: 23-26.
- Tóth, Á. (2019. szeptember). Az öntözés fejlesztésének lehetősége és iránya Magyarországon. *Mezőhír*, old.: 86-90.
- Vermes, L., Hayde, L., Nováky, B., Rác, J., & Thyll, S. (1997). *Vízgazdálkodás*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
- Zsuffa, I. (1996). *Műszaki hidrológia I*. Budapest: Műegyetemi Kiadó.
- Zsuffa, I. (1999). *Műszaki hidraulika III*. Budapest: Forensa 2000 Bt.

# MELLÉKLETEK

Melléklet 1-1.

dátum	vízint (cm)	esapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.01.01	248	0,1	1,3	3,5		0		8,4	2,4	11,0	9,6	1,1
2022.01.02	255	0	1	4,4		0		7,48	0,6	10,4	9,3	0,9
2022.01.03	262	0,3	0,5	4,0	72	47791		4,39	0,3	8,4	8,0	0,4
2022.01.04	269	0,2	1,5	3,8		0		7,66	2,3	10,5	8,7	1,2
2022.01.05	276	7	2,3	5,2	73	48454		10,3	2,9	12,5	9,5	1,9
2022.01.06	283	0,5	0,9	4,0		0		3,42	2,2	7,8	6,8	0,8
2022.01.07	290	0	0,9	2,7		0		-0,4	0,6	5,9	4,8	0,8
2022.01.08	297	0	0,7	2,4		0		-1,3	0,5	5,5	4,9	0,5
2022.01.09	304	0	0,4	2,4		0		-2,2	1,1	5,2	4,9	0,3
2022.01.10	311	0	0,5	1,8	93	61730		-0,4	0,6	5,9	5,4	0,5
2022.01.11	318	0	0,9	0,8		0		0,64	2,2	6,4	5,4	0,8
2022.01.12	325	0	1	0,2	54	35843		-1,1	1,9	5,6	4,5	0,8
2022.01.13	332	0	0,6	0,7		0		-2,2	1,8	5,2	4,6	0,5
2022.01.14	339	0	1,1	0,6	41	27214		1,77	1,7	6,9	5,7	0,9
2022.01.15	343	0,2	1,4	0,9		0		3,72	1,8	8,0	6,3	1,1
2022.01.16	350	0	0,5	1,5		0		-0,8	0,3	5,8	5,4	0,4
2022.01.17	357	0	0,8	1,1	52	34516		1,68	1,9	6,9	6,1	0,6
2022.01.18	364	0	1,7	0,8		0		2,97	2,7	7,6	5,2	1,4
2022.01.19	370	0	0,9	0,9	47	31197		0,2	0,3	6,2	5,1	0,8
2022.01.20	371	0	0,8	1,0		0		0,66	0,7	6,4	5,6	0,7
2022.01.21	378	0	1,5	0,3		0		0,46	2,7	6,3	4,2	1,2
2022.01.22	385	0,1	1,1	-0,2		0		0,08	3,7	6,1	4,9	0,9
2022.01.23	392	0	1	-0,1		0		-1,6	1,6	5,5	4,2	0,8
2022.01.24	399	0	0,8	0,1	62	41153		-4,5	0,9	4,4	3,4	0,7
2022.01.25	398	0,1	0,7	0,5		0		-4,3	1,1	4,5	3,7	0,6
2022.01.26	398	0	0,8	0,5	48	31860		0,88	2	6,5	5,6	0,7
2022.01.27	404	0	1,6	0,9	24	15930		0,94	0,6	6,5	5,4	0,8
2022.01.28	403	0	1,6	0,9		0		3,48	2,8	7,8	5,7	1,3
2022.01.29	402	0	1,6	0,7		0		4,29	2,7	8,3	5,2	1,8
2022.01.30	401	0	1,6	0,6		0		5,77	3,1	9,2	5,1	2,2
2022.01.31	400	0,9	1,3	1,1		0		2,55	1,3	7,3	5,0	1,4
<b>havi összes</b>		<b>9,4</b>	<b>33,3</b>			<b>375688</b>	<b>0</b>					<b>28,7</b>



