

SZAKDOLGOZAT

Borbély Gábor

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Környezettudományi Intézet
Öntözési szakirányú továbbképzési szak

A SZŐLŐ ÖNTÖZÉSÉNEK ELMÉLETI LEHETŐSÉGEI
MAGYARORSZÁGON

Belső konzulens:	Dr. Gombos Béla egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Környezettudományi Intézet, Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék
Készítette:	Borbély Gábor GUKBKK (levelező tagozat)

Szarvas
2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	2
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.1. A SZŐLŐNÖVÉNY VÍZIGÉNYE	4
2.2. METEOROLÓGIAI ADOTTSÁGOK	6
2.2.1. Csapadékviszonyok Magyarországon.....	6
2.2.2. Hőmérsékleti viszonyok Magyarországon	9
2.3. DOMBORZATI ÉS TALAJTANI ADOTTSÁGOK.....	9
2.4. A SZŐLŐ ÖNTÖZÉSE	11
2.4.1. Az öntözés célja	15
2.4.2. Az öntözés módja.....	16
2.4.3. Az öntözővíz minőségével szemben támasztott követelmények	18
3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI.....	20
3.1. AZ ALKALMAZOTT SZOFTVEREK.....	21
3.2. A FELHASZNÁLT ADATBÁZISOK.....	21
3.2.1. Csapadékadatok	21
3.2.2. Hőmérsékletadatok.....	22
3.2.3. Szőlőterületek	23
3.2.4. Felszíni vizek	26
3.2.5. Felszín alatti vizek.....	28
3.2.6. Lejtőkategória és lejtőkitettség.....	29
3.2.7. Közigazgatási határok.....	29
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	30
4.1. CSAPADÉKADATOK ÉRTÉKELÉSE	30
4.2. HŐMÉRSÉKLETADATOK ÉRTÉKELÉSE	35
4.3. A VÍZKÉSZLETEK RENDELKEZÉSRE ÁLLÁSA	40
4.3.1. Felszíni vizek	41
4.3.2. Felszín alatti vizek.....	44
4.4. LEJTŐVISZONYOK.....	49
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	52
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	55
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	57
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	58
9. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE	65
10. MELLÉKLET	67

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÚZÉSEK

„*A bor minden megivott cseppje az esővízből származik (forró vidékeken az öntözővízből).*” – mondja Hugh Johnson és Jancis Robinson, a két neves borszakíró *A világ boratlasza* c. könyvében (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008).

Az Interneten szörfözve több helyen bukkantam olyan cikkekre az elmúlt évekből, mely a szőlő – akár csemege-, akár borszőlő – öntözésével, annak Kárpát-medencebeli szükségességével foglalkozott (pl.: LIGETVÁRI, 2019; CSOMOR, 2022).

A mediterráneummal ellentétben Magyarországon a szőlő öntözése egyáltalán nem jellemző. Előfordulhat azonban, hogy ez a még oly szárazságtűrő növény is vízpótlásra szorul a globális felmelegedésként is emlegetett klímaváltozás hatására. Az egyes klímaszcenáriók igen eltérő jövőt jósolnak nekünk itt a Kárpát-medencében, s a csapadékviszonyok jövőbeli klímaszintű alakulása is erősen bizonytalan: Csökken az éves csapadék mennyisége, vagy csak az éves eloszlása változik meg; vagy változik a térbeli eloszlása is; vagy ezen hatások együtt mutatkoznak majd, s ha igen, akkor milyen mértékben – senki sem tudja biztosan megmondani. A klímaváltozás hatására változhatnak mind a víz-, mind a szélerezési jellemzők is. Előbbi feltehetően a domb- és hegyvidéki szőlőültetvényeket érintheti, utóbbi inkább az alföldi területeken fokozódhat. Az öntözési igény mértékét meglehetősen nehéz pontosan meghatározni egy olyan növény esetében, mely akár egymáshoz nagyon közeli területeken is képes teljesen eltérő termésminőséget és -mennyiséget produkálni. Így tehát azt pontosan megmondani, hogy lesz-e Magyarországon áttörés a szőlő öntözését illetően, meglehetősen nehéz lenne. Akár egy külön szakdolgozatot is megérne a téma!

A szőlőnövény szempontjából leginkább érdekes klimatikus tényezők – mint a hőmérséklet- és a csapadékviszonyok, valamint a napsugárzás (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008) – közül ezen dolgozat keretein belül elsődlegesen a csapadékviszonyokkal, a vízellátottsággal kívántam foglalkozni. Az öntözésnek azonban nem csupán vízpótló szerepe lehet, hanem a növény hőháztartását is szabályozhatjuk általa. E megfontolások okán szükségesnek találtam a hőmérsékleti viszonyokat is érinteni.

Ezen szakdolgozat keretei között arra voltam kíváncsi, hogy mekkora a szőlőnövény oldaláról fellépő öntözési igény; mekkora a realitása ezen öntözési igény kielégítésének a jelenlegi hazai természeti adottságok tükrében.

A fentiek alapján kutatásommal az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

1. Elegendő-e a szőlőnövény vízigényének a hazai szőlőtermő területeken a vegetációs időszakban lehulló csapadék?
2. Van-e lehetőség a hazai szőlőtermő területeken a vízpótlásra?
3. Mekkora az igény a nem elsődlegesen vízpótlást célzó vízkijuttatásra a hazai szőlőterületeken?
4. A talaj és a domborzat, mint természeti tényezők mennyiben lehetnek az öntözést korlátozó tényezők?

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A szőlőnövény vízigénye

A szőlő nagy vízfelhasználású, közepes vízigényű növény. Eurázsiai fajai közül a kerti szőlő (*Vitis vinifera*) a legelterjedtebb, fajtáinak száma több, mint ötezerre tehető. Eredetét tekintve a Kárpát-medencében mind a nyugati (pl.: olaszrizling, cabernet franc), mind a keleti (pl.: muscat ottonel, zweigelt) és mind a pontuszi (pl.: ezerjő, kadarka) csoportváltozatok, valamint az egyes fajták keresztezésével kialakult (kialakított) új hibridek (pl.: cserszegi fűszeres, néró) megtalálhatók (RAKONCZÁS, 2014). A szőlőt sokhelyütt szárazságtűrő növényként tartják számon, köszönhetően a kifejlett növény gyökérzetének, mely rendkívül fejlett, mélyre hatoló – akár 10 m-ig is –, s igen erős nedvszívó képességgel rendelkezik (1. ábra) (BUDAVÁRI, 1978; RAKONCZÁS, 2014).

1. ábra: Chile, 10 éves, saját gyökerű szőlő. A telepítés tőtávolsága 1,5-1,8 m. A gyökerek 5-6 m mélységig hatolnak a talajba (http GRAPEVINE TRIANGLE)



A világ több forró nyarú vidékén (mint pl. Ausztráliában vagy Kaliforniában) a szőlőkultúra terjedésének elsődleges természeti korlátja a hozzáférhető öntözővíz mennyisége. Ahhoz, hogy a szőlőnk beérjen, minimálisan 500 mm, átlagosan 750 mm éves csapadékmennyiségre van szükség, mely melegebb éghajlaton az erőteljesebb evapotranszspiráció miatt nyilvánvalóan magasabb lesz (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008). Ennek ellenére számos jóval szárazabb ország, mint pl. a 300 mm/év átlagos csapadékmennyiséggel jellemezhető Algéria, Marokkó vagy Üzbegisztán is jelentős szőlőkultúrával rendelkezik (BUDAVÁRI, 1978). A szőlőnövény negatív vízstressz-tűrése nagyban függ a fajtától (MIKÓCZY, 2007) és az alanytól (ROMERO ET. AL., 2022). Abban azonban az egyes fajták megegyeznek, hogy ha a növény nem jut számára

elegendő vízhez, akkor kisebb fürtöket terem, vastagabb bogyóhéjjal. Mindez ugyan a terméshozam csökkenéséhez vezet, de kisebb mértékben akár kedvező is lehet: a virágzás utáni 2 hét-2 hónap közti időszakban a bogyók növekedéséhez sok vízre lenne szükség. Víz hiányában a növény eleve kisebb fürtöket fog növeszteni (MIKÓCZY, 2007). Későbbi időszakban érkező vízhiány esetén a bogyók a vízvesztés során szárazanyag-tartalomra nézve töményednek, zamat- és színanyagokban gazdag borok előállítását segítve elő. A folyamat azonban egy ponton túl kedvezőtlen mértékűvé válik, s amennyiben túlzottan korán kezdődik, az értékes zamatanyagok a bogyókban ki sem tudnak alakulni (BUDAVÁRI, 1978). A szőlőnövény a pozitív vízstresszt jól tolerálja, bár az a bogyóérés időszakában a termésnek ez egyáltalán nem kedvez (BUDAVÁRI, 1978): a bogyók megduzzadnak, kirepednek, bennük a felhalmozott cukrok, savak, zamatanyagok hígulnak. Csemegeszőlőnél mindez az eltarthatóság, szállíthatóság rovására megy (BUDAVÁRI, 1978), borszőlőnél pedig a bor alacsonyabb minőségét eredményezi (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008). A vegetációs időszak második felében a túlzott csapadék elősegíti a különféle kórokozók elszaporodását. Amennyiben a vízbőség tápanyagbőséggel (elsősorban N) párosul, a fotoszintézis rendkívül erőteljes lesz, s a növény a vegetatív biomassza-produkció mellett gyakorlatilag nem fog kellő energiát fordítani a bogyók beérlelésére (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008). A csapadékos ősz vagy a kései öntözés hatására a vesszők beérése késik vagy nem történik meg teljes mértékben, ezáltal a következő éves termés a téli fagykárok miatt veszélybe kerülhet (BUDAVÁRI, 1978; PROHÁSZKA, 1986). A tavaszi túlóntözés vagy a túlságosan bő csapadék a virágzás-kötődés időszakában a virágok elrúgását okozhatja (BUDAVÁRI, 1978), termés kiesést idézve elő. Mikóczy empirikus adatok alapján az egyes fenofázisok függvényében az 1. táblázat szerint határozta meg a szőlő vízigényét (MIKÓCZY, 2007).

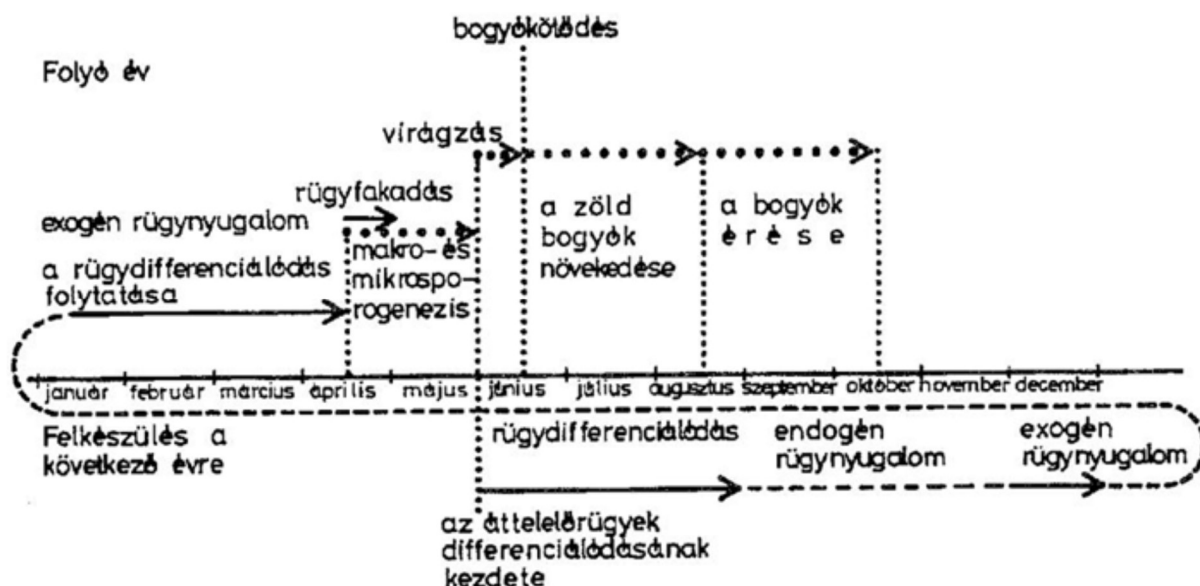
1. táblázat: A szőlő vízigénye az egyes fenológiai fázisokban (MIKÓCZY, 2007)

<i>Fenológiai fázis</i>	<i>Vízigény [mm]</i>
Metszés, illetve közvetlen a fakadás előtt	25-30
Rügyfakadástól virágzásig (50-60 nap)	100-120
Virágzáskor (5-10 nap)	0
Virágzástól a bogyó sőrét méretéig (10-15 nap)	40-60
Sőrét mérettől az érés kezdetéig (50-60 nap)	100-180
Az érés kezdetétől szüretig (40-60 nap)	80-150

Összességében tehát elmondható, hogy a szőlő számára a csapadék éves eloszlása a döntő. Az északi féltekén a vegetációs időszak áprilistól október közepéig-végéig tartó reprodukív

fázisában vízigénye 300 mm körül van, kihegyezve a nyilván fajtától függő, de általánosságban június közepétől szeptember elejéig tartó bogyósodásra (2. ábra) (RAKONCZÁS, 2014).

2. ábra: A szőlő reprodukzív fázisa. A vegetációs idő igen korai érésű fajták esetén 110-120 nap, késői érésű fajták esetén 145 nap fölötti (RAKONCZÁS, 2014).



A bogyóérés időszakában érkező jelentős csapadék már inkább káros hatással bír a termésre: a bogyók szárazanyag-aránya csökken, s a különféle kórokozók is könnyen megtámadhatják azokat (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008).

2.2. Meteorológiai adottságok

2.2.1. Csapadékviszonyok Magyarországon

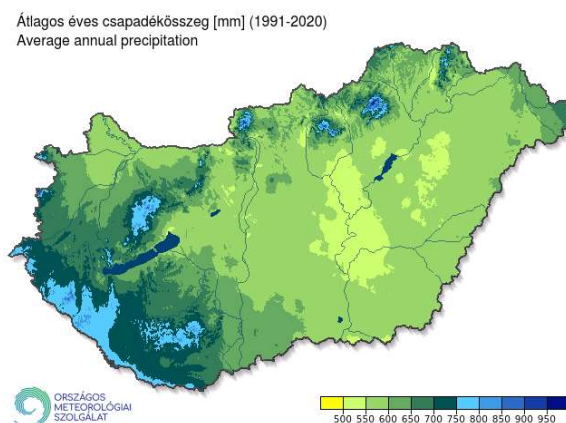
A Magyarország területén az 1991-2020 évek viszonylatában átlagosan lehulló 500-800 mm/év csapadék elviekben elegendő a szőlőnövény számára. Az egyes tájaink között jelentős eltérések vannak az évi összegben. Általánosságban elmondható, hogy az évi csapadékösszeg DNy-ról ÉK felé csökken (3. ábra) (<http://www.hidrometeorologia.hu/csapadek> CSAPADÉK – ÁLTALÁNOS ÉGHAJLATI JELLEMZÉS).

Térbeli eloszlásában egyrészt a mediterrán hatások, másrészt a domborzat játszik döntő szerepet. Előbbi a tengerektől való távolság növekedésével az éves csapadékmennyiséget csökkenti, utóbbi pedig a tengerszint feletti magasság emelkedésével kb. 35 mm/100 m mértékben növeli azt (<http://www.hidrometeorologia.hu/csapadek> CSAPADÉK – ÁLTALÁNOS ÉGHAJLATI JELLEMZÉS).

Időbeli eloszlását tekintve a legtöbb csapadék a május-július közötti időszakban hullik, míg a legszárazabb a január-március közti időszak. A maximális havi érték általában júniusban (> 70

mm), a minimális általában januárban (~30 mm) mérhető (4. ábra) (http CSAPADÉK – ÁLTALÁNOS ÉGHAJLATI JELLEMZÉS).

3. ábra: Átlagos évi csapadékösszeg az 1991-2020 közötti időszak alapján (http CSAPADÉK – ÁLTALÁNOS ÉGHAJLATI JELLEMZÉS)



4. ábra: A havi csapadékösszegek országos átlagai az 1991-2020 közötti időszak alapján (http CSAPADÉK – ÁLTALÁNOS ÉGHAJLATI JELLEMZÉS)

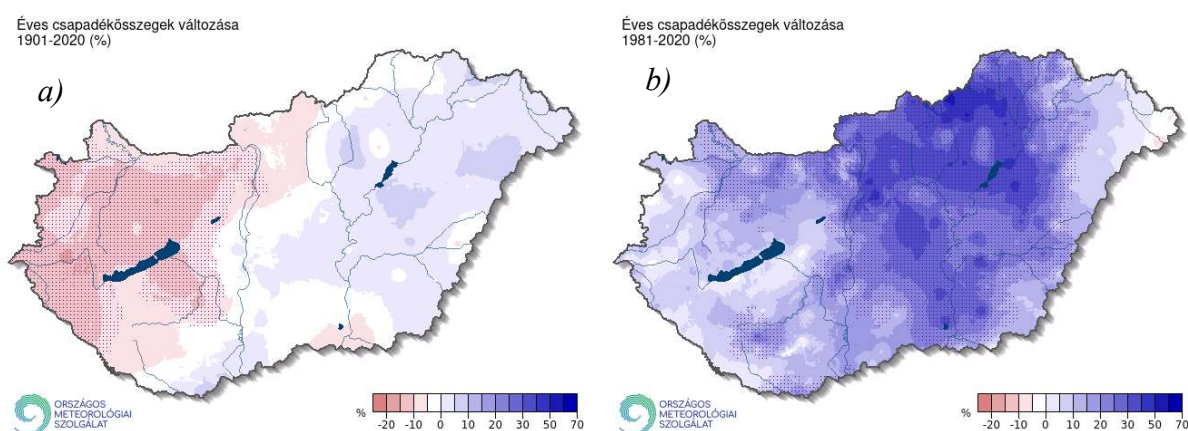


A csapadék évről évre jelentős változékonyságot mutat, így az évi csapadékösszeg térbeli eloszlása az egyes években jelentősen eltérhet a sokévi átlagtól. Mennyiségét tekintve szintén nagy anomáliákat tapasztalhatunk az egyes évek között. A csapadék szeszélyességére jellemző, hogy a megfigyelések szerint a legcsapadékosabb években akár háromszor annyi is hullhat, mint a legszárazabb évek során, és minden hónapban előfordulhat akár teljes csapadékhány is (http CSAPADÉK – ÁLTALÁNOS ÉGHAJLATI JELLEMZÉS).

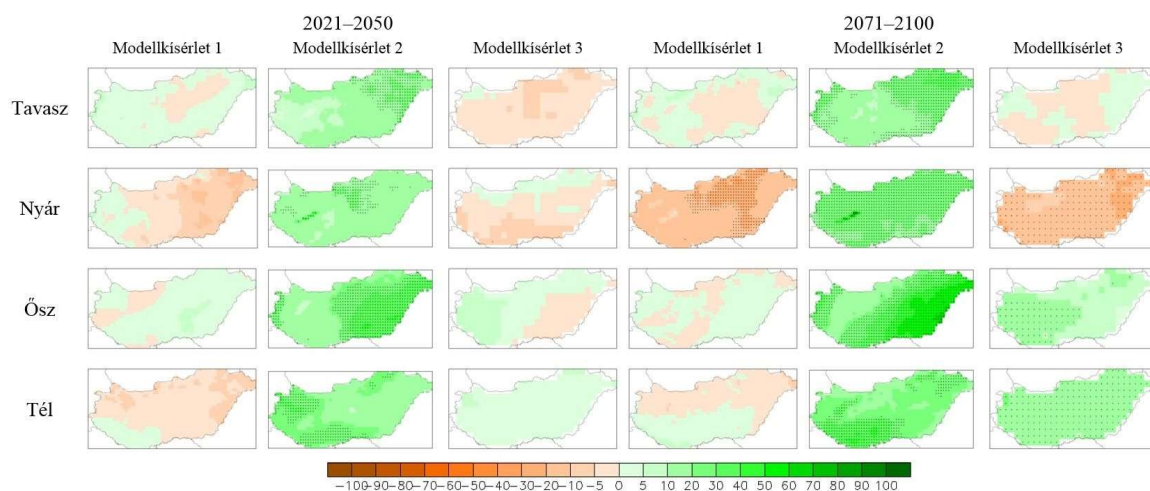
A klímaváltozás hatására érzékelhető változásokat tapasztalunk mind a csapadék mennyisége, mind eloszlása tekintetében (5. ábra), azonban a csapadék jövőbeli megváltozása a különböző klímamodellek alapján nagy bizonytalansággal terhelt, a következő évek, évtizedek trendjei

nehezen prognosztizálhatók (6. ábra). Annyi azonban elmondható, hogy a magyarországi átlagos csapadékösszeg nyári csökkenése várható, míg ősszel és télen több csapadék valószínűsíthető, különösen az ország déli területein (http MODELLKÍSÉRLETEK – KLÍMAMODELLEZÉS; http ÉVES ÉS ÉVSZAKOS CSAPADÉKÖSSZEGEK VÁLTOZÁSA). Emellett a klímaváltozás hatásaként jelentkező időjárási szélsőségek eredménye, hogy az éves csapadékmennyiségnek egy jelentős része záporok, zivatarok, esetenként jégesők formájában érkezik (RAKONCZÁS, 2014; http CSAPADÉK SZÉLSŐSÉGEK VÁLTOZÁSA).

5. ábra: Az éves csapadékösszeg változásának területi eloszlása (%) a) az 1901–2020 és b) az 1981–2020 időszakokban. A szignifikáns változást (90%-os megbízhatóság) fekete pontok jelölik (http ÉVES ÉS ÉVSZAKOS CSAPADÉKÖSSZEGEK VÁLTOZÁSA).



6. ábra: Évszakonkénti csapadékváltozás (%) az OMSZ három modellszimulációja alapján, referencia időszak: 1971–2000; a statisztikailag szignifikáns változást pontozás jelöli a térképeken (http MODELLKÍSÉRLETEK – KLÍMAMODELLEZÉS)



A csapadék időbeli eloszlásában bekövetkező ezen változások a szőlőtermesztés szempontjából nem tűnnek kedvezőnek.

2.2.2. Hőmérsékleti viszonyok Magyarországon

Bár a szőlőnövény öntözése szempontjából legfontosabb meteorológiai paraméter a csapadék, a vízkijuttatás célja nem csak a vízpótlás lehet, hanem akár lehet fagyvédelmi, vagy hűtő-frissítő célú is (ld. később, a 2.4.1. fejezetben).

A duzzadó rügyeket a késő tavaszi, $-3 - -4$ °C-ot alulmúló fagyok károsíthatják, a zsenge hajtások 0 °C alatt elfagynak. A kora őszi fagyokban a levélzet -1 °C-on, míg a fűt $-3 - -4$ °C-on fagy meg. Utóbbiból még jégbor készíthető. A tartósan és gyakran beálló -15 °C alatti fagy a nyugalmi állapotban lévő szőlőnövény károsodásának nagy kockázatát hordozza magában (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008; RAKONCZÁS, 2014). A pozitív hőstresszt a szőlőnövény jól bírja, a perzselés 40 °C felett biztosan jelentkezik (RAKONCZÁS, 2014), de a tartós, 3-4 egymást követő $37-38$ °C-os napi maximum hőmérsékletek esetén is jó eséllyel károsodik. Vannak fajták, melyek a hőstresszt követően a körülmények kedvezőbbre fordulását követően képesek regenerálódni, élettevékenységüket újraindítani (pl.: primitivo / zinfandel), míg bizonyos fajták erre az adott vegetációs időszakban már nem képesek (pl.: barbera) (ANDERSON, 2018).

A szőlőnövény szempontjából fontos hőmérsékleti paraméterek hazánkban a következőképpen alakulnak: Tavaszi fagyok még gyakran májusban is előfordulnak, s a Hungaromet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Zrt. (2023. december 31-ig Országos Meteorológiai Szolgálat; az egyértelműség kedvéért a továbbiakban e néven említve) éghajlati adatai szerint nyáron ritkán – de egyre gyakrabban – éri el a hőmérséklet maximuma a 40 °C-ot, ún. forró nap ($t_{\max} > 35$ °C) szinte minden nyári hónapban előfordul ([http ELMÚLT HÓNAPOK IDŐJÁRÁSA](http://ELMÚLT_HÓNAPOK_IDŐJÁRÁSA)).

2.3. Domborzati és talajtani adottságok

Magyarország a Kárpát-medencében található, medence-jellegéből adódóan tipikus alvízi ország. A térképre tekintve láthatjuk, hogy döntő része 200 m-nél alacsonyabb tengerszint feletti magasságon helyezkedik el. Legnagyobb tájegysége az Alföld, mely Magyarország mintegy 60 %-át teszi ki ([http MAGYARORSZÁG TERMÉSZETI FÖLDRAJZA](http://MAGYARORSZÁG_TERMESETI_FÖLDRAJZA); [http ALFÖLD](http://ALFÖLD)). Az ország területének mindössze 2 %-a emelkedik 300 m fölé annak ellenére, hogy jelentős a középhegységek kiterjedése. Legmagasabb pontja a Mátrában lévő Kékes ($1\,014$ m), míg legalacsonyabb Tiszasziget környékén található (76 m) ([http MAGYARORSZÁG TERMÉSZETI FÖLDRAJZA](http://MAGYARORSZÁG_TERMESETI_FÖLDRAJZA)). Középhegységeink döntően vetődéssel kialakult elsődleges röghegységek,

melyek az idők során jelentősen lepusztultak ([http MAGYARORSZÁG TERMÉSZETI FÖLDRAJZA](http://MAGYARORSZÁG_TERMESETI_FÖLDRAJZA); [http RÖGHEGYSÉG](http://RÖGHEGYSÉG)). Emellett mind az andezit- (pl.: Zempléni-hegység) ([http ANDEZIT](http://ANDEZIT)), mind a bazaltvulkanizmus (pl.: Badacsony) nyomai megtalálhatók az országban ([http BAZALT](http://BAZALT)).

A szőlőültetvények telepítése során a domborzatban rejlő adottságokat az ember mindig igyekszik kihasználni. Ennek megfelelően ahol lehet, előnyben részesíti a benapozottabb délies lejtőket, kihasználja a domborzat szélárnyékoló hatását, a vízfelületek hőmérsékletpufferoló szerepét (RAKONCZÁS, 2014). Az Északi-féltekén szőlőtermesztés szempontjából a délies fekvésű lejtők a legkedvezőbbek, a sík területek előnye viszont a könnyebb művelhetőség (PROHÁSZKA, 1986).

A termőföld az ország legfontosabb természeti kincse, bár a talajminőség meglehetősen változatos. Területe 70 %-a alkalmas mezőgazdasági hasznosításra, melynek 72 %-a szántóföld ([http MAGYARORSZÁG TERMÉSZETI FÖLDRAJZA](http://MAGYARORSZÁG_TERMESETI_FÖLDRAJZA)).

A Kárpát-medence, illetve Magyarország talajtani szempontból meglehetősen változatos, mozaikos képet mutat, mely a talajképző tényezők (földtani viszonyok; alapkőzet; éghajlati sajátosságok, domborzati és hidrológiai viszonyok; természetes flóra és fauna; a talajok kora antropogén hatások) sokszínűségére vezethető vissza (STEFANOVITS ET. AL., 1999; VÁRALLYAY, 2002). A talajképző folyamatok összetettsége és kombinálódása révén 9 fő talajtípusba sorolhatóan 31 genetikai talajtípust különböztethetünk meg (VÁRALLYAY, 2002).

Az eurázsiai szőlőfajták a talajadottságok tekintetében igen tág tűrésűek: a mocsaras és a nagyon szikes talajok kivételével mindenütt megélnek. Nyilvánvaló azonban, hogy a talajadottságok – közülük is a termőréteg vastagsága, a felvehető tápanyagkészlet, a vízellátottság és a fizikai szerkezet – a termés minőségét döntően befolyásolják mind csemege, mind borszőlő termesztése esetén (PROHÁSZKA, 1986; JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008; RAKONCZÁS, 2014). A fentiek alapján talajtani adottságait tekintve Magyarország mezőgazdasági művelés alá vonható területeinek döntő része potenciálisan alkalmas szőlő termesztésére.

Vízellátottság szempontjából elmondható, hogy a szőlőnövény kedveli, ha a talajvíz nincs 3 m-nél mélyebben. A 1,5 m-nél magasabban lévő, pangó talajvizet azonban a gyökérzete nem szereti, a mozgó talajvíz azonban nem zavarja. A nyirkos, vizes talajokon termesztett szőlő vesszője rosszul érik be, a termés gombás betegségekre, rothadásra fogékonyabb lesz. Az erősen száraz jellegű talajokra telepített szőlőknél számolni kell azzal, hogy aszályos években a bogyók nem tudnak kifejlődni beérni – aprók maradnak. Ezen segíthet az öntözés. A szőlő még azon alacsony humusztartalmú futóhomokon is képes termést produkálni, melyek más haszonnövény termesztésére nem jöhetnek számításba (PROHÁSZKA, 1986).

A domborzat kapcsán nem mehetünk el szó nélkül a lejtőkategóriák fontossága mellett. A felszín lejtésviszonyai nagyban befolyásolják a termesztendő növények körét, a növénytermesztés módozatát. Erősen lejtős és meredek területekkel találkozhatunk az Északi-középhegység, a Dunántúli-középhegység, a Mecsek, a Zalai- valamint a Somogyi-dombság területein. Ezek a 17 %-nál meredekebb lejtésű területek különösen kitettek a víz erodáló hatásának. Szerencsére a lejtőhosszak hazánkban általában nem túlságosan nagyok (<100 m) (STEFANOVITS ET. AL., 1999). A lejtők meredeksége alapvetően meghatározza az alkalmazható művelési módot, agrotechnikát, így a lehetséges öntözési módokat is. Az erózió elleni védekezés érdekében 12 %-nál meredekebb területeken a szőlő teraszos műveléssel termesztendő. Ez a határszám gyümölcsösnél 17 % (VERMES, 2001). A művelés felső határát a teraszépítési lehetőségek szabják meg.

2.4. A szőlő öntözése

Az öntözéses szőlőtermesztés régészeti emlékek szerint mintegy 2600 éves múltra tekint vissza. A mai Örményország és Egyiptom területén ugyanis e korban készült öntözőcsatornákat találtak. A XX. században megjelent úgynevezett „újvilági borok” térhódítása az öntözés hatékonysága növekedésének köszönhető. Enélkül ugyanis az ausztrál, a kaliforniai és izraeli bortermelők nem tudtak volna következetesen magas minőséget prezentálva berobbanni a világ bor-körforgásába ([http IRRIGATION IN VITICULTURE](http://IRRIGATION%20IN%20VITICULTURE)).