Melléklet 1-2.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétele (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.02.01	398	0,2	0,9	1,2		0		1,25	1,5	6,7	5,7	<b>0,7</b>
2022.02.02	397	0	1,4	1,5		0		3,28	2,6	7,7	6,0	<b>1,2</b>
2022.02.03	396	0	1,9	1,7		0		3,88	2,6	8,1	5,3	<b>1,6</b>
2022.02.04	395	0	1,6	2,2		0		3,91	0,5	8,1	6,1	<b>1,3</b>
2022.02.05	394	0	1,3	2,6		0		3,57	0,7	7,9	6,3	<b>1,1</b>
2022.02.06	393	0	1,7	2,8		0		4,28	1,1	8,3	6,0	<b>1,4</b>
2022.02.07	400	4,6	2,2	3,4	62	41153		6,89	4,8	9,9	7,0	<b>1,8</b>
2022.02.08	398	0	2,4	2,4		0		5,82	4,7	9,2	5,7	<b>2,0</b>
2022.02.09	397	0	2,4	3,6		0		6,81	1,5	9,9	6,4	<b>2,0</b>
2022.02.10	396	0	1,5	3,8		0		4,83	0,3	8,6	6,7	<b>1,3</b>
2022.02.11	395	0	1,9	4,1		0		6,3	1,8	9,6	7,1	<b>1,5</b>
2022.02.12	394	0	2,4	3,9		0		5,38	2,3	9,0	5,3	<b>2,0</b>
2022.02.13	393	0	1,2	3,8		0		0,66	0,6	6,4	4,8	<b>1,0</b>
2022.02.14	392	0	1	3,4		0		2,02	0,5	7,1	5,9	<b>0,8</b>
2022.02.15	391	0,6	2,6	4,2		0		9,56	1,4	11,9	8,3	<b>2,1</b>
2022.02.16	390	0,5	1,2	4,7		0		7,35	0,9	10,3	9,0	<b>1,0</b>
2022.02.17	389	0	2,5	5,7		0		9,11	2,7	11,6	8,2	<b>2,0</b>
2022.02.18	388	0	2,3	5,7		0		10,2	2,5	12,4	7,0	<b>2,9</b>
2022.02.19	388	6,3	1,1	6,4		0		5,15	1,2	8,8	7,6	<b>0,9</b>
2022.02.20	393	2,5	1	5,7		0		5,84	1,3	9,3	8,2	<b>0,9</b>
2022.02.21	400	1,9	1	5,5	43	28542		5,75	1,6	9,2	8,3	<b>0,8</b>
2022.02.22	399	0	1,8	5,2		0		6,03	3,3	9,4	7,1	<b>1,5</b>
2022.02.23	398	0	2	5,0		0		5,5	1,7	9,0	6,3	<b>1,7</b>
2022.02.24	397	0	1,9	5,1		0		5	1	8,7	6,1	<b>1,6</b>
2022.02.25	395	0	2,1	5,2		0		5,39	3,4	9,0	6,0	<b>1,7</b>
2022.02.26	394	0	2,2	4,9		0		4,71	3	8,6	5,3	<b>1,8</b>
2022.02.27	393	3,7	1,4	4,4		0		3,64	4	7,9	6,6	<b>0,9</b>
2022.02.28	393	0,8	1,2	4,1		0		2,29	2,5	7,2	5,8	<b>1,0</b>
<b>havi összes</b>		<b>21,1</b>	<b>48,1</b>			<b>69695</b>	<b>0</b>					<b>40,6</b>

Melléklet 1-3.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.03.01	392	0,1	1,3	2,4		0		2,16	3,2	7,1	5,3	1,2
2022.03.02	398	0	1,4	2,9		0		1,28	0,6	6,7	4,7	1,3
2022.03.03	404	0	1,6	3,7	52	34516		1,85	1,5	7,0	4,2	1,5
2022.03.04	403	0	1,3	3,8		0		1,36	1	6,7	4,8	1,2
2022.03.05	402	0	1,5	3,9		0		2,7	1,8	7,4	5,1	1,4
2022.03.06	401	0,2	1,3	3,5		0		1,82	2,8	7,0	4,9	1,3
2022.03.07	400	0,2	1,3	3,3		0		1,68	2,1	6,9	4,8	1,3
2022.03.08	398	0	1,6	2,2		0		1,84	1,8	7,0	4,3	1,5
2022.03.09	397	0	1,5	3,2		0		2,1	1,4	7,1	4,7	1,4
2022.03.10	396	0	1,8	3,6		0		2,94	2,9	7,5	4,3	1,8
2022.03.11	395	0	1,6	3,2		0		-1,4	2,2	5,5	2,8	1,4
2022.03.12	394	0	1,6	3,2		0		-1,5	0,6	5,5	2,7	1,5
2022.03.13	400	0	1,9	2,8	46	30533		1,03	0,7	6,6	3,0	1,8
2022.03.14	399	0	1,3	3,6		0		3,29	0,6	7,7	3,5	2,1
2022.03.15	398	0	2,8	4,4		0		7,3	0,9	10,2	5,0	2,7
2022.03.16	397	0	2,7	5,8		0		10,1	2,8	12,3	7,6	2,6
2022.03.17	396	0	1,8	5,6		0		7,37	1,2	10,3	7,3	1,8
2022.03.18	395	0	1,2	5,6		0		2,62	1,3	7,4	5,5	1,2
2022.03.19	394	0	1,8	6,0		0		3,64	1	7,9	4,9	1,7
2022.03.20	393	0	2,1	5,5		0		3,17	2,7	7,7	3,5	2,1
2022.03.21	392	0	2,2	5,2		0		3,55	1,7	7,9	3,7	2,1
2022.03.22	390	0	2,9	6,2		0		6,8	1,2	9,9	4,5	2,7
2022.03.23	389	0	3,2	7,1		0		9,18	0,9	11,6	5,2	3,2
2022.03.24	388	0	3,4	7,3		0		10,8	2,1	12,9	6,0	3,5
2022.03.25	387	0	3,3	8,6		0		9,92	0,6	12,2	5,9	3,2
2022.03.26	385	0	3,4	9,6		0		10,3	0,9	12,5	6,6	3,1
2022.03.27	384	0	3,5	10,3		0		11,7	1,3	13,7	7,4	3,3
2022.03.28	383	0,1	3,4	10,1		0		11,2	0,7	13,3	7,3	3,1
2022.03.29	382	0	3,7	10,4		0		12,4	2,1	14,4	7,5	3,6
2022.03.30	388	0	3,4	11,3		0		11,5	1	13,6	8,1	3,0
2022.03.31	395	5,1	1,3	11,4	71	47127		11,6	1,7	13,6	12,3	1,1
<b>havi összes</b>		<b>5,7</b>	<b>67,1</b>			<b>112175</b>	<b>0</b>					<b>64,6</b>