Kemény és munkatársai (2018) szerint hazánkban gazdaságosan öntözhető lenne 7 848 ha szőlőterület. Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre c. munkájában a kutatócsoport arra a következtetésre jutott, hogy hazánkban a mezőgazdasági művelés alatt álló területeken az öntözésnek jelentős természeti korlátai – figyelembe véve a talajtani adottságokat, a klimatikus viszonyokat, a domborzati tényezőket és a belvív-veszélyeztetettséget – általában nincsenek. Ökölszabályként kijelenthető, hogy az öntözhetőségnek a szabad vízkészletek mennyisége szabhat határt. Ökonómiai számítások alapján Magyarországon több mint 1 millió ha-t lehetne öntözni. Az ország szabad vízkészlete a fenti 1 millió ha-nak nem egészen a felét lenne képes ellátni öntözővízzel. Erózióvédelmi szempontból rá kell mutatni a domborzati adottságok és az öntözés kapcsán a lejtésviszonyok fontosságára is, ahogy azt a 2.3. *Domborzati és talajtani adottságok* c. fejezetben meg is tettem. Az öntözött hazai szőlőterületekre vonatkozóan a Kemény és munkatársai által hivatkozott 2018-ban publikált, de 2011-14-es adatokon alapuló 16 ha mellé a közelmúltból mindössze egy KSH adatot találtam 2007-ből, 11 ha-ral (KEMÉNY ET. AL., 2018; [http KSH - LEGALÁBB](http://KSH-LEGALABB)

EGYSZER ÖNTÖZÖTT). Egy-egy nagyobb beruházás publikálásában bukkanhatunk ettől eltérő adatokra, mint pl. az Ászár-Neszmélyi Borvidéken 2018-ban kiépült 23 ha-os felszín alatti mikroöntöző-rendszer (CSOMOR, 2022; DARÓCZI, 2024). Történelmi adatként említendő, hogy 1974-ben az ország 213 000 ha szőlőterületéből 1 499 ha állt öntözött művelés alatt (BUDAVÁRI, 1978). A hazai jogi szabályozás nem tiltja a szőlő öntözését (2020. ÉVI CLXIII. TÖRVÉNY), a vízjogi engedélyezés szabályrendszere azonban meglehetősen bonyolult (1995. ÉVI LVII. TÖRVÉNY; 223/2014. (IX. 4.) KORM. RENDELET; 158/2019. (VI. 28.) KORM. RENDELET). Öntözési célra elsődlegesen a felszíni vízkészletek használata preferált. Amennyiben felszíni víz nem áll rendelkezésre a szükséges mennyiségben vagy minőségben, akkor lehet felszín alatti vizeket is igénybe venni, elsődlegesen talajvizet, másodlagosan rétegvizet. Rétegvízből öntözni fő szabályként csak mikroöntözéssel, míg karsztvízzel öntözni csak és kizárólag mikroöntözéssel lehet, melynek hazai definíciója: *„a párolgási veszteségek lehető legkisebb szinten való tartása érdekében alkalmazott olyan víztakarékos öntözés, amelynek során a vízadagoló elemek 2,5 bar-nál kisebb nyomáson, vízadagoló elemenként legfeljebb 500 l/h egyenletes vízadagokban juttatják ki a vizet közvetlenül a növényre, a talaj vagy termesző közeg felszínére, a talajba vagy termesző közegbe, vagy fagyvédelem vagy párástítás céljából a növény közvetlen légterébe”* (147/2010. (IV. 29.) KORM. RENDELET). A vízigények kielégítésének sorrendjében az öntözést megelőzi az ivóvíz-ellátás, a közegészségügyi- és gyógyászati célú vízellátás, a katasztrófa-elhárítás, az állattartás, a haltermelés és a természetvédelmi érdekeket szolgáló vízellátás (1995. ÉVI LVII. TÖRVÉNY). Mindemellett támogatáshoz jutni tulajdonképpen csak a fenntartható vízgazdálkodási közösségeknek van esélye, akiknek legitimitásukhoz szőlő esetében legalább 10 ha öntözését biztosítaniuk kell (2019. ÉVI CXIII. TÖRVÉNY).

Ehhez képest a világ legnagyobb szőlőterülettel rendelkező és vezető bortermelő országában, Spanyolországban (<http://MELYIK-A-LEGNAGYOBB-SZŐLŐTERMELŐ-ORSZÁG-A-VILÁGON?>) 1930 és 1990 között kb. 30 000 ha szőlőterületet öntöztek (AYUDA ET. AL., 2020). Miután 2003 óta hivatalosan is lehet a szőlőt öntözni (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008), az öntözött szőlőterületek kiterjedése bőven 180 000 ha fölé emelkedett, mely az össz szőlőterületnek kb. 22 %-a (AYUDA ET. AL., 2020). Érdekességként elmondható, hogy 2015-ös adatok alapján az átlagos birtokméret gyakorlatilag megegyezett a magyar-spanyol viszonylatban (1,83 vs. 1,82 ha) (<http://KÉT-ÉRDEKES-ÁBRA-AZ-EURÓPAI-TERMŐTERÜLETEKRŐL>).

Franciaországban, mint a világ 3. Európa 2. legnagyobb szőlőterülettel bíró országában (<http://MELYIK-A-LEGNAGYOBB-SZŐLŐTERMELŐ-ORSZÁG-A-VILÁGON?>) a 2007-es idénytől kezdődően hivatalosan is lehet öntözni a szőlőt, bár az eredetmegjelöléssel ellátott bor (l'Appellation

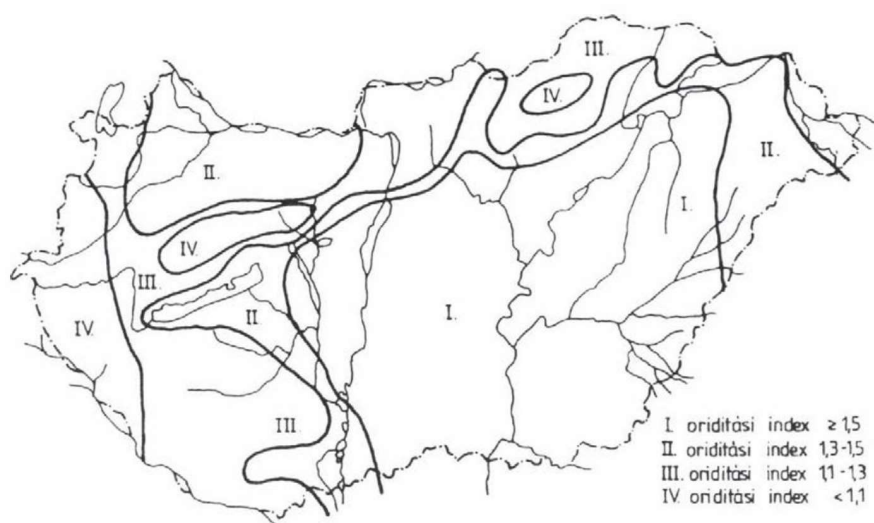
d'origine contrôlée – AOC) termelésére alkalmas szőlőültetvényekben májustól a szüretig öntözni az egyéb engedélyek megléte esetén is csak az Országos Eredetmegjelölések Intézete (l'Institut national des appellations d'origine – INAO) külön engedéllyel, legfeljebb június 15. és augusztus 15. között lehet. Mindemellett a felszín alatti öntözőrendszerek létesítése nem támogatott (DÉCRET N° 2006-1527; ROBINSON 2007). Az Irrigazette öntözéssel foglalkozó portál szerint 2018-ban az öntözött francia szőlőterületeket illetően még nem létezett pontos és teljeskörű összeírás (CANTO, 2018). Egy biztos: a mediterrán régióban évente több 10 000 ha-ral növekszik (BOLIS, 2023) – ezzel szemben Bordeaux-ban és Burgundiában (még) nincs öntözés ([http WINE REGIONS OF FRANCE](http://WINE_REGIONS_OF_FRANCE); ROBINSON, 2022). A franciák borstratégiai céljai között szerepel az öntözött szőlőterület 1 500 ha/év mértékben a *fenntarthatóság jegyében* történő növelése (ECA, 2023).

A statisztikák szerint Olaszország rendelkezik a világon a 4., Európában a 3. legnagyobb szőlőterülettel ([http MELYIK A LEGNAGYOBB SZŐLŐTERMELŐ ORSZÁG A VILÁGON?](http://MELYIK_A_LEGNAGYOBB_SZOLOTERMELO_ORSZAG_A_VILAGON?)). Náluk az eredetmegjelöléssel ellátott bor (Denominazione di Origine Controllata – DOC) termelésére alkalmas szőlőterületekkel rendelkező körzetek közül legalább harmincban engedélyezett az öntözés (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008; ANDERSON, 2018). Az ország szőlőültetvényeinek kb. 26 %-a öntözött, azaz kb. 186 000 ha (TODOROVIC ET. AL., 2007). A legmagasabb az arány Toszkánában, ahol a szőlőterületek közel 85 %-át öntözik (ANDERSON, 2018).

A klimatikus viszonyok szerepe döntő egy-egy növény adott területen fellépő öntözővízigényében. A 2. táblázat az 5/1976. OVH rendelkezés részlete, melyben az idénynorma számítása során a hazai éghajlati körzeteket (7. ábra) és a talajviszonyokat vették figyelembe. Az éghajlati körzetek lehatárolása az ariditási index értéke alapján történt (VERMES, 2001). Az ariditási index az éghajlat száraz vagy nedves jellegének számszerű mérésére szolgáló mutató, amit a mért éghajlati elemek különböző matematikai kombinációival fejeznek ki. Magyarországon ezt a tényezőt a potenciális evapotranszpiráció és a csapadék hányadosával számoljuk. Az ország területének jelentős részén ez az érték 1,0-nél nagyobb, az Alföldön több helyen eléri az 1,5-es értéket; az országos átlag 1,1 (SZLÁVIK ET. AL., 2019).

Irodalmi adatok alapján a '70-es években a szőlő még a 800-1 000 mm/év átlagos éves csapadékmennyiséggel jellemezhető Ausztriában is 35-40 %-os terméstöbbletet produkált a rendszeres öntözés hatására. Ez idő tájt hazánkban is elsődlegesen a 20-40 %-os többlethozamok miatt, kisebb arányban a minőség javítása végett alkalmaztak öntözést. A túlzott, túl korai vagy túl kései öntözés a termés jelentős minőségromlásához vezethet (BUDAVÁRI, 1978; PROHÁSZKA, 1986; MIKÓCZY, 2007; JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008).

7. ábra: Magyarország éghajlati körzetei öntözési normák meghatározásához (VERMES, 2001)



Vermes – Szalóki 1991-es munkája nyomán – a csemege- és a borszőlő öntözés szempontjából fontosabb jellemzőit a 3. táblázat szerint foglalta össze (VERMES, 2001). Mindez összhangban áll a 2.1. A szőlőnövény vízigénye c. fejezetben közölt adatokkal.

2. táblázat: A szőlőnövény öntözési idénynormája éghajlati körzetenként. A táblázatban szereplő értékek átlagos talajadottságokra vonatkoznak, jelölve a jobb, illetve gyengébb víztartó képességgel bíró talajok esetén javasolt eltéréseket (VERMES, 2001).

Növénykultúra	Öntözési idénynorma [mm]			
	I.	II.	III.	IV.
	éghajlati körzetben			
Szőlő, gyümölcs	170 ± 20	120 ± 20	70 ± 40	0

3. táblázat: A szőlőnövény öntözés szempontjából fontosabb jellemzői 5 éves visszatérési valószínűséggel jellemezhető szárazság esetén, átlagos talajadottságok mellett, az I. éghajlati körzetben (VERMES, 2001)

Növény- kultúra	Kritikus időszak [hónap]	Gyökere- zési mélység	Talaj- nedves- ség- igény	Öntözés- igényes- ség	Tenyész- idei vízigény [mm]	Öntöző- víz szükség- let [mm/év]	Mértékadó	
							vízadag [mm]	for- duló [nap]
Csemege-szőlő	VI-VII.	igen mély	közepes	nagy	570-670	150-200	40	20
Borszőlő	VII-VIII.	mély	közepes	közepes	520-600	100-150	40	20

Az öntözés számos előnyt ígér, mindamellett, hogy természetesen árnyoldalai is vannak, mint például a szőlőnövény sekélyebbé alakuló gyökérzete vagy terroir-hatás csökkenése. Az öntözéses és száraz gazdálkodás előnyeit, hátrányait a szőlőültetvényben Anderson (2018) jól

összefoglalta egy ökonómiai szempontú SWOT analízis keretében, melyből az is kiderül, hogy az öntözés terjedése miként hathat a világ borpiacára is.

2.4.1. Az öntözés célja

Mint minden öntözött kultúra esetében, a szőlőnél is két alapvető célja lehet az öntözésnek: a termésbiztonság vagy a hozamnövelés.

Agrotechnikai szempontból közelítve az öntözés célja a szőlő esetében többféle lehet:

1. *Tároló öntözésre* lehet szükség tavasszal, virágzás előtt, ha a téli csapadék a talaj felső 1-1,2 m rétegét nem töltötte fel. Célja a növény vegetációs időszakában fellépő vízigény biztosítása a talajban tározással (BUDAVÁRI, 1978; VERMES, 2001).
2. *Vízpótló öntözésre* a nyári hónapokban, a bogyófejlődés időszakában lehet szükség. Ez a fenti 3. táblázat szerint egy ritkább, de közepes-nagy adagokban történő vízpótlás, melynek a növény optimális fejlődéséhez hiányzó víz kijuttatása a célja. Az öntözést a korábban tárgyalt okok miatt szüret előtt 30-40 nappal be kell fejezni (BUDAVÁRI, 1978; VERMES, 2001).
3. *Hűtő és frissítő öntözés* alkalmazására szintén a nyári időszakban lehet szükség a légköri aszály kedvezőtlen élettani hatásainak megelőzése, mérséklése érdekében. Célja a növények és közvetlen környezetük hűtése, a növényi transzspiráció csökkentése (VERMES, 2001).
4. *Fagyvédő öntözésre* lehet szükség a tavaszi időszakban, a kései fagyok termés csökkentő hatásának kiküszöbölése érdekében. A növényi szövetek a néhány órás, nem túl erős (néhány °C-os) fagyoktól megvédhetők a rajtuk kialakuló, állandó vízpótlással fenntartott jég réteggel, mely alatt 0 °C körüli hőmérsékleten tarthatók (VERMES, 2001; JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008).
5. *Aszúsító öntözés* alkalmazható a *Botrytis cinerea* gomba által okozott nemesrothadás, azaz az aszúsodás elősegítésére a bogyóérés végső és azt követő időszakában. A botritisz kedveli a nedves és száraz időszakok váltakozását. Világviszonylatban a Tokaji borvidéken kívül még Franciaország és Németország egyes borvidégein fordul elő aszúsodás. Hazánkban Tokajon kívül kedvező években a Móri borvidéken az ezerjő képes aszúsodni. A történelmi Magyarországon a Ménesi borvidéken (a mai Románia területén) készítettek vörös aszúborokat (BUDAVÁRI, 1978; SZTANEV, 2016; CSOMA, 2018; [http BOTRITISZ](http://BOTRITISZ)).

6. A *deficit öntözés* (Deficit Irrigation – DI) lényege a szélsőséges vízhiány okozta stressz mérséklése oly módon történő vízkijuttatással, mely a talaj vízellátottságát nem növeli érdemben – tulajdonképpen *szárazságfenntartó öntözésről* beszélhetünk. Elsődlegesen borszőlők esetében alkalmazható eljárás, melynek eredményeként kedvező cukor- és savtartalom, valamint aromaprofil érhető el (LAKATOS, 2022; ROMERO ET. AL., 2022). A terméskötéstől a szüretig alkalmazott eljárás, melynek két alapvető módozata létezik: a termés evapotranszspiráció révén elvesztett víztartalmának egy bizonyos, de mindig azonos részét (Sustained Deficit Irrigation – SDI), vagy mindig az aktuális körülmények között egy-egy időszakot jellemző evapotranszspiráció egy bizonyos részét pótolják vissza az öntözési idő során (Regulated Deficit Irrigation – RDI). Amennyiben a vízpótlás térbeli eloszlása nem egyenletes, a gyökérzóna részleges szárazon tartásának stratégiájáról beszélünk (Partial Root Zone Drying Irrigation – PRI) (ROMERO ET. AL., 2022). A DI stratégiák koncentrált gyümölcsnövekedésre készítetik a szőlőt. Gyakorlatilag a növény becsapása a cél, hogy ne érezze a vízhiány okozta stresszt, s ne dobja el a bogyókat (ANDERSON, 2018).
7. A szaporítóanyag-előállítás öntözött szőlőiskolákban történik, ahol az iskolázás után a talajt *beiszapolják*, majd a vesszőket rendszeresen öntözik (BUDAVÁRI, 1978).

2.4.2. Az öntözés módja

A szőlőültetvények növénymagassága, többségében kordonos művelése a stabil és félstabil öntözőrendszerek alkalmazását teszi szükségessé. Az általam feldolgozott források alapján az önjáró öntözőgépek (lineár, center pivot) üzemeltetése a szőlőültetvényeken egyáltalán nem elterjedt dolog, ám ezek alkalmazhatóságát az elaprózott birtokszerkezet sem teszi szükségessé. A szőlő esetében alkalmazott öntözési módok többfélék lehetnek:

1. Az *esőszerű öntözést* vízágyúval vagy esőztető szórófejek telepítésével lehet kivitelezni. Fokozott hangsúlyt kell fektetni a növényvédelemre, hiszen a gombabetegségek a párás környezetben gyorsan és erőteljesen terjednek (BUDAVÁRI, 1978). Az esőztető öntözőrendszerek a lejtésviszonyokra kevésbé érzékenyek, az erózió és a szikesedés kockázata alacsony. Az öntözővíz minőségére közepesen érzékenyek, a szélviszonyokra annál inkább (PRICHARD, 2000).

Tulajdonképpen valamennyi fent megfogalmazott öntözési cél megvalósítható lehet esőszerű öntözéssel, ennek ellenére visszaszorulóban van a korszerűbb, víztakarékosabb megoldások javára.

2. *A felületi öntözés* szőlőültetvényben alkalmazott módozatai a következők:

- a. árasztó,
- b. sávós,
- c. barázdás.

E módszereknek csak kislejtésű területeken van létjogosultsága. Az öntözővíz minőségére kevésbé érzékenyek. Az erózió és a szikesedés kockázata esetenként jelentőssé válhat. Beruházásigénye e módszereknek a legalacsonyabb (PRICHARD, 2000).

Tekintettel arra, hogy a klímaváltozás következtében a víz, mint természeti erőforrás, stratégiai szerepe egyre inkább felértékelődik, e módszereket alacsony hatékonyságuk miatt manapság a fejlett régiókban az általam feldolgozott források alapján nem alkalmazzák.

A fentebb megfogalmazott öntözési célok közül a tároló és a vízpótló öntözés, illetve a szőlőiskolai vízellátás képzelhető el e módon.

3. *A mikroöntözés* módozatai az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- a. Csepegtető öntözés
 - i. felszíni,
 - ii. felszín alatti,
- b. Mikroszórófejek alkalmazása.

Az öntözés korszerű, víztakarékos, hatékony módszerei (HAYES, 2021). A lejtésviszonyokra nem érzékenyek, az eróziós kockázat alacsony. A szikesedés kockázata közepes, függ a talaj és az öntözővíz minőségétől. A mikroöntöző rendszerek nagyon érzékenyek az öntözővíz minőségére (só- és oldottanyag-tartalomra) (PRICHARD, 2000).

A felszín alatti csepegtetőcsövet legalább 30 cm mélységbe kell helyezni ahhoz, hogy a kellő hatékonyságot elérhessük (DRIP IRRIGATION HANDBOOK, 2015). Sekélyebb telepítés esetén a gyökércsúcsokig nehezen jut el a kellő nedvesség, illetve a megfelelő takarás a mechanikai védelem végett (művelés, rágcsálók) is előnyös.

Mikroszórófejek esetén a rendkívül apró, ködszerű cseppméret miatt a légmozgás az öntözésünk hatékonyságát jelentősen ronthatja (PRICHARD, 2000).

Valamennyi öntözési cél megvalósítható mikroöntözéssel, bár a tavaszi tároló öntözésre csak bizonyos feltétekkel alkalmas.

Azt, hogy mely öntözési mód az ideális a szőlőben, mindig az adott eset körülményei döntenek el. Nem mindegy a talajadottság, a víz forrása és minősége, a domborzat, az ültetvény általános

állapota, a meteorológiai tényezők. A fentebb vázolt öntözési céloknak való megfelelés igénye szintén alapvetően befolyásolja az alkalmazható módszert (PRICHARD, 2000).

Hazánkban a '70-es években a szőlő öntözési módja az öntözött terület 90 %-án esőztető öntözés volt, az öntözött terület 52,6 %-ban felszín alatti nyomócsöves esőztető öntözőberendezésekkel történt (BUDAVÁRI, 1978). A ma ismert legnagyobb hazai öntözött ültetvény a Neszmélyi borvidéken található, 23 ha területű, ott tápoldatozással és precíziós eszközök alkalmazásával kombinált felszín alatti mikroöntözést alkalmaznak (CSOMOR, 2022). A 2019-ben üzembe helyezett rendszer az eddigi termelési eredmények alapján beváltotta a hozzáfűzött reményeket, s jelentős hozamnövekedést hozott (DARÓCZI, 2024).

Spanyolországban főként csepegtető öntözést alkalmaznak, ám az öntözés előretörése még ezen víztakarékos megoldások ellenére is víz-konfliktusokhoz vezet (SANTILLÁN ET AL., 2019; AYUDA ET. AL., 2020). Öntözésre leggyakrabban felszín alatti vizeket használnak (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008). A Le Monde cikke szerint víz egyre kritikusabb erőforrás Dél-Franciaországban is. Provence és Languedoc-Roussillon szőlőtermesztői körében az öntözéses termesztési mód a klímaváltozás következtében egyre terjed, a vízkészletek viszont egyre szűkösebbek (BOLIS, 2023). Míg a 2000-es évek elején Languedoc-Roussillon-ban, a legnagyobb kiterjedésű francia borvidéken az esőztető öntözés volt a leginkább elterjedt (ROBINSON, 2007), addigra mára a jóval víztakarékosabb csepegtető öntözése a főszerep: a öntözőberendezések 91 %-a ezt az öntözési módot használja. Az öntözés 80 %-ban felszíni vízből történik (GRAVELINE ÉS GRÉMONT, 2021).

Olaszországban az öntözővizek forrása túlnyomórészt felszíni víz; a felszín alatti vizek igénybevétele É-ról D felé haladva növekszik (TODOROVIC ET. AL., 2007). Az öntözési módok közül szőlő esetében ma már leginkább a csepegtető öntözés aránya a legnagyobb, főként a vízhiánnyal küzdő déli régiókban (TODOROVIC ET. AL., 2007; BIANCHI ET. AL., 2023).

A precíziós gazdálkodás elveinek megfelelő öntözéssel (CSOMOR, 2022) a nem precíziós öntözéshez képest bő $\frac{1}{3}$ -os költség- és vízmegtakarítás érhető el (BELLVERT ET. AL., 2021).

Az öntözőrendszerek egyik legnagyobb, elvitathatatlan előnye, hogy tápoldatozó rendszer csatlakoztatása esetén segítségükkel a szükséges tápanyagpótlás is megoldható (CANAJ ET. AL., 2021).

2.4.3. Az öntözővíz minőségével szemben támasztott követelmények

Az öntözővíz minőségi paraméterei nagyban függenek a víz forrásától: vízminőség szempontjából nem mindegy, hogy felszíni vagy felszín alatti vizet használunk. A felszíni vizek

lebegőanyag-tartalma általában nagyobb, oldott anyag tartalma alacsonyabb, mint a felszín alatti vizeké. A felszíni vizek általában az antropogén hatásoknak jobban kitettek. Minden öntözésre használt víz tartalmaz különböző mennyiségű oldott sót. A sótartalom összetétele nagyon változatos: a Ca^{2+} -nak, Mg^{2+} -nak és Na^+ -nak CO_3^{2-} -tal, HCO_3^- -tal, Cl^- -dal és SO_4^{2-} -tal alkotott sói fordulnak elő legnagyobb mennyiségben. Az öntözővízzel kijuttatott sótartalom a talajban és/vagy a növényben akkumulálódik (SHARMA, 2003). A szőlő mérsékelten sótűrő növény. A termés csökkenés elkerülése érdekében a sótartalmat jellemző fajlagos elektromos vezetőképesség (EC) értéke az öntözővízben ne legyen magasabb 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -nél. $\text{EC} = 4\ 500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 50 %-os termés kiesést okoz (GRATTAN ÉS OSTER, 2002). Bizonyos mennyiség fölött a Cl^- , a Na^+ , a B^{3+} a szőlőnövényre nézve káros, toxikus hatású. A kloridtűrés mértéke nagyban függ a szőlő fajtájától (240-950 ppm) (GRATTAN ÉS OSTER 2002), de lehetőleg 100 ppm alatt célszerű tartani azt. A Na^+ -koncentráció ne lépje túl a 70 ppm-et, míg a B^{3+} az 1 ppm-et. Az öntözővíz pH-jának 6,5 – 8,4 közé célszerű esnie, mert ezen tartományban fordul elő legkevésbé oldatban toxikus anyag, vagy alakul ki tápanyagfelvételi egyensúlyzavar. A magas HCO_3^- -tartalom a pH H_2SO_4 -val történő csökkentésével kiküszöbölhető (SHARMA, 2003). A HCO_3^- zavarja a növények Fe-háztartását (BÁKONYI ET. AL., 2010). Az öntözővíz túlzott tápanyagtartalma (főként a $\text{NO}_3^- - \text{N}$) a növény életműködését vegetatív irányba tolja. Ezáltal a zöldtömeg nő, a terméshozam csökken (JOHNSON ÉS ROBINSON, 2008).

A hagyományos esőztető öntöző és a mikroöntöző szórófejek is hajlamosak az eltömődésre (SHARMA, 2003), ha a kelleténél magasabb lebegőanyag- vagy sótartalmú öntözővizet használunk. Ennek megelőzésében fontos szerep jut a különféle vízkezelési megoldásoknak. A vízkezelési megoldások szükségességét mindig az öntözővíz minősége határozza meg.

A mediterrán térségben a vízhiány mérséklése érdekében kísérletek folynak a tisztított szennyvízzel történő csepegtető öntözés terén (CANAJ ET. AL., 2021; RAMÍREZ ÉS IBÁÑEZ, 2023). Ehhez azonban a települési szennyvíztisztítókhöz szükséges a hazai szakzsargonban IV. tisztítási fokozatnak nevezett kezelés kiépítése (CANAJ ET. AL., 2021). A IV. tisztítási fokozat azon mikroszennyezők eltávolítását célozza, melyek a táplálékláncba visszakerülve potenciális humánegészségügyi kockázattal bírnak (pl.: gyógyszer- vagy peszticidmaradványok) (JUHÁSZ, 2018). Amerikai kutatók szerint a szőlőültetvény tisztított szennyvízzel történő csepegtető öntözése a „tisztá” vízzel történő csepegtető öntözéshez képest nincs érdemi hatással a borok minőségére (HIRZEL ET. AL., 2017).

3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

Mivel a *Bevezetés és célkitűzések* c. fejezetben felvetett kérdések előre vetítik, hogy a válaszoknak lesz téradat-jellege, így könnyen értetődik, hogy a lehetséges vizsgálati módszerek közül a térinformatikára esett a választásom, s hogy térinformatikai módszerek segítségével igyekeztem válaszokat szerezni.

Az Interneten kutakodva számos nyílt forráskódú (open source – OS) térinformatikai szoftverre, illetve számos OS adatbázisra akadhatunk. Hazai viszonylatban az OS térinformatikai megoldások egyik fő szószólója a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke (<http://BME.ORGEO.LABOR>).

Szakedolgozatom írása során törekedtem az OS térinformatikai megoldások alkalmazására. Az általam igénybe vett adatbázisok többsége térképszervert-szolgáltatásokon keresztül szabadon elérhető. A térképszervert-szolgáltatások két alapvető, szabványos fajtája a WMS és WFS adatszolgáltatási protokoll. A Web Map Service (WMS) lényege, hogy a téradatot Interneten keresztül raszteres képek formájában küldi el a szerver a szolgáltatást használni kívánó kliens szoftvernek ([http://QGIS – WMS RÉTEG HASZNÁLATA](http://QGIS-WMS.RETEG.HASZNALATA)). A Web Feature Service (WFS) lényege, hogy Interneten keresztül érhető el a távoli szerveren tárolt téradat. Azonban míg a WMS az adatforrás adatmodelljétől (vektoros vagy raszteres) függetlenül mindenképpen raszteres formában teszi elérhetővé az adatot, addig a WFS szolgáltatáson keresztül vektoros formában férhetünk hozzá a vektoros adatmodellel tárolt téradathoz ([http://QGIS – WFS RÉTEG HASZNÁLATA](http://QGIS-WFS.RETEG.HASZNALATA)).

Tekintettel arra, hogy a szükséges adatok WMS protokollal férhetők hozzá, fedvényműveletek végzésére nem alkalmasak. Ezért szükségessé vált a térképi adatbázisok szerkeszthető formában történő beszerzése az adatgazdától.

A talajviszonyok vizsgálatára az Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani Intézet (ATK TAKI) által kezelt AGROTOPO adatbázist gondoltam alkalmasnak, ám ez nem érhető el szabadon ([http://TÉRKÉPI ADATSZOLGÁLTATÁS](http://TERKEPI.ADATSZOLGALTATAS)). A feltehetően azonos alapokon nyugvó DoSoReMI.hu (Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information – Digitális, Optimalizált, Általános Talajtérképek és Térbeli Információk) szabadon hozzáférhető, böngészhető, de szerkesztésre le nem tölthető adatbázist tartalmaz (<http://DOSOREMI>). Hozzáférés hiányában az *1. fejezetben* megfogalmazott célkitűzések 4. pontban foglalt talaj-szempontrú vizsgálatoktól a későbbiekben eltekintettem.

3.1. Az alkalmazott szoftverek

Szakdolgozatom elkészítése során a – talán – legelterjedtebb OS térinformatikai szoftverrel, a QGIS-szel, annak a Desktop 3.30.3 verziójával dolgoztam fel a rendelkezésre álló adatokat. A QGIS az Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) hivatalos projektje (<http://qgis.org>).

E szoftver segítségével elkészíthetők az izohiéta térképek fedvényei, elvégezhetők a szükséges fedvényműveletek, valamint különböző térképszerver-szolgáltatások is igénybe vehetők.

A közismert interpolációs metódusok közül a TIN (Triangular Interpolation Network – Háromszög interpolációs hálózat) és az IDW (Inverse Distance Weighting – Inverz távolsággal súlyozás) található meg eredendően a szoftverben. Tekintettel a csapadék- és hőmérsékletadatok nem egyenletes térbeli eloszlására, az interpoláció során az IDW módszert alkalmaztam (<http://spatialdatainterpolation.com>), 1×1 km-es raszterhálójával.

A program természetesen ismeri a hazánkban alkalmazott két legfőbb vetületi rendszert, a WGS'84-et és az EOVT. A program használata során igyekeztem kerülni a vetületi konverziókat, törekedtem az EOVT használatára, ezért a szükséges koordináta-transzformációkat a Papp Ferenc földmérő honlapján található on-line programokkal végeztem el (<http://pappferenc.foldmero.honlapja.hu>).

3.2. A felhasznált adatbázisok

3.2.1. Csapadékadatok

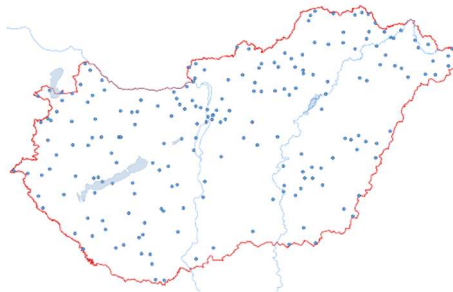
Az Országos Meteorológiai Szolgálat nyilvános Meteorológiai Adattárában (<http://orszagos.meteorologiai.szolgalat.hu>) fellelhető napi mérési gyakoriságú csapadékmérő állomások adatai közül azon állomásokéit használtam fel a csapadékmennyiségeket bemutató térképfedvények előállításához, melyek a 2013. I. 1. és 2022. XII. 31. közti időszakban folyamatosan aktívak voltak. A 10 évnyi mérési adat ugyan még nem tekinthető éghajlati jellemzőnek, de kellően hosszú ahhoz, hogy az egyes kiugró értékeket (mint amilyen pl. a 2022-es rendkívüli aszályos év is volt) valamelyest kiegyenlítse. Statisztikák, adatelemzések készítése során gyakori, hogy a kiugró értékeket az elemző figyelmen kívül hagyja. Éppen a témaválasztás aktualitása miatt nem hagytam figyelmen kívül az extra száraz 2022-es évet.