Melléklet 1-4.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.04.01	394	1,6	0,7	10,9		0		9,79	1,6	12,1	11,4	<b>0,7</b>
2022.04.02	394	7,1	0,9	8,6		0		3,38	1,5	7,8	7,3	<b>0,5</b>
2022.04.03	393	1,7	1,1	6,7		0		2,86	2,5	7,5	6,2	<b>0,9</b>
2022.04.04	392	0	1,7	5,7		0		4,37	0,3	8,3	6,0	<b>1,5</b>
2022.04.05	391	0	2,6	6,8		0		8,05	1,2	10,8	7,6	<b>1,9</b>
2022.04.06	397	0	2,7	8,2		0		12,8	0,6	14,7	9,4	<b>3,0</b>
2022.04.07	403	0	3	9,1	48	31860		12,8	2,7	14,8	9,6	<b>2,9</b>
2022.04.08	402	0	3,3	10,7		0		15,2	1,4	17,3	10,6	<b>3,6</b>
2022.04.09	402	6,1	1,5	11,0		0		11,6	2,7	13,7	9,5	<b>2,5</b>
2022.04.10	401	0	1,9	9,2		0		7,91	3,8	10,7	7,0	<b>2,1</b>
2022.04.11	400	0	2	8,0		0		6,53	1,1	9,7	6,2	<b>2,0</b>
2022.04.12	398	0	2,6	9,5		0		9,43	0,4	11,8	7,5	<b>2,4</b>
2022.04.13	397	0,1	3,26	10,2		0		13	1,3	15,0	8,0	<b>3,6</b>
2022.04.14	396	0	3,4	10,8		0		11,1	0,6	13,3	7,2	<b>3,1</b>
2022.04.15	395	0	1,8	11,9		0		13,6	1,5	15,5	9,8	<b>3,2</b>
2022.04.16	394	0,7	1,8	12,0		0		11,4	3,7	13,5	9,9	<b>2,2</b>
2022.04.17	393	0,1	2,2	10,5		0		8,2	4,6	10,9	5,5	<b>2,8</b>
2022.04.18	392	0	1,8	11,0		0		5,42	2	9,0	5,7	<b>1,9</b>
2022.04.19	391	3,3	1,5	10,8		0		4,77	0,5	8,6	7,5	<b>0,8</b>
2022.04.20	397	0,4	2,1	10,2		0		7,85	0,6	10,6	8,2	<b>1,6</b>
2022.04.21	403	0	2,4	11,4		0		9,57	0,6	11,9	7,9	<b>2,3</b>
2022.04.22	410	6,5	1	11,5	62	41153		13	1,9	15,0	12,7	<b>1,7</b>
2022.04.23	409	0,2	1,6	11,2		0		13,2	0,9	15,2	12,9	<b>1,7</b>
2022.04.24	408	0	2,5	11,9		0		15	1,1	17,1	12,6	<b>2,7</b>
2022.04.25	407	1,7	2,8	12,8		0		14,9	1,4	17,0	12,2	<b>2,8</b>
2022.04.26	406	0	1,8	13,8		0		14,7	0,4	16,7	12,6	<b>2,6</b>
2022.04.27	405	1,7	1	14,4		0		11,4	1,3	13,5	12,0	<b>1,2</b>
2022.04.28	404	0	2,7	12,9		0		12,3	1,3	14,3	11,6	<b>1,8</b>
2022.04.29	403	0	2,7	13,7		0		13,6	1,8	15,6	10,1	<b>3,1</b>
2022.04.30	402	0	2,9	14,4		0		13,9	1,1	15,9	10,6	<b>3,0</b>
<b>havi összes</b>		<b>31,2</b>	<b>63,3</b>			<b>73014</b>	<b>0</b>					<b>66,0</b>

Melléklet 1-5.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.05.01	400	0	3,4	15,1		0		15,2	2,1	17,2	11,5	3,3
2022.05.02	399	0	3,3	15,6		0		15,7	2,5	17,8	10,1	4,0
2022.05.03	398	0	2,9	15,8		0		16,7	0,8	19,0	11,4	4,1
2022.05.04	397	0	3,6	17,2		0		16,5	0,5	18,8	11,8	3,8
2022.05.05	396	0	3,3	17,3		0		17,4	0,4	19,9	12,5	4,0
2022.05.06	394	0	2,9	17,9		0		16,7	1,1	19,1	13,7	3,2
2022.05.07	393	0	2,2	17,7		0		16,5	0,5	18,8	15,1	2,5
2022.05.08	392	0,4	2,4	17,7		0		18,1	0,9	20,8	13,2	4,2
2022.05.09	391	0	2,2	18,2		0		17,9	0,3	20,5	14,1	3,7
2022.05.10	390	1,2	3,4	18,7		0		17,2	0	19,6	15,4	2,7
2022.05.11	389	0,2	4,2	19,1		0		18,3	0	21,0	15,3	3,4
2022.05.12	387	0	5,2	20,2		0		21	0	24,9	17,2	4,4
2022.05.13	386	0	3,8	21,5		0		21,3	0	25,4	17,8	4,4
2022.05.14	385	0	4,2	21,0		0		20,2	0	23,7	15,4	4,6
2022.05.15	373	0	4,1	20,4		0		19,4	0	22,5	15,0	4,2
2022.05.16	359	0	4,4	21,5		0	54000	20,5	0,1	24,1	15,8	4,6
2022.05.17	359	10,9	2,5	21,6		0		18,2	1,4	20,9	18,3	2,0
2022.05.18	358	0,4	3	20,0		0		16,3	2,5	18,5	12,5	3,4
2022.05.19	357	0	4,1	19,6		0		14,9	0,4	17,0	10,2	3,7
2022.05.20	350	0	5,2	20,0		0	12000	18,4	0,5	21,2	13,8	4,1
2022.05.21	349	1,1	3,6	21,3		0		21,4	1,3	25,4	18,1	4,3
2022.05.22	348	0	3,5	20,7		0		18,8	0,9	21,7	14,9	3,9
2022.05.23	347	0	3,5	20,7		0		18,6	1	21,4	12,7	4,6
2022.05.24	345	0	3,3	20,2		0		22,6	1,3	27,3	15,8	6,0
2022.05.25	346	19,1	2,6	20,3		0		21,9	1,1	26,2	19,1	4,2
2022.05.26	345	0	3,6	20,9		0		19,4	0,7	22,5	16,7	3,5
2022.05.27	336	0	3,8	21,4		0		22	0,4	26,4	18,6	4,5
2022.05.28	330	41,1	1,1	21,2		0	39600	13,9	1	15,9	14,7	1,1
2022.05.29	337	3,3	1,4	19,5		0		12,8	2,6	14,8	12,7	1,5
2022.05.30	344	5,1	1,4	18,1	25	16594		12,3	0,1	14,3	13,3	0,9
2022.05.31	349	0,1	1,9	18,5		0		16	0,1	18,2	16,6	1,3
<b>havi összes</b>		<b>82,9</b>	<b>100</b>			<b>16594</b>	<b>105600</b>					<b>110,2</b>