A fenti paraméterek alapján 204 mérőállomás (8. ábra) adataiból állítottam elő az alábbi térképfedvényeket IDW interpolációval:

- Átlagos éves csapadékmennyiség Magyarországon 2013-2022.
- Átlagos tavaszi (III-V. havi) csapadékmennyiség Magyarországon 2013-2022.

- Átlagos nyári (VI-VIII. havi) csapadékmennyiség Magyarországon 2013-2022.
- Átlagos őszi-téli (IX-II. havi) csapadékmennyiség Magyarországon 2013-2022.

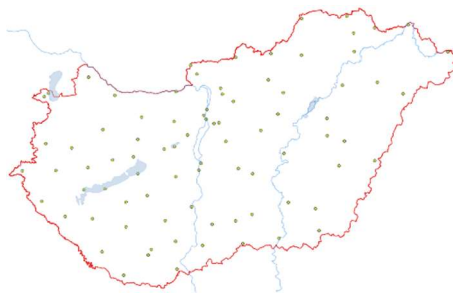
8. ábra: A felhasznált csapadékmérő állomások elhelyezkedése



3.2.2. Hőmérsékletadatok

A 2.2.2. *fejezetben* tárgyaltaknak megfelelően a tavaszi negatív és a nyári pozitív hőstressz veszélyének megítélése érdekében az Országos Meteorológiai Szolgálat nyilvános Meteorológiai Adattárában (<http://ORSZAGOS.METEOROLOGIAI.SZOLGALAT/#2>) fellelhető napi mérési gyakoriságú automata meteorológiai mérőállomások adatai közül azon állomásokéit használtam fel, melyek a 2013. I. 1. és 2022. XII. 31. közti időszakban folyamatosan aktívak voltak. A folyamatosságot a vizsgálat tárgya miatt III-VIII. havi időszakra érttettem, az őszi-téli félévben lehettek a mérésben hosszabb adathiányok. Így végül 85 mérőállomás adataiból dolgoztam (9. ábra).

9. ábra: A felhasznált hőmérsékletmérő állomások elhelyezkedése



A fenti paraméterek alapján a 85 mérőállomás adataiból állítottam elő az alábbi, a meteorológiai szempontból általában vizsgált, illetve a szőlőnövény hőstressz-tűrése szempontjából fontos paraméterek térképfedvényeit IDW interpolációval:

- A tavaszi időszakban (III-V. havi) a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot alulmúló – úgynevezett fagyos – napok ($t_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) átlagos száma Magyarországon 2013-2022.

- A nyári időszakban (VI-VIII. havi) a 35 °C-ot meghaladó – úgynevezett forró – napok ($t_{\max} > 35\text{ °C}$) átlagos száma Magyarországon 2013-2022.
- A tavaszi időszakban (III-V. havi) a -3 °C-ot elérő és alulmúló napok ($t_{\min} \leq -3\text{ °C}$) átlagos száma Magyarországon 2013-2022.
- A nyári időszakban (VI-VIII. havi) a 40 °C-ot elérő és felülmúló napok ($t_{\max} \geq 40\text{ °C}$) átlagos száma Magyarországon 2013-2022.

3.2.3. Szőlőterületek

A hazai szőlőterületek elhelyezkedését és kiterjedését több adatbázis is tartalmazza:

- VINGIS: a magyarországi szőlőterületek teljeskörű, naprakész katasztere, melyet a Nemzeti Földügyi Központ Agrár-vidékfejlesztési Térképészeti Főosztálya üzemeltet. Az adatbázis tulajdonosa a Magyar Állam, a rendszerhez csak az érintett államigazgatási szereplők férhetnek hozzá. Minden bizonnyal ez a legpontosabb geoadatbázis a hazai szőlőterületekről ([http VINGIS](http://VINGIS)).
- CORINE Land Cover (CLC): Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség Kopernikusz Programja (European Environment Agency's Copernicus Land Monitoring Service) CORINE (Coordination of Information on the Environment – Környezetvédelmi Információk Koordinációja) programja részeként 1990-től kezdődően, 6 évente történő frissítés mellett gondozza az európai felszínborítási adatbázist, mely szabadon hozzáférhető, letölthető és felhasználható. A térképi adatbázis 1:100 000-es méretarányú, háromszintes kategóriarendszerben 44 felszínborítási osztályt különböztet meg. Utolsó kiadása 2018-ban jelent meg (CLC2018) ([http A KOPERNIKUSZ PROGRAM](http://A_KOPERNIKUSZ_PROGRAM); [http CORINE LAND COVER](http://CORINE_LAND_COVER)).

Magyarország Kormánya 1996-ban a hazai agrár-környezetvédelmi, környezet- és természetvédelmi, vidékfejlesztési és árvízvédelmi szakfeladatok ellátása érdekében a CLC adatbázison alapuló, de annál részletesebb, 1:50 000-es méretarányú adatbázis létrehozását irányozta elő (CLC50). A munka 2003-ban készült el (BÜTTNER ET. AL., 2003?).

A két tárgyalt CLC adatbázis főbb műszaki paramétereit a 4. táblázatban foglaltam össze. A CLC50 a szőlőterületeken belül megkülönböztet nagytáblás (2.2.1.1.1 – A nagyüzemi, kordonos művelésű szőlőültetvények területei. Homogén megjelenésű ültetvények, melyeket a termelői utak osztanak részekre.) és kistáblás (2.2.1.1.2 – A kistáblás, hagyományos művelésű szőlőültetvények területei. Ide tartozik az olyan, 4

ha-nál kisebb egyedi táblákból álló együttes is, melyen a szőlő részaránya > 60 %.) szőlőket. A CLC2018 ezzel szemben egy kategóriát ismer: 221 – Vineyards. A CLC adatbázisok ingyenesen letölthetők és szabadon felhasználhatók ([http CORINE LAND COVER](http://CORINE.LANDCOVER); [http CORINE FELSZÍNBORÍTÁS](http://CORINE.FELSZINBORITAS)).

Hazai szakemberek körében több esetben felmerült a hazai CLC50 és a különböző korú európai CLC-k – a CLC50 korából kiindulva leginkább a CLC2000 – alkalmazhatóságának összevetése (pl.: BÜTTNER, 2004; SZABÓ, 2010). Statisztikai módszerekkel vizsgálva a két térképi adatbázist, azok poligonjai között tapasztalt eltérések okai részben a két adatbázis minimális térképre vitt foltméretére (25 ha vs. 4 ha) vezethetők vissza, részben pedig a feldolgozott műholdfelvételek potenciálisan eltérő készítési idejéből adódhatnak. A CLC2000 használata kistáji szinten sem kizárt, de minél kisebb kiterjedésű területeket vizsgálunk, annál inkább nem valós eredményeket kapunk. Az alkalmazás inkább középtáji, illetve megyei, vagy régiós szinttől javasolható, annál kisebb területegység esetén a nagyobb felbontású CLC50 pontosabb eredményt ad (SZABÓ, 2010).

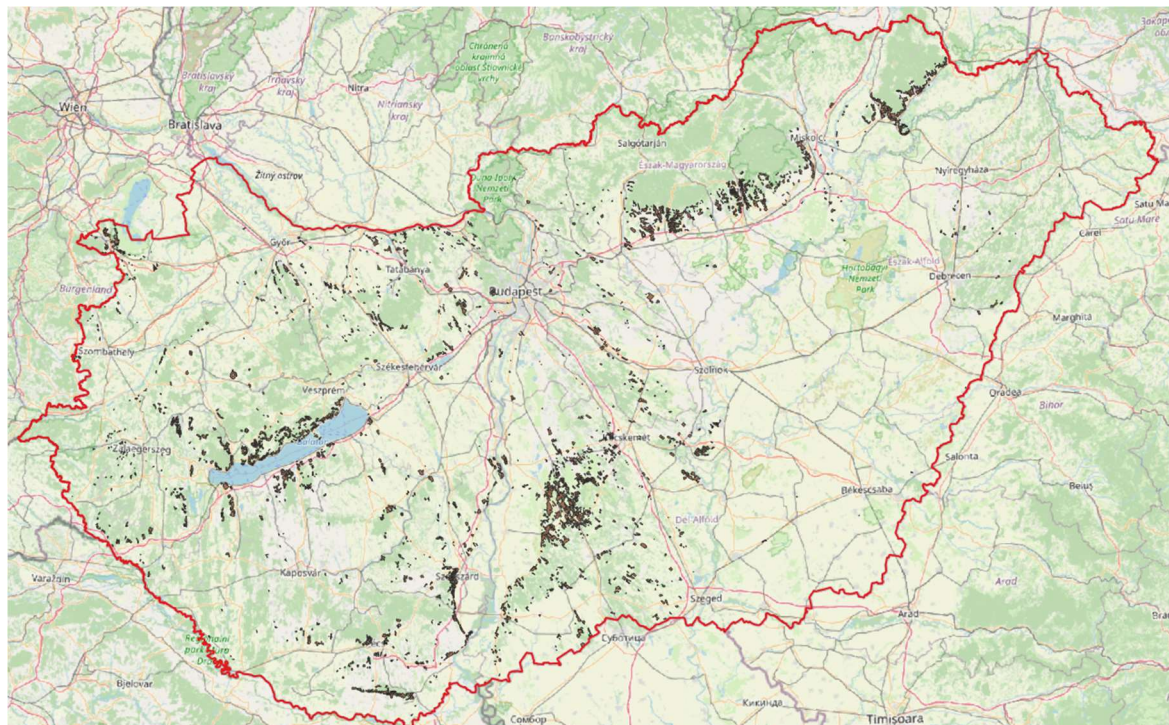
4. táblázat: A CLC2018 és a CLC50 főbb műszaki paraméterei

	<i>CLC2018</i> (http CORINE LAND COVER)	<i>CLC50</i> (BÜTTNER ET. AL., 2003?)
Az adatbázis megalkotásának időbelisége	2017-2018	1999-2003
Felhasznált műholdképek forrása	Sentinel-2 A hiányosságok a Landsat-8 műhold felvételei alapján pontosítva.	SPOT-4 XI+M A tematikus pontosság javítása Landsat TM és IRS-1C műholdfelvételek alapján. (http CORINE FELSZÍNBORÍTÁS)
Területi felbontás (Minimális poligon-kiterjedés/vonalszélesség)	25 ha / 100 m	4 ha (vizekre 1 ha) / 50 m
Helyzeti pontosság	< 100 m	< 20 m
Tematikus megbízhatóság	≥ 85 %	> 90 %
Nomenklatúra	Standard EU, 3 szintű	Kiterjesztett 5 szintű
Osztályok száma	44	79 (http CORINE FELSZÍNBORÍTÁS)

Érdekességgént említendő, hogy a magyarországi szőlőterületek kiterjedését tekintve különböző értékekkel találkozhatunk. Az EUROSTAT-nál 2013-as az utolsó adat, akkor 55 780 ha szőlőt tartottak számon Magyarországon ([http VINEYARDS: NUMBER OF FARMS AND...](http://VINEYARDS.NUMBER.OF.FARMS.AND...)). A Vиноport on-line bormagazin EUROSTAT forrásra hivatkozó, az AAWE (American Association of Wine Economists – Borközgazdászok Amerikai Szövetsége) által közzétett

ábráján a 2015-ös év vonatkozásában 65 406 ha-ban, később a 2018-as év vonatkozásában pedig 69 000 ha-ban határozza meg Magyarország szőlőtermő területét ([http KÉT ÉRDEKES ÁBRA AZ EURÓPAI TERMŐTERÜLETEKRŐL](#); [http MELYIK A LEGNAGYOBB SZŐLŐTERMELŐ ORSZÁG A VILÁGON?](#)). A már hivatkozott Kemény és munkatársai 2018-as munkájukban 52 301 ha-ban határozták azt meg (KEMÉNY ET. AL., 2018). A KSH adatai szerint 2018-ban 71 452 ha, 2022-ben 61 283 ha szőlőterülettel rendelkezünk ([http KSH - A SZŐLŐ TERMELÉSE VÁRMEGYE ÉS RÉGIÓ SZERINT](#)). A CLC2018 felszínborítottsági adatbázisa a KSH szerint 1 014 km² szőlőterületet tart számon ([http KSH – FELSZÍNBORÍTOTTSÁG](#)), én 1 033 km²-t szűrtem le. A CLC50 adatbázis alapján 79 110 ha kistáblás és 60 245 ha nagytáblás, azaz összesen 139 355 ha $\approx$ 1 394 km² szőlőterület volt 2003-ban hazánkban. A különbség jelentős, -26 %. A Dunántúlon elsődlegesen a termőterületek csökkenése, míg az Alföldön azok növekedése látszik. A különbség egy része adódhat a felbontásbeli eltérésekből is. Figyelembe véve a hazai átlagosan 1,83 ha-os birtokméretet ([http KÉT ÉRDEKES ÁBRA AZ EURÓPAI TERMŐTERÜLETEKRŐL](#)), a szakdolgozat összeállításakor a nagyobb felbontású CLC50 adatbázis fedvényeit használtam (10. ábra).

10. ábra: Szőlőterületek elhelyezkedése Magyarországon a CLC50 adatbázis alapján (SAJÁT SZERKESZTÉS)



Ezt indokolja az is, hogy a kisebb történelmi borvidégeinkről (pl.: Mór, Pécs, Somló) készült ortofotókat megnézve azt láthatjuk, hogy a kisebb szőlőterületek a CLC2018-ban nem jelennek

meg (11. ábra). A Magyarország történelmi borvidékeinek elhelyezkedését mutató ábrát a 10. Melléklet c. fejezetben láthatjuk.

11. ábra: Jelentős különbségek vannak a CLC50, a CLC2018 és a 2023-as GoogleEarth ortofotók között pl. **a)** a Móri, **b)** a Pécsi és **c)** a Somlói borvidék egyes szőlőterületei esetén (SAJÁT SZERKESZTÉS)



3.2.4. Felszíni vizek

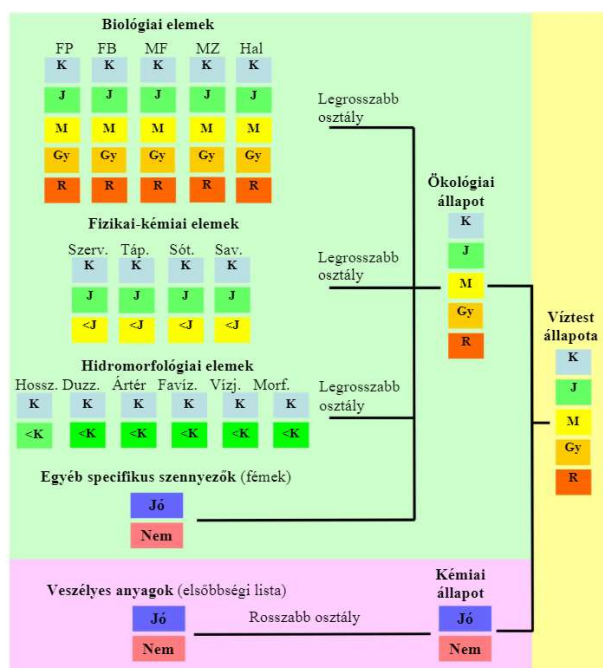
Felszíni vizeink többsége állami tulajdonban és a vízügyi igazgatóságok kezelésében van. Az aktuális vízgyűjtőgazdálkodási terv (a Magyarország 2021. évi vízgyűjtő-gazdálkodási tervéről szóló 1242/2022. (IV. 28.) Kormányhatározattal elfogadott VGT3) mind a folyó-, mind az állóvizek kapcsán számos, szabadon hozzáférhető hasznos adatot tartalmaz, pl. vízhozamadatokat, vízminőségi adatokat, valamint az adott víztest időszakosságára vonatkozó információkat. Egyebek mellett a 2.4.3. fejezetben ismertetett vízminőségi paraméterek közül információhoz juthatunk a pH-ról, a vezetőképességről, a Cl^- és a $\text{NO}_3^- - \text{N}$ tartalomról (<http://VIZEINK.HU> – VGT TÁJÉKOZTATÁS). Az öntözőrendszer elemeinek eltömődését megelőzendő – közvetlen lebegőanyag-tartalomra vonatkozó adat híján – érdemes a dikromátos oxigénfogyasztás (KOI_k) és a klorofill-a értékeire is figyelemmel lenni.

Az adatok térképi interpretációja a VGT3 hivatalos weboldalan elérhető, szabadon felhasználható (<http://VGT3>). (Itt a területhasználati fedvény szintén CLC alapú; a poligonok véletlenszerű összevetése alapján feltehetően a CLC2018 került átvételre.) Közvetlen letöltésre nincs lehetőség, de térképszerver-szolgáltatáson (WMS) keresztül az egyes fedvények a saját térinformatikai szoftverünkben megtekinthetők.

A VGT3 projekt gazdája, az adatbázis kezelője az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) (<http://VIZEINK.HU> – VGT TÁJÉKOZTATÁS). Az álló- és folyóvizek, a felszíni víztest-részvízgyűjtők kiterjedése, valamint felszíni ivóvízbázisok térképi adatbázisát az OVF bocsátotta rendelkezésemre.

A VGT minőségi állapotértékelési rendszerét mutatja a 12. ábra. A víztest összesített állapotát a vízminőségi és a vízmennyiségi állapot együttesen adja meg.

12. ábra: A VGT minőségi állapotértékelési rendszere (http VGT3)



Az öntözővíz szempontjából a biológiai és hidromorfológiai elemek szerepét kisebbnek ítéltém, mint a fizikai-kémiai paraméterek, a specifikus szennyezők és a kémiai állapot fontosságát. A továbbiakban ennek megfelelően jártam el.

Az adatbázis, illetve a VGT3 alapján a megfelelő mennyiségű és minőségű vizek lehatárolhatókká váltak. Mennyiségi szempontból azon állandó vízjárású, legalább a jónál nem rosszabb minőségű vízfolyásokat vettem figyelembe, melyek $Q_{aug80\%} \geq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. A vízhozamértékek alapvetően a torkolathoz legközelebbi vízhozammérő műtárgynál vagy vízhozammérésre alkalmas helyen mért értékeket mutatnak, így a felsőbb szakaszokon ennél jóval kisebb értékek tapasztalhatók. Ezért szükségét éreztem egy mennyiségi korlát rögzítésének, mert az állandó vízhozam nem elégséges öntözési szempontból, ha az mennyiségét tekintve nem lesz elegendő. A 3. táblázatban hivatkozott 40 mm öntözési normát és a hazai átlagosan 1,83 ha-os birtokméretet (http KÉT ÉRDEKES ÁBRA AZ EURÓPAI TERMŐTERÜLETEKRŐL) alapul véve, ez ökölszabályként egy jól alkalmazható határnak tekinthető. A mennyiségi szempontból megfelelő vízfolyások közül leválogattam azon víztesteket, melyek a 2.4.3. fejezetben jelölt minőségi követelményeket kielégítik, azaz $c_{CI} <$

100 mg/l; $EC \leq 1\,000\ \mu S/cm$; $pH = [6,5; \dots; 8,4]$; tápanyagterhelés, fizikai-kémiai paraméterek és speciális szennyezőanyagok tekintetében pedig kiváló vagy jó minősítésű.

Állóvizek esetében mennyiségi szempontból kizárásra kerültek a vízgazdálkodási szempontból időszakos vízjárású, a jónál rosszabb mennyiségi állapotú tavak. Víztisztaság szempontjából a VGT3 nem tartalmaz annyira részletes adatokat, mint a vízfolyások esetében. Savasság, sótartalom és tápanyag összegző minősítéseinél kizártam a mérsékelt, gyenge és rossz minősítésű, míg kémiai állapot, illetve specifikus szennyezőanyagok esetében a nem jó minősítésű víztesteket. Kizártam továbbá a szikes geokémiájú területen lévő tavakat is.

Az elérhetőség, a rendelkezésre állás tekintetében önkényesen 2 km-ben határoztam meg a szőlőterületek és a felszíni vizek közti távolságot. A gazdaságos elérhetőség nyilvánvalóan esetenként változik, rengeteg tényező függvénye (az öntözés célja, a termesztett szőlő fajtája, minősége, a tábla környezeti adottságai, stb.), de ahhoz, hogy a felszíni vizek rendelkezésre állását vizsgálni lehessen, szükséges egy földrajzi távolságon alapuló korlát bevezetése.

3.2.5. Felszín alatti vizek

A VGT3 tartalmazza a felszín alatti víztestek minősítését mind mennyiségi, mind minőségi szempontból, ezen víztestek, valamint a felszín alatti ivóvízbázisok térképfedvényét is (<http://VGT3>). E térképfedvényekre ugyanazok az elérhetőségi információk érvényesek, mint fentebb a Felszíni vizek adatbázisa esetén. A felszín alatti víztest-részvízgyűjtők és a felszín alatti ivóvízbázisok térképi adatbázisát az OVF bocsátotta rendelkezésemre. A rendelkezésre álló vízminőségi paraméterek köre és a lefedettség jóval csekélyebb, mint a felszíni vizek esetén, azonban a víztest minősítésénél az esetleges kritikus paraméterek (pl.: As, NO_3^-) feltüntetésre kerültek.

A felszín alatti víztestek állapotértékelése a mennyiségi állapot és a kémiai állapot összegzéséből adódik. Minőségi szempontból kizártam a termálvizeket (porózus termál, valamint termálkarsztok), gyenge kémiai minősítésű vizeket és azon víztesteket, ahol diffúz szennyezés van jelen (NO_3^- , PO_4^{3-}). A mennyiségi szempontból gyenge minősítésű víztestek szintén kizárásra kerültek.

A néhai, mára a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságába (SzTFH) olvadt Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat térképszerverén elérhető Magyarország talajvízszint-térképe, mely WMS térképszerver-szolgáltatásként saját térinformatikai szoftverünkkel kezelhető (<http://MBFSZ.TERKEPSZERVER>). Az adatgazda az adattartalmat rétegcsoporthoz tette közzé, nem rétegenként, így fedvényműveletek végzésére nincs lehetőség.

3.2.6. Lejtőkategória és lejtőkitettség

A lejtőkategória- és a lejtőkitettség-térképek előállításához domborzatmodell szükséges. A dolgozat készítése során a Hengl és munkatársai által 2020-ban publikált 30 m-es horizontális és 1 dm-es vertikális felbontású digitális terepmodellt (HENGL ET. AL., 2020) használtam az öntözési kérdésekben mérvadó 12 és 17 %-os lejtőkategóriák meghatározásához (ALFÖLDI, 1966; KATONA, 1978; STEFANOVITS ET. AL., 1999). A modell ingyenesen letölthető az OpenGeoHub Foundation honlapjáról ([HTTP OPENGEOHUB](http://opengeohub.org)).

A digitális terepmodell (DTM – Digital Terrain Model) csak a tényleges felszínt – növényzet és tereptárgyak nélkül – figyelembe vevő domborzatmodell.

3.2.7. Közigazgatási határok

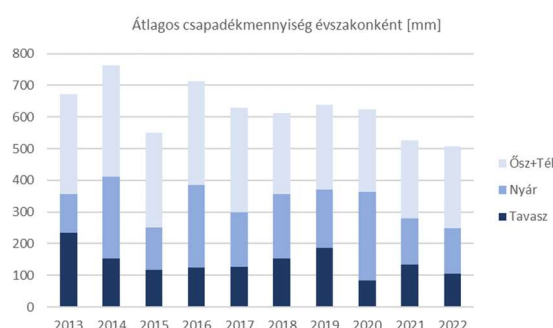
Magyarország közigazgatási határait tartalmazó térképi adatbázisként (ország- és településhatárok) az OpenStreetMap® adatbázist használtam, mely az OpenStreetMap Foundation által publikált, Open Data Commons Database License (ODbL) alapú, szabad hozzáférésű adatcsomag ([http KÖZIGAZGATÁSI HATÁROK](http://www.openstreetmap.org)).

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Csapadékadatok értékelése

Az éves csapadékmennyiségek a vizsgált 2013-2022 közti időszakban csökkenő tendenciát mutattak. A 2.2.1. fejezetben a klímaváltozás miatt prognosztizált trendek kevésbé mutatkoznak meg a vizsgált adatsorokban, ám ez valószínűleg a vizsgált időintervallum rövideségének tudható be, s a szintén a hivatkozott fejezetben leírt változékonyság számlájára írható. (13. ábra). A 10 éves adatsor trendvizsgálatokhoz nem elegendő.

13. ábra: Átlagos csapadékmennyiség évszakonként 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



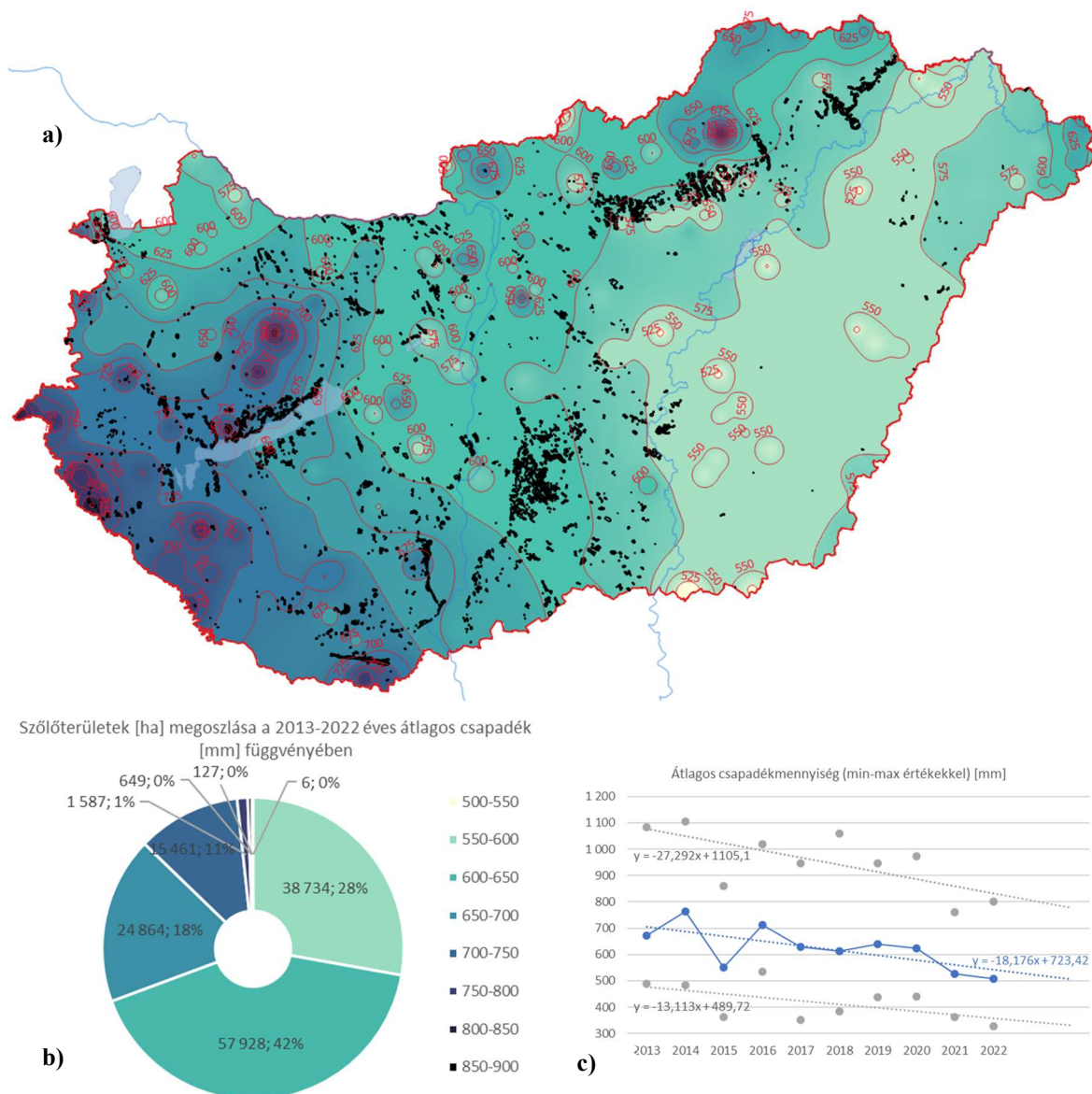
Részleteiben vizsgálva az adatsorokat, azt láthatjuk, hogy a nyári időszakban kismértékben nőtt, mind a tavaszi negyedévben, mind pedig az őszi-téli félévben csökkent a csapadék mennyisége. A csökkenés éves mértéke a 14.c) ábra szerint átlagosan 18 mm/év volt. A 3. táblázat alapján a Kunsági borvidéken ez kétfévente egy öntözési fordulóra elegendő vízhiányt eredményez. A maximum értékek csökkenésének üteme tehát jelentős.

Magyarország szőlőterületeinek döntő többsége a Tiszától Ny-ra helyezkedik el. Az éves átlagos csapadékmennyiség a vizsgált 2013-2022. évek átlagában 575 mm fölött volt.

A 3. ábrával jól korreláló 14.a) ábra alapján láthatjuk, hogy a vizsgált 10 év átlagában a csapadék éves mennyisége az ország egész területén eléri az irodalmi adatok szerint szükséges 500 mm-t (egész pontosan 623 mm-nek adódott), tehát elegendő a szőlő beéréséhez. Azonban az ideális 750 mm éves átlagos csapadékmennyiség a hazai szőlőterületek nem egészen 2 %-ára hullik (14.b) ábra).

Azonban ha a 14.c) ábrán az egyes évek adatait nézzük, láthatjuk, hogy 3 évben is az 500 mm-t közelítő éves átlagértékeket látunk. Fennáll az esélye, hogy néhány kisebb alföldi szőlőültetvény az elkövetkező években erősen ki lesz téve a csapadékhiány okozta stressznek.