Melléklet 1-6.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivetel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.06.01	348	0	3,5	19,2		0		19,3	0,5	22,3	18,9	2,4
2022.06.02	347	0	3	20,5		0		21,2	0,6	25,2	20,6	3,1
2022.06.03	346	0	3,9	21,2		0		22,7	0,3	27,5	19,9	4,5
2022.06.04	344	0,6	3,8	22,2		0		24,3	0,8	30,3	23,7	4,2
2022.06.05	343	0	3,4	22,8		0		25	0,9	31,6	22,5	5,3
2022.06.06	337	0	3,5	22,1		0		21,4	1,7	25,5	17,2	4,7
2022.06.07	327	0	3,1	22,9		0		22,4	0,7	27,2	18,9	4,7
2022.06.08	318	3,6	1,5	22,3		0		19,7	1,3	22,9	19,4	2,5
2022.06.09	315	48,1	1,1	22,6		0	68160	19	1,1	22,0	19,7	1,8
2022.06.10	315	5,1	2,2	21,0		0		20	3,5	23,3	19,8	2,5
2022.06.11	313	0	4	20,8		0		21,2	2,2	25,2	18,4	4,0
2022.06.12	312	0	3,9	20,8		0		21,7	1,2	25,9	16,8	5,0
2022.06.13	311	0	3,8	22,8		0		22,6	1	27,4	18,2	5,1
2022.06.14	310	0	3,4	22,2		0		19,7	1	23,0	14,1	4,8
2022.06.15	308	0	3,2	21,8		0		19,6	0,3	22,8	15,6	4,1
2022.06.16	307	0	3,5	22,0		0		21,3	0,3	25,4	17,8	4,4
2022.06.17	301	0	3,3	22,6		0		21,7	1,4	25,9	17,8	4,6
2022.06.18	292	0	3,9	21,6		0	30000	20,5	0,9	24,2	14,9	5,0
2022.06.19	291	0	4,5	22,8		0		21,6	0,4	25,9	17,4	4,8
2022.06.20	284	0	5,3	23,2		0		24,2	0,8	30,1	19,1	6,0
2022.06.21	275	0	3,5	23,5		0	31200	23,8	1,2	29,5	20,3	5,2
2022.06.22	274	0,1	3,7	22,4		0		22,2	0,4	26,8	16,8	5,4
2022.06.23	274	16,4	3,5	23,7		0		21,4	0,7	25,4	19,8	3,5
2022.06.24	268	0	4,2	23,7		0	10800	22,7	0,7	27,6	19,4	4,7
2022.06.25	267	0	3,7	23,8		0		23,4	1,1	28,7	20,6	4,8
2022.06.26	260	0	3,9	24,1		0	13200	24,1	0,3	29,9	20,8	5,2
2022.06.27	259	0	4,4	25,5		0		25,9	0,5	33,5	22,2	6,2
2022.06.28	251	0	3,9	25,2		0	16800	26,6	0,6	34,7	23,4	6,3
2022.06.29	249	0,4	5,4	25,6		0		26,9	1,4	35,5	22,4	7,0
2022.06.30	241	0	4,6	25,7		0		26,6	1	34,8	22,5	6,7
<b>havi összes</b>		<b>74,3</b>	<b>109</b>			<b>0</b>	<b>170160</b>					<b>138,5</b>

Melléklet 1-7.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.07.01	233	0	5,4	26,9		0		27,9	0,6	37,6	24,8	7,0
2022.07.02	227	0,6	4,6	25,0		0		24,9	2,6	31,6	19,1	6,6
2022.07.03	219	0	5,1	24,5		0	60000	25,5	0,4	32,5	20,1	6,6
2022.07.04	217	0	5,7	26,3		0		27,3	0,6	36,2	21,0	7,9
2022.07.05	213	0	2,4	26,0		0		23,8	2,6	29,5	19,9	5,4
2022.07.06	205	0	4,2	22,7		0		23,6	3,2	29,2	16,1	6,7
2022.07.07	197	0	1,9	22,7		0		21	1,4	24,9	15,3	5,2
2022.07.08	190	5,9	2,9	21,2		0		19,4	3,2	22,5	16,9	3,4
2022.07.09	182	0	4,1	19,5		0		21	3,5	24,8	13,5	5,8
2022.07.10	173	0	3,9	19,3		0	90720	21,3	3,8	25,3	13,4	6,0
2022.07.11	172	0	3,5	17,8		0		18,7	2,9	21,6	10,8	5,4
2022.07.12	171	0	3,7	18,9		0		19,3	1,8	22,4	12,6	5,1
2022.07.13	167	0	5,3	18,8		0		21,9	2,6	26,2	14,0	6,2
2022.07.14	158	0	5,9	21,0		0		24,8	1,7	31,4	16,0	7,6
2022.07.15	150	0	3,7	22,2		0	40800	22,6	2	27,4	16,1	5,9
2022.07.16	150	5,6	4,1	20,8		0		21,9	0,6	26,3	18,2	4,6
2022.07.17	148	0	4,9	21,2		0		21,7	1,5	26,0	13,6	6,2
2022.07.18	147	0	5	21,1		0		20,2	0,4	23,7	13,5	5,3
2022.07.19	146	0	5,9	22,7		0		22,1	0,4	26,7	14,9	6,0
2022.07.20	144	0	6,6	24,0		0		24,5	0,4	30,8	16,5	7,2
2022.07.21	143	0	7,1	24,9		0		26,7	0,3	34,9	18,6	8,2
2022.07.22	141	0	7,4	26,1		0		27,3	0,4	36,3	19,1	8,6
2022.07.23	140	0	7	26,9		0		28,3	0,8	38,4	20,2	9,0
2022.07.24	138	0	5,6	25,9		0		26,2	2,1	34,1	19,1	7,6
2022.07.25	137	0	6	25,1		0		24,4	0,6	30,5	16,6	7,0
2022.07.26	136	0	2,9	25,4		0		24,2	1,7	30,1	18,4	6,2
2022.07.27	134	0	5,2	24,1		0		24,3	1,2	30,4	18,4	6,3
2022.07.28	133	0	5,5	24,3		0		24,6	0,7	30,9	17,3	7,0
2022.07.29	132	0	5,7	25,3		0		25,1	0,5	31,9	18,6	6,9
2022.07.30	131	3,7	2,5	25,5		0		22	2,1	26,4	20,3	3,8
2022.07.31	130	0	4,7	21,6		0		22,5	3,2	27,2	16,8	5,6
<b>havi összes</b>		<b>15,8</b>	<b>148</b>			<b>0</b>	<b>191520</b>					<b>196,3</b>

Melléklet 1-8.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivetel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.08.01	128	0	5,2	21,5		0		23,8	1,9	29,5	16,9	<b>6,5</b>
2022.08.02	127	0	5	23,5		0		24,1	1,8	30,1	18,6	<b>6,1</b>
2022.08.03	126	0	5,8	23,8		0		25,2	1	32,0	18,1	<b>7,1</b>
2022.08.04	124	0	6,4	24,9		0		24,9	0,5	31,6	17,1	<b>7,3</b>
2022.08.05	123	0	7,3	25,2		0		26,4	0,6	34,5	17,5	<b>8,4</b>
2022.08.06	121	0	5,4	25,6		0		26,8	2,5	35,3	19,0	<b>8,2</b>
2022.08.07	120	0	5	23,2		0		24,6	1,8	31,0	18,5	<b>6,6</b>
2022.08.08	119	0,6	3,5	23,6		0		24,4	2,1	30,6	16,8	<b>7,0</b>
2022.08.09	119	14,1	4,2	22,4		0		20,5	1,3	24,1	20,7	<b>2,5</b>
2022.08.10	118	0,8	5,3	23,4		0		22,1	0,9	26,5	17,2	<b>5,1</b>
2022.08.11	117	0	4,5	23,0		0		20,8	1,3	24,6	13,5	<b>5,7</b>
2022.08.12	115	0	4,5	22,5		0		21,3	0,8	25,4	14,3	<b>5,7</b>
2022.08.13	115	7	3,4	23,2		0		18,6	1,4	21,5	18,5	<b>2,2</b>
2022.08.14	114	0,1	4,8	22,5		0		22,1	1,4	26,6	20,4	<b>3,9</b>
2022.08.15	112	0	5,7	24,0		0		24	0,9	29,8	20,0	<b>5,5</b>
2022.08.16	111	0	6,6	24,7		0		25,3	2,5	32,2	18,9	<b>6,9</b>
2022.08.17	109	0	6,6	24,9		0		25,8	1,9	33,2	19,9	<b>7,0</b>
2022.08.18	108	0	7,1	25,6		0		26,5	0,7	34,7	20,4	<b>7,4</b>
2022.08.19	107	0	4,5	25,8		0		25,5	1,6	32,7	19,9	<b>6,8</b>
2022.08.20	107	17,3	2,2	24,3		0		22,3	1	27,0	22,1	<b>3,3</b>
2022.08.21	106	0,6	2,6	23,0		0		20,2	1,5	23,7	20,4	<b>2,4</b>
2022.08.22	106	0	0,6	21,3		0		18,5	1,4	21,3	19,6	<b>1,5</b>
2022.08.23	105	0	1,3	20,9		0		19,9	0,9	23,2	20,3	<b>2,2</b>
2022.08.24	105	16	2,1	21,0		0		20,2	1	23,6	21,6	<b>1,7</b>
2022.08.25	104	0	3,3	21,9		0		22,4	0,4	27,1	22,7	<b>3,1</b>
2022.08.26	103	0	5,2	23,8		0		25,3	0,8	32,2	23,0	<b>5,4</b>
2022.08.27	101	0	5,1	24,3		0		25,1	0,7	32,0	22,4	<b>5,5</b>
2022.08.28	100	0	4,2	23,6		0		24,2	2,1	30,2	21,6	<b>5,0</b>
2022.08.29	99	0,3	3,7	22,2		0		23,2	1,6	28,5	21,6	<b>4,2</b>
2022.08.30	98	0,1	3,6	23,8		0		22	1	26,4	21,1	<b>3,5</b>
2022.08.31	97	5,1	4,6	24,0		0		22,7	0,8	27,5	19,9	<b>4,5</b>
<b>havi összes</b>		<b>62</b>	<b>139</b>			<b>0</b>	<b>0</b>					<b>158,0</b>