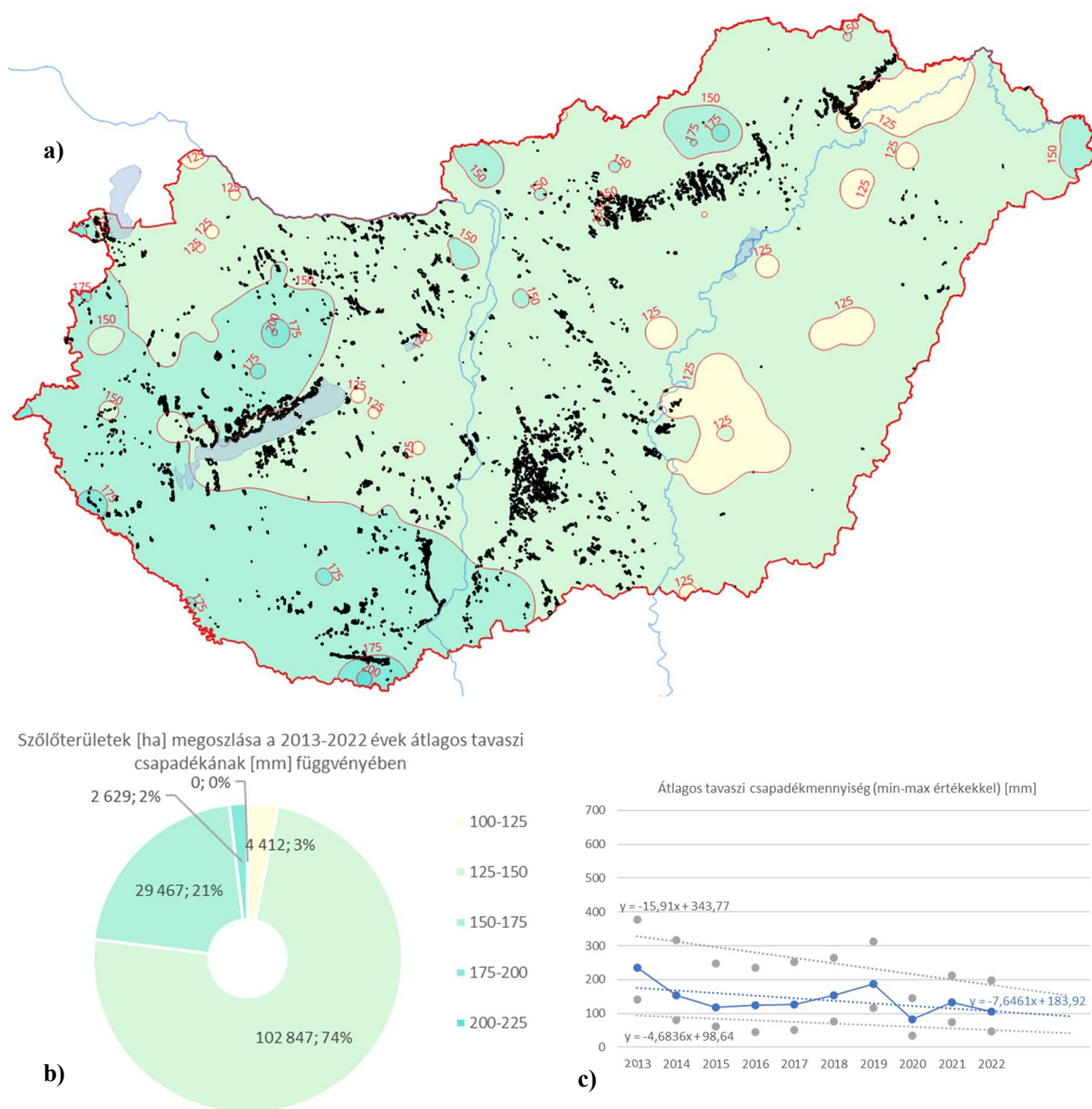
14. ábra: a) Éves csapadékeloszlás 2013-2022 között; **b)** Szőlőterületek megoszlása a csapadék függvényében; **c)** Átlagos csapadékmennyiség, évi minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



A rendelkezésre álló adatok alapján a szőlőnövény vízigénye a tavaszi időszakban 120-150 mm. A 15.a) és b) ábrákon látható, hogy ez a szőlőterületek 3 %-án nem áll rendelkezésre, jellemzően a Tiszántúlon, de érinti a Tokaji borvidék egy részét is. A vizsgált 10 év átlagában a tavaszi csapadék 142 mm volt. Ahogy az a 15.c) ábráról leolvasható, az egyes évek átlagai itt is csökkenő tendenciát mutatnak, de a csökkenés mértéke elmarad az egészéves átlagétól. A minimum és maximum értékek ollója a maximumok jelentős csökkenése mellett itt is markánsan záródik. A vizsgált 10 év adatai közül 3 évben is a 125 mm alá esett, sőt volt év, amikor a 100 mm-t sem érte el. Tekintettel arra, hogy a szőlőterületek összesen 77 %-ában az elmúlt 10 év átlagában a tavaszi csapadék nem haladta meg a 150 mm-t, Szekszárd, Villány,

Pécs és Zala kivételével valamennyi borvidékünkön könnyedén kialakulhat tavaszi csapadékhiány, ám ez tavasszal inkább tolerálható, mint a túlzott vízellátottság, főként ha a talaj tartalmaz megfelelő mennyiségben hozzáférhető vizet.

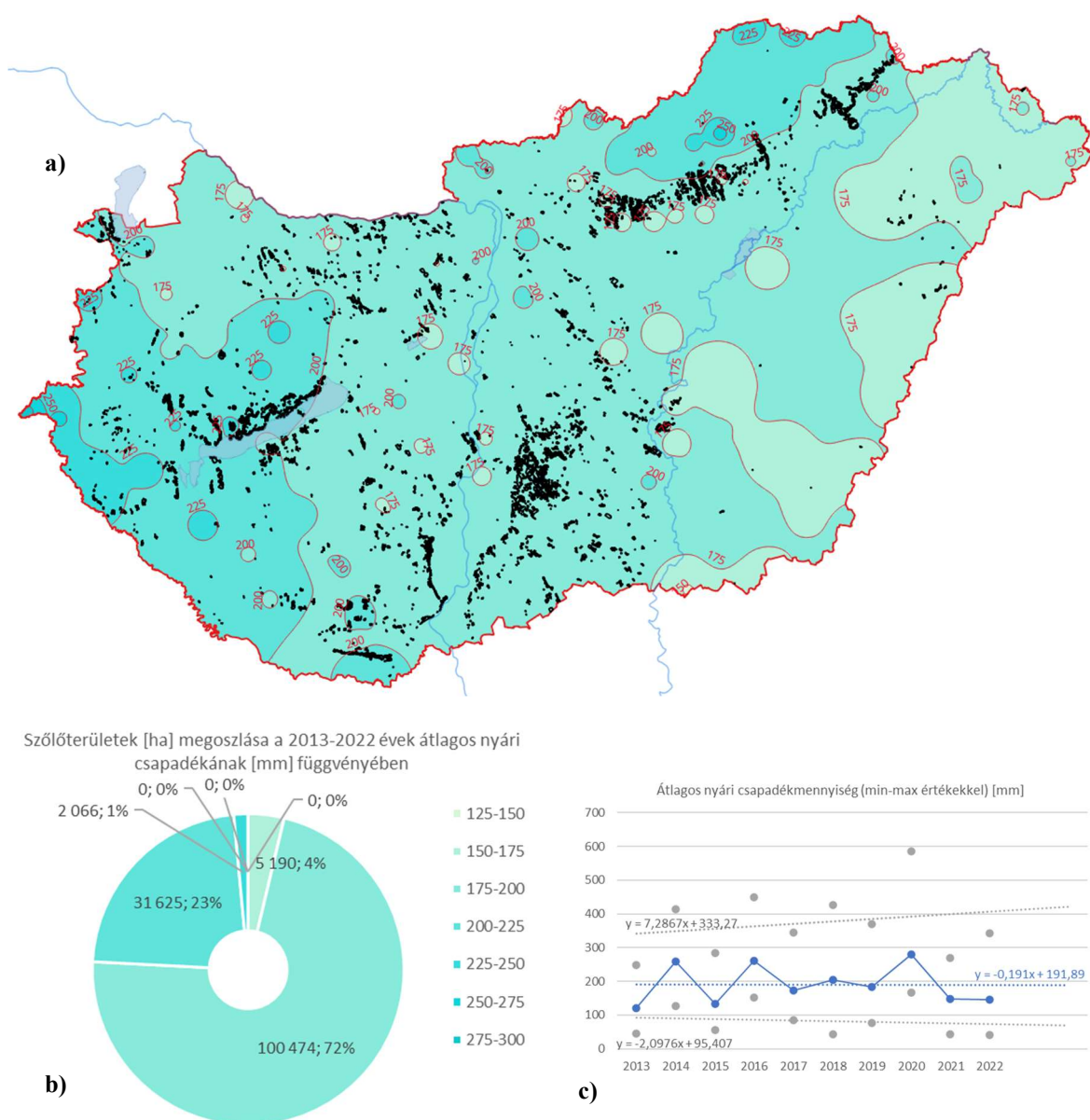
15. ábra: a) Tavaszi (III-V. havi) csapadékeloszlás 2013-2022 között; **b)** Szőlőterületek megoszlása a tavaszi csapadék függvényében; **c)** Átlagos tavaszi csapadékmennyiség, minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



Az 1. táblázat és a 2. ábra alapján a nyári negyedévben a szőlőnövény vízigénye 180-315 mm, az ideális mennyiség 300 mm közelében lenne. A 180 mm-es minimális szükséglet a területek 4 %-án – jellemzően a nyírségi csemegeszőlők esetében – nem áll rendelkezésre. A 300 mm-t a lehulló csapadék mennyisége a nyári időszakban a vizsgált időszak átlagában sehol nem

haladta meg. Az egyes évek minimum és maximum értékei kismértékben nyílnak, mely a szélsőségesedés tényét támasztja alá, a vizsgált évek átlagai azonban nagyjából konstans érték körül (191 mm) mozognak. A maximum érték 8 évben is bőven meghaladta a 300 mm-t, de ugyebár ez egy-egy mérési helyre jellemző adat. Az éves átlagok inkább a minimum értékekhez esnek közelebb (16.a), b) és c) ábrák).

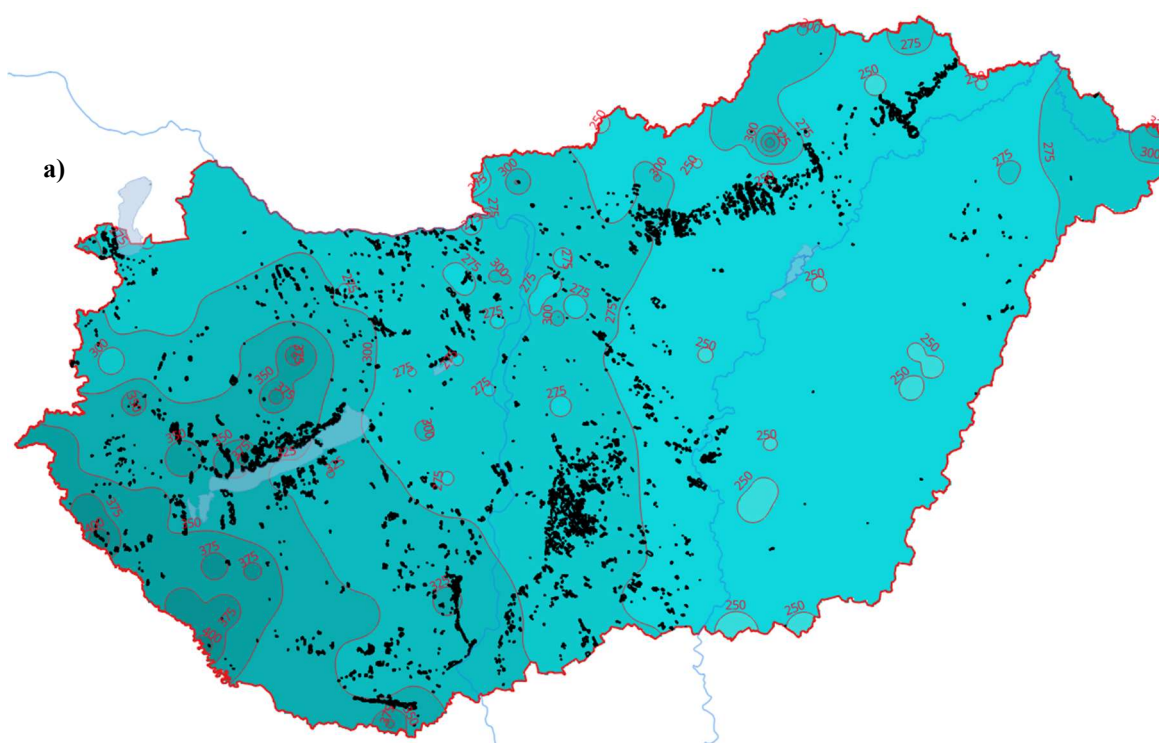
16. ábra: a) Nyári (VI-VIII. havi) csapadékeloszlás 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a nyári csapadék függvényében; c) Átlagos nyári csapadékmennyiség, minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



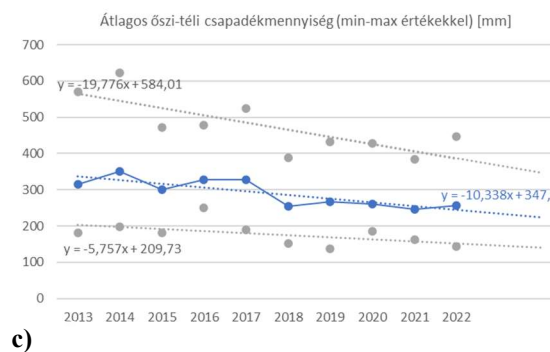
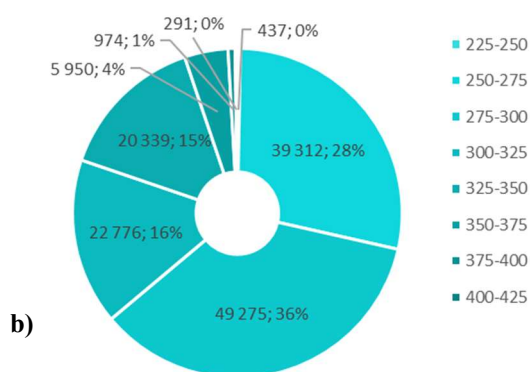
A szőlőnövény tenyészidőszakán, vegetációs idején túl a csapadékok a talajok feltöltésén keresztül tudnak hasznosulni, s kompenzálni tudnak egy-egy gyengébb csapadékú tavaszi

időszakot. A vizsgált 2013-2022 közti időszakot tekintve e félév átlaga 291 mm (17.c) ábra), mely a szőlőterületek közel 2/3-án nem áll rendelkezésre (17.b) ábra), jellemzően az ország K-i és középső részén (17.a) ábra). A csapadékok trendje nem csak a korábban bemutatott vegetációs időn belül, hanem azon túl is csökkenő, mely a maximum értékeknél markánsabb, mint a minimumoknak. Az átlagos 291 mm ebben az időszakban – ha nem egy száraz nyarat követ – elegendő a szőlőnövény számára.

17. ábra: a) Őszi-téli (IX-II. havi) csapadékeloszlás 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása az őszi-téli csapadék függvényében; c) Átlagos őszi-téli csapadékmennyiség, minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



Szőlőterületek [ha] megoszlása a 2013-2022 évek átlagos őszi-téli csapadékának [mm] függvényében



4.2. Hőmérsékletadatok értékelése

Ahhoz, hogy a fagyvédő-, illetve a frissítő öntözés létjogosultsága megállapítható legyen, a meteorológiában hagyományosan vizsgált tavaszi fagyos és nyári forró napokon kívül érdemes vizsgálnunk a szőlőnövény szempontjából kritikus $t_{\min} \leq -3\text{ °C}$ és $t_{\max} \geq 40\text{ °C}$ hőmérsékleti szélsőértékkel bíró napok előfordulási gyakoriságát a szőlőültetvényekben.