Melléklet 1-9.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.09.01	97	4,7	2,1	22,0		0		16,4	2,3	18,6	16,3	1,8
2022.09.02	96	1,1	3,5	21,1		0		16,9	0,8	19,3	14,7	2,9
2022.09.03	94	0	3,4	20,7		0		17,2	0,3	19,6	15,3	2,8
2022.09.04	93	0	3,8	21,0		0		18,9	0,4	21,9	16,9	3,2
2022.09.05	92	0	4,3	20,9		0		19,7	0,2	23,0	17,1	3,6
2022.09.06	91	0	4,9	21,4		0		20,4	0,6	24,0	17,2	4,0
2022.09.07	89	0	5,7	21,9		0		22,3	0,4	27,0	18,9	4,7
2022.09.08	88	0,1	5,4	22,2		0		23	0,8	28,0	20,6	4,4
2022.09.09	87	3,9	4,3	22,1		0		21,8	0,8	26,1	20,5	3,6
2022.09.10	86	0,9	3,5	21,7		0		19,4	1,5	22,5	18,2	2,9
2022.09.11	85	0	3,8	20,2		0		18,1	1,7	20,8	15,8	3,1
2022.09.12	84	0,5	4	18,2		0		17,6	2,1	20,1	14,7	3,3
2022.09.13	83	0	3,7	18,3		0		16,9	0,3	19,3	14,2	3,1
2022.09.14	81	0	5,8	19,1		0		21,6	2	25,8	17,3	4,8
2022.09.15	84	38,1	5,3	19,6		0		22	1,9	26,4	19,0	4,4
2022.09.16	86	27	1,1	19,6		0		16,1	1,2	18,3	17,4	0,9
2022.09.17	87	21,1	1	17,9		0		12,4	1,9	14,4	13,6	0,8
2022.09.18	86	1,3	2,2	13,3		0		12,3	2	14,3	11,7	1,8
2022.09.19	85	4,5	1,2	14,7		0		11,1	1	13,2	12,1	1,0
2022.09.20	84	0,7	2,1	13,0		0		11,9	1,7	13,9	11,5	1,7
2022.09.21	84	1,6	2	12,4		0		11,4	1,4	13,5	11,2	1,6
2022.09.22	83	1,3	1,5	12,7		0		10,3	1	12,5	10,9	1,2
2022.09.23	82	0,3	1,9	13,0		0		10,4	1,2	12,6	10,3	1,5
2022.09.24	81	0	2,2	13,9		0		11,6	0,6	13,7	11,0	1,8
2022.09.25	80	0,1	2,8	14,5		0		15,4	0,3	17,5	13,9	2,3
2022.09.26	80	14,3	0,7	14,5		0		14,4	0,6	16,4	15,9	0,6
2022.09.27	80	7,8	1,2	15,1		0		14,2	1,3	16,1	15,1	1,0
2022.09.28	79	0,2	1,9	14,0		0		14,3	1	16,3	14,2	1,6
2022.09.29	79	3,8	1,4	14,7		0		15,4	0,6	17,5	16,3	1,1
2022.09.30	78	6,7	2,2	14,9		0		17,3	0,6	19,8	17,4	1,8
<b>havi összes</b>		<b>140</b>	<b>88,9</b>			<b>0</b>	<b>0</b>					<b>73,1</b>



Melléklet 1-10.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivetel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.10.01	78	4,1	1,3	15,4		0		16,3	0,5	18,6	17,7	<b>0,9</b>
2022.10.02	77	3,5	1,4	15,0		0		15,9	1	18,1	15,0	<b>2,2</b>
2022.10.03	76	1,4	3,9	13,7		0		14,4	3,1	16,4	12,4	<b>2,5</b>
2022.10.04	75	0	1,7	12,9		0		11,9	1,5	13,9	11,0	<b>1,9</b>
2022.10.05	74	0	1,2	12,5		0		11,6	0,3	13,7	11,4	<b>1,6</b>
2022.10.06	73	0	1	13,6		0		13,3	0	15,3	13,2	<b>1,6</b>
2022.10.07	72	0	1,4	14,4		0		14,5	0,3	16,5	14,2	<b>1,7</b>
2022.10.08	71	0,1	1	14,5		0		13,9	0,1	15,9	13,7	<b>1,6</b>
2022.10.09	70	0	1,9	14,9		0		15,1	1,1	17,2	14,0	<b>2,1</b>
2022.10.10	70	0	1	14,6		0		12,9	1,1	14,8	12,5	<b>1,7</b>
2022.10.11	69	0,1	1	14,3		0		13,3	0,2	15,3	14,3	<b>1,0</b>
2022.10.12	68	0	0,8	14,8		0		13,6	0,5	15,6	14,1	<b>1,2</b>
2022.10.13	67	0,1	1,4	14,7		0		13	0,3	15,0	13,4	<b>1,3</b>
2022.10.14	66	0	1,1	14,6		0		13,7	0,6	15,7	13,4	<b>1,7</b>
2022.10.15	65	0	1,4	14,2		0		13,1	0,7	15,1	12,1	<b>2,0</b>
2022.10.16	65	0	1,2	15,0		0		13,2	0,3	15,2	12,5	<b>1,9</b>
2022.10.17	64	0	1,4	14,8		0		13	0,7	14,9	11,5	<b>2,2</b>
2022.10.18	63	0	1,3	14,7		0		11,3	0,3	13,4	10,7	<b>1,8</b>
2022.10.19	62	0	2,3	14,6		0		13	1,7	15,0	12,0	<b>2,0</b>
2022.10.20	61	0,2	1,6	13,6		0		9,49	1	11,9	8,7	<b>1,9</b>
2022.10.21	60	0	1,6	13,0		0		9,69	0,7	12,0	9,4	<b>1,7</b>
2022.10.22	59	1,3	1,8	12,4		0		16,3	1,2	18,6	13,0	<b>3,3</b>
2022.10.23	59	0,3	0,6	12,5		0		13,8	0,6	15,8	15,5	<b>0,4</b>
2022.10.24	58	0,3	1,5	13,3		0		15,3	0,5	17,4	15,8	<b>1,3</b>
2022.10.25	58	4,3	0,8	13,6		0		13,3	0,9	15,3	14,9	<b>0,5</b>
2022.10.26	57	0,5	0,8	13,4	45	29869		12,2	0,1	14,2	13,4	<b>0,8</b>
2022.10.27	56	0	1,2	13,7		0		14,1	0,2	16,1	14,6	<b>1,3</b>
2022.10.28	55	0,5	0,1	13,8	15	9956		11,1	0,3	13,2	13,2	<b>0,1</b>
2022.10.29	55	0,5	0,2	13,8		0		11,2	0	13,3	13,3	<b>0,0</b>
2022.10.30	54	0,3	0,1	13,8		0		11,7	0,2	13,7	13,7	<b>0,1</b>
2022.10.31	53	0,4	0,1	13,7		0		11	0,3	13,1	13,1	<b>0,0</b>
<b>havi összes</b>		<b>17,9</b>	<b>38,1</b>			<b>39826</b>	<b>0</b>					<b>44,3</b>

Melléklet 1-11.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telteti gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.11.01	53	0,7	0,3	13,4		0		10,9	0,5	13,0	12,9	<b>0,2</b>
2022.11.02	52	0,6	0,5	12,9		0		11,8	0,2	13,8	13,5	<b>0,4</b>
2022.11.03	51	0	1,3	12,9		0		12	0,7	14,0	12,7	<b>1,1</b>
2022.11.04	51	6	0,4	12,5	47	31197		10,9	0,7	13,0	12,8	<b>0,3</b>
2022.11.05	51	11,7	1	11,2		0		10,1	2,6	12,3	11,4	<b>0,8</b>
2022.11.06	51	2	0,4	10,3		0		9,83	1,4	12,1	11,9	<b>0,4</b>
2022.11.07	50	0	0,3	10,8	29	19249		10,1	0	12,3	12,2	<b>0,2</b>
2022.11.08	49	0,4	0,4	10,4		0		7,91	0,4	10,7	10,4	<b>0,4</b>
2022.11.09	49	0,6	0,4	10,6		0		9,12	0,3	11,6	11,3	<b>0,4</b>
2022.11.10	53	0	0,9	10,6		0		11,8	1	13,8	13,1	<b>0,7</b>
2022.11.11	60	0,1	0,8	10,0		0		9,55	0,8	11,9	11,2	<b>0,7</b>
2022.11.12	67	0,4	0,4	9,5		0		7,6	0,4	10,4	10,2	<b>0,3</b>
2022.11.13	73	0,3	0,7	9,9		0		7,01	1,1	10,0	9,4	<b>0,6</b>
2022.11.14	80	0,2	0,1	9,7	67	44472		5,96	0,8	9,3	9,3	<b>0,1</b>
2022.11.15	87	0,1	0,1	9,3		0		7,77	0,1	10,6	10,5	<b>0,1</b>
2022.11.16	94	7,9	0,3	9,5		0		9,78	0,2	12,1	12,0	<b>0,2</b>
2022.11.17	101	0	0,6	8,8		0		9	0,8	11,5	11,0	<b>0,5</b>
2022.11.18	109	12,2	0,1	9,2		0		8,88	1	11,4	11,3	<b>0,1</b>
2022.11.19	116	9	0,3	7,9		0		6,73	2,1	9,8	9,7	<b>0,2</b>
2022.11.20	123	3,4	0,4	6,7	60	39826		4,9	1,9	8,7	8,4	<b>0,3</b>
2022.11.21	130	0	0,3	6,1		0		4,78	1,5	8,6	8,4	<b>0,2</b>
2022.11.22	137	4,5	0,3	6,0		0		4,29	2,8	8,3	8,1	<b>0,3</b>
2022.11.23	145	11,2	0,2	6,0		0		5,97	2,4	9,3	9,3	<b>0,1</b>
2022.11.24	152	0	0,9	5,5		0		6,32	2,4	9,6	8,7	<b>0,7</b>
2022.11.25	158	0	0,7	5,4		0		5,39	0,9	9,0	8,4	<b>0,6</b>
2022.11.26	165	0,2	0,1	5,9		0		2,86	0,1	7,5	7,5	<b>0,1</b>
2022.11.27	172	0	0,3	5,6	85	56420		6,05	0,4	9,4	9,1	<b>0,3</b>
2022.11.28	178	0	0,3	6,1		0		2,8	1	7,5	7,3	<b>0,2</b>
2022.11.29	185	0	0,3	5,6		0		1,82	2,6	7,0	6,8	<b>0,3</b>
2022.11.30	192	0,3	0,2	4,7		0		3,75	2,8	8,0	7,9	<b>0,2</b>
<b>havi összes</b>		<b>71,8</b>	<b>13,3</b>			<b>191163</b>	<b>0</b>					<b>11,1</b>

Melléklet 1-12.

dátum	vízszint (cm)	csapadék (mm)	párolgás (mm)	víz hőmérséklet (C°)	üzemóra (óra)	termelt víz (m <sup>3</sup> )	Vízkivétel (m <sup>3</sup> )	levegő hőmérséklet (C°)	szélsebesség (m/s)	telített gőznyomás (hPa)	parciális gőznyomás (hPa)	párolgás Antal-módszerrel (mm/nap)
2022.12.01	198	0,1	0,6	4,6	50	33188		4,92	1,9	8,7	8,2	<b>0,5</b>
2022.12.02	205	0,5	0,4	4,5		0		3,89	0,7	8,1	7,7	<b>0,4</b>
2022.12.03	212	0,1	0,3	4,4		0		3,66	1,1	7,9	7,8	<b>0,2</b>
2022.12.04	218	0,3	0,3	4,0		0		3,29	1,3	7,7	7,5	<b>0,3</b>
2022.12.05	225	0	0,3	4,4	54	35843		4,87	0,4	8,6	8,4	<b>0,3</b>
2022.12.06	232	2,7	0,2	4,8		0		3,78	0,1	8,0	7,9	<b>0,2</b>
2022.12.07	239	0,2	0,1	4,5		0		2,06	0,4	7,1	7,0	<b>0,1</b>
2022.12.08	245	0	0,4	4,4		0		4,54	0,4	8,4	8,2	<b>0,3</b>
2022.12.09	252	2,8	0	4,4		0		6,32	0,8	9,6	9,6	<b>0,0</b>
2022.12.10	262	35,8	0,2	4,8		0		7,2	2,1	10,2	10,1	<b>0,1</b>
2022.12.11	269	7,7	0,7	3,9	85	56420		2,71	3,3	7,4	6,7	<b>0,6</b>
2022.12.12	268	0	0,8	1,9		0		0,02	1,2	6,1	5,3	<b>0,6</b>
2022.12.13	275	0	0,5	1,2		0		-2	0,6	5,3	4,9	<b>0,4</b>
2022.12.14	282	0	0,5	1,6		0		0,68	1	6,4	5,9	<b>0,4</b>
2022.12.15	288	1,3	0,2	1,8		0		3,37	0,4	7,8	7,7	<b>0,1</b>
2022.12.16	295	5,6	0,2	2,0		0		6,86	1,1	9,9	9,8	<b>0,2</b>
2022.12.17	302	4,3	0,9	2,1		0		3,15	2,6	7,7	6,8	<b>0,7</b>
2022.12.18	309	0	0,4	1,1		0		-0,9	0,8	5,7	5,4	<b>0,4</b>
2022.12.19	315	0	0,1	1,4	197	130761		-1,6	1,1	5,4	5,4	<b>0,1</b>
2022.12.20	314	0	0,1	1,3		0		-0,5	0,2	5,9	5,8	<b>0,1</b>
2022.12.21	313	0	0	1,7		0		0,15	0,2	6,2	6,2	<b>0,0</b>
2022.12.22	312	1,2	0,3	1,7		0		4,18	0,3	8,2	8,0	<b>0,3</b>
2022.12.23	311	0,2	0,4	2,1		0		5,81	0,2	9,2	8,9	<b>0,3</b>
2022.12.24	310	0	0,7	3,1		0		8,26	0,5	10,9	10,4	<b>0,6</b>
2022.12.25	316	0	0,8	3,5		0		7,6	0,2	10,4	9,8	<b>0,7</b>
2022.12.26	323	0	1,8	3,6	42	27878		11	1,3	13,1	11,0	<b>1,5</b>
2022.12.27	329	2,7	1,8	4,3		0		9,49	0,9	11,9	9,7	<b>1,5</b>
2022.12.28	336	0	1	3,4		0		3,62	0,6	7,9	6,9	<b>0,8</b>
2022.12.29	342	0	1,2	2,6		0		6,17	0,8	9,5	8,2	<b>1,0</b>
2022.12.30	348	0,3	1,7	2,6		0		9,52	1,1	11,9	9,8	<b>1,4</b>
2022.12.31	355	0	1,6	3,0		0		10,7	0,4	12,9	10,7	<b>1,5</b>
<b>havi összes</b>		<b>65,8</b>	<b>18,5</b>			<b>284089</b>	<b>0</b>					<b>15,6</b>

# NYILATKOZAT

## NYILATKOZAT

Alulírott Maczkó Norbert, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Öntözési szakmérnöki szak nappali/levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: Pogány 2023 év május hó 01 nap



Hallgató

## NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom /nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: Szirma, 2023 év május hó 2 nap



Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozatnyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Maczkó Norbert  
A Hallgató Neptun kódja: UE6YXX  
A dolgozat címe: Lapáncsa öntözővíz tározó szivárgási veszteségének vizsgálata  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens tanszék neve: Környezettudományi Intézet, Szent István Campus,  
Öntözési szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozategyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Bogdány 2023 év majus hó 01. nap



Hallgató aláírása