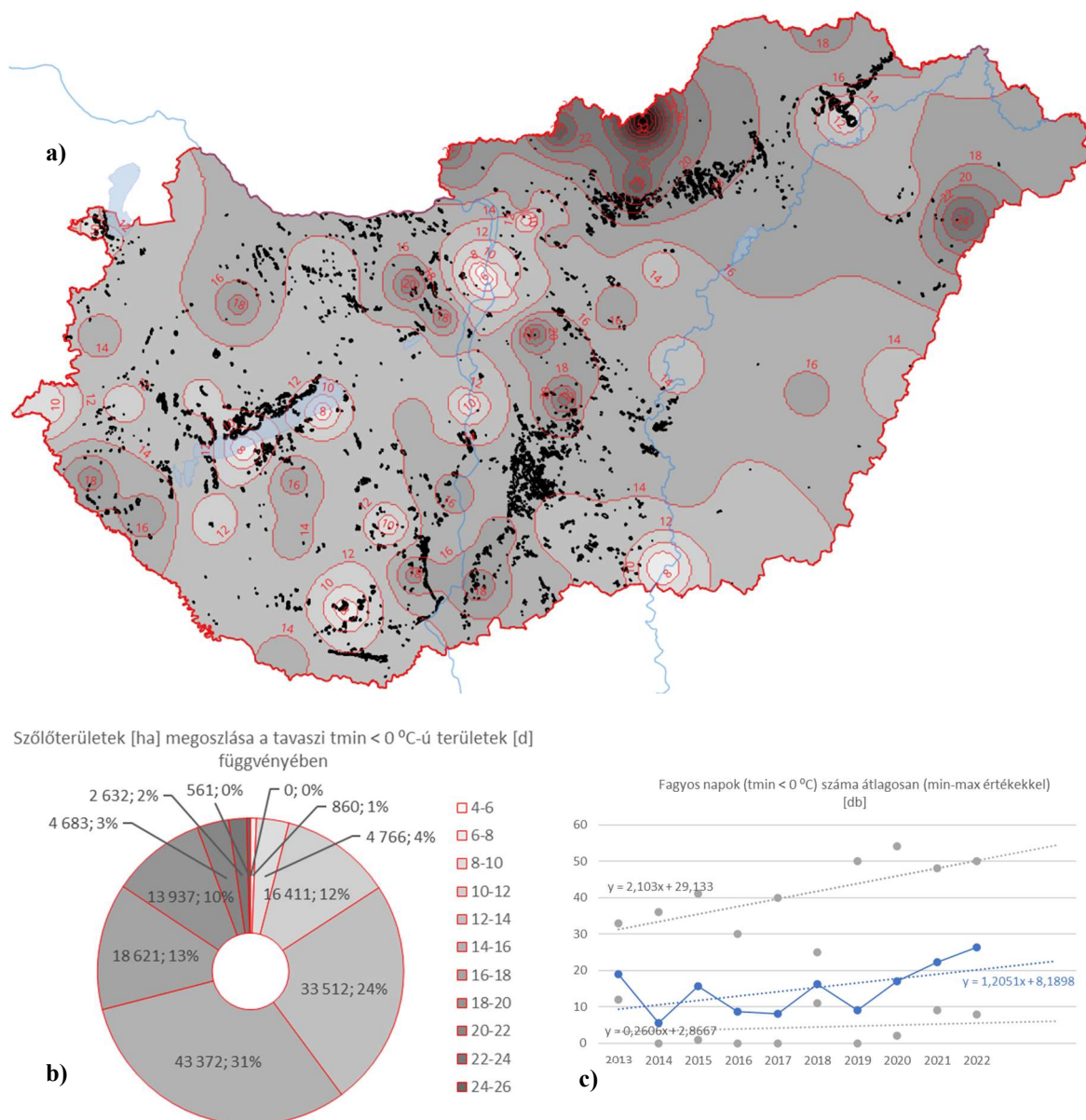
A tavaszi (III-V. havi) fagyok a friss, fiatal hajtásokat könnyen károsíthatják. A vizsgált 10 éves időszak átlagában nem volt az országnak olyan területe, ahol a tavaszi időszakban ne lett volna legalább 5 napon fagy. A vizsgált időszak országos átlaga 15 napnak adódott, de az egyes években voltak olyan mérési pontok, ahol egyetlen napon sem csökkent 0 °C alá a legalacsonyabb hőmérséklet. Az egyes mérési helyeken mért maximális előfordulási gyakoriságok növekedést mutatnak (18.c) ábra). A legkevesebb tavaszi fagyos nappal Budapest és Szeged környékén találkozhatunk, míg a leginkább kitett területek e szempontból a Mátrai, az Egri és a Bükki borvidék szőlői, illetve a nyírségi csemege-szőlő-ültetvények (18.a) ábra). A szőlőültetvények területének bő 2 %-án a fagyos napok száma meghaladja a 3 hetet, 60 %-án a 2 hetet, s nem éri el az 1 %-ot azon területe aránya, ahol a tavaszi fagyok összességében kevesebb, mint egy hetet jelentkeznek (18.b) ábra).

Ahogy azt a 19.b) ábráról is leolvashatjuk, a vizsgált 2013-2022. közti 10 év átlagában szőlőültetvénnyel érintett területen legfeljebb 14 olyan tavaszi nap adódott, amikor a hőmérséklet napi minimum szintje -3 °C alá süllyedt. -3 °C alatt nem csupán a zseme hajtások, de már a duzzadó rügyek is fagykárt szenvednek. A hazai szőlőterületek közel 60 %-án a tavaszi hónapokban legfeljebb 6 olyan nap fordult elő, amikor a hőmérő higanyszála -3 °C -ot elérte vagy az alá süllyedt. A vizsgált időszakban az éves átlagban $t_{\min} \leq -3\text{ °C}$ -kal jellemezhető tavaszi napok száma emelkedett. A 19.c) ábra szerint a trendek a szélsőségek irányába mutatnak: volt olyan mérőhely, ahol egyetlen ilyen nap sem adódott, és volt olyan, ahol minden harmadik nap ilyennek bizonyult. A minimum- és maximumértékek közti olló nyílik. A fagyveszélynek leginkább a Mátrai és az Egri borvidék szőlői vannak kitéve (19.a) ábra).

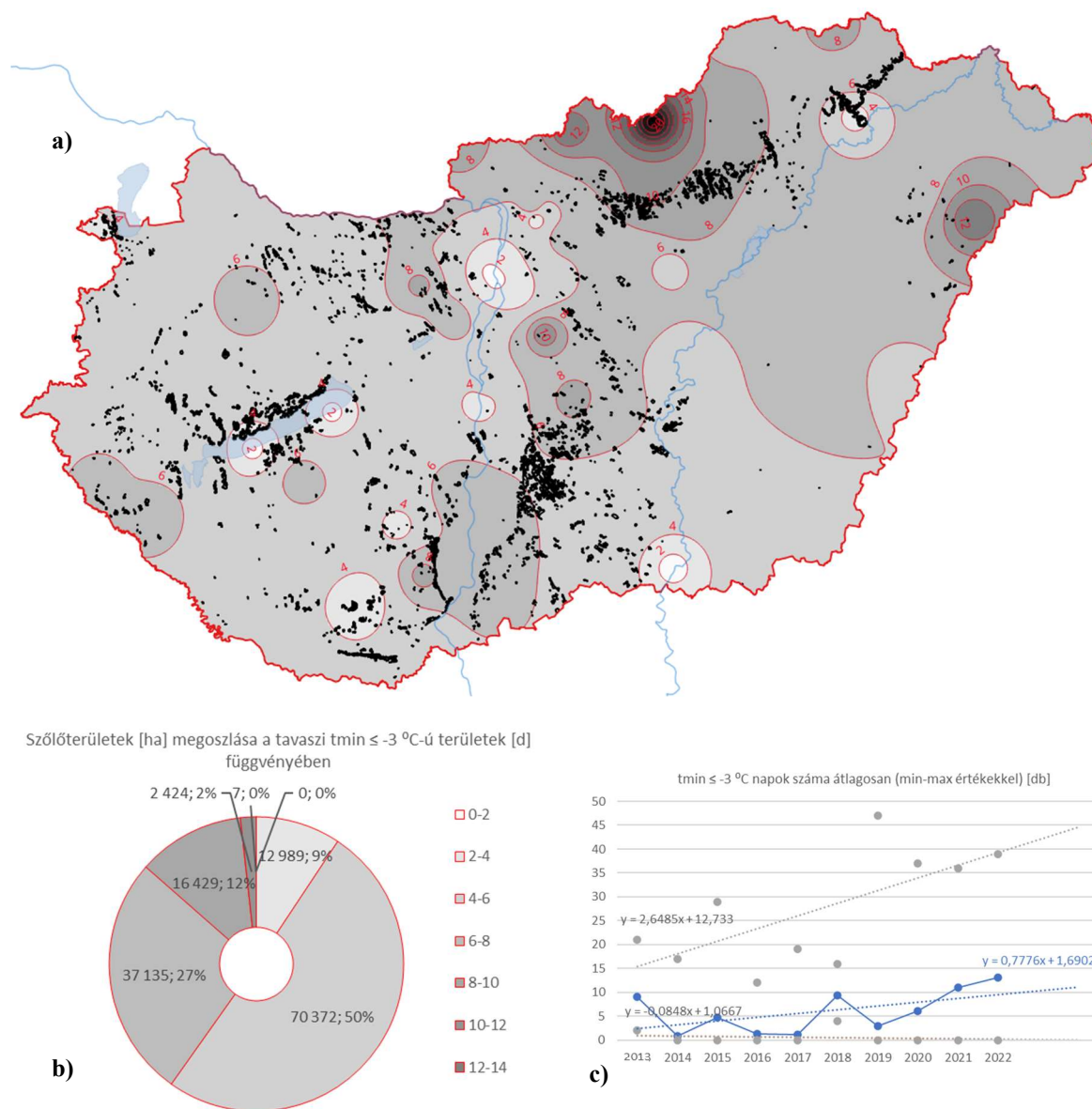
A szőlőnövény vegetációs ideje fajtától függően 110-180 napra, a rügyfakadás pedig április közepére tehető. Enyhe február-márciust követően gyakran találkozhatunk áprilisi fagyokkal, melyek a bőséges szüret ígéretét képesek hamar szerte foszlatni. Azonban általában elmondhatjuk, hogy ahogy haladunk előre az időben, a jelentős fagyok előfordulása úgy csökken. Egy március eleji keményebb hideg nem fog akkora kárt okozni az ültetvényünkben, mint egy április eleji.

A Balaton közismert klímakiegyenlítő szerepe (SZTANEV, 2016) még ezen viszonylag kevés és nem egyenletes eloszlású mérőhely adatai alapján is kirajzolódik (18.a) és 19.a) ábrák).

18. ábra: a) A tavaszi (III-V. havi) $t_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal jellemezhető ún. fagyos napok átlagos száma 2013-2022 között; **b)** Szőlőterületek megoszlása a tavaszi $t_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal jellemezhető napok száma függvényében; **c)** A tavaszi $t_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal jellemezhető napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



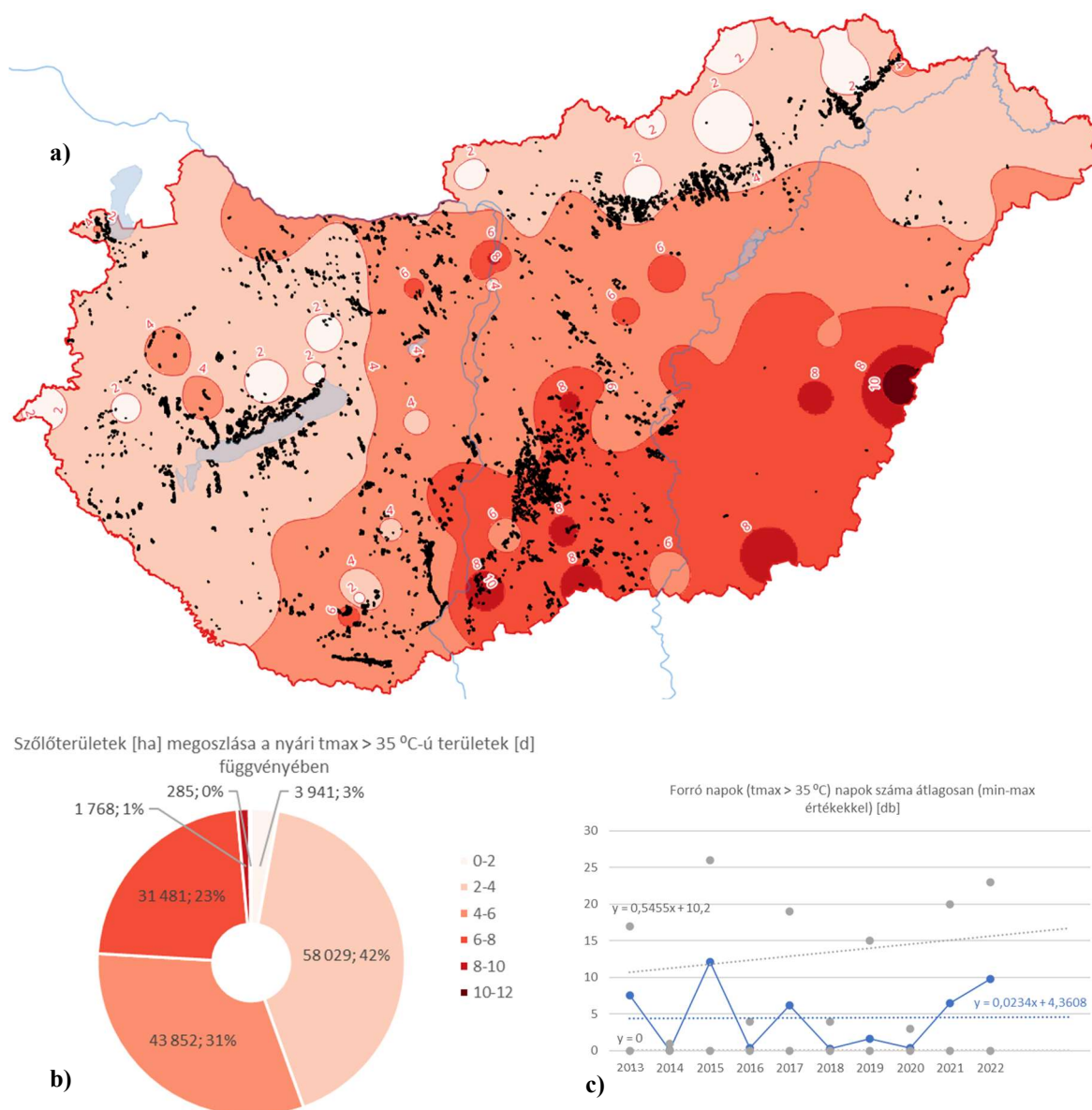
19. ábra: a) A tavaszi (III-V. havi) $t_{\min} \leq -3$ °C-ot elérő minimumhőmérsékletű napok átlagos száma 2013-2022 között; **b)** Szőlőterületek megoszlása a tavaszi $t_{\min} \leq -3$ °C-os minimumhőmérséklettel jellemezhető napok száma függvényében; **c)** A tavaszi $t_{\min} \leq -3$ °C-os minimumhőmérsékletű napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



A másik hőmérsékleti szélsőség, ami károsíthatja szőlőnővényünket, a túlzott nyári forróság. A szőlő jól bírja a meleget, a mély gyökérzetének köszönhetően képes a nyári hőség okozta vízvesztést viszonylag könnyen átvészelni. A növény megperzselődése 40 °C-os hőmérsékleten biztosan bekövetkezik, így tekinthetjük ezt hőmérsékletet a növény szempontjából sarkalatosnak a meteorológiában hagyományosan vizsgált 35 °C-ot meghaladó forró napok mellett. A vizsgált 10 éves időszakban mindegyik évben volt olyan mérőhely, ahol a nyári időszakban (VI-VIII. hónapokban) egyetlen egyszer sem érte el a napi maximum hőmérséklet a 35 °C-ot. Az országos átlag azonban ennél magasabb, 4,5 napnak adódik, s emelkedik az egy-

egy mérőhelyen mért forró napok száma (20.c) ábra). A forróság leginkább a Dél-Alföldet sújtja, a maximum értékekkel jellemezhető területek közül a K-i határ mentén nem jellemző a szőlőkultúra, míg a másik, kisebb országos maximumot mutató terület a Hajós-Bajai borvidék középső részén viszonylag kis ültetvényterületet érint (20.a) ábra). A forróság a szőlőterületek kb. ¼ részén tart összességében egy hétig vagy annál tovább (20.b) ábra).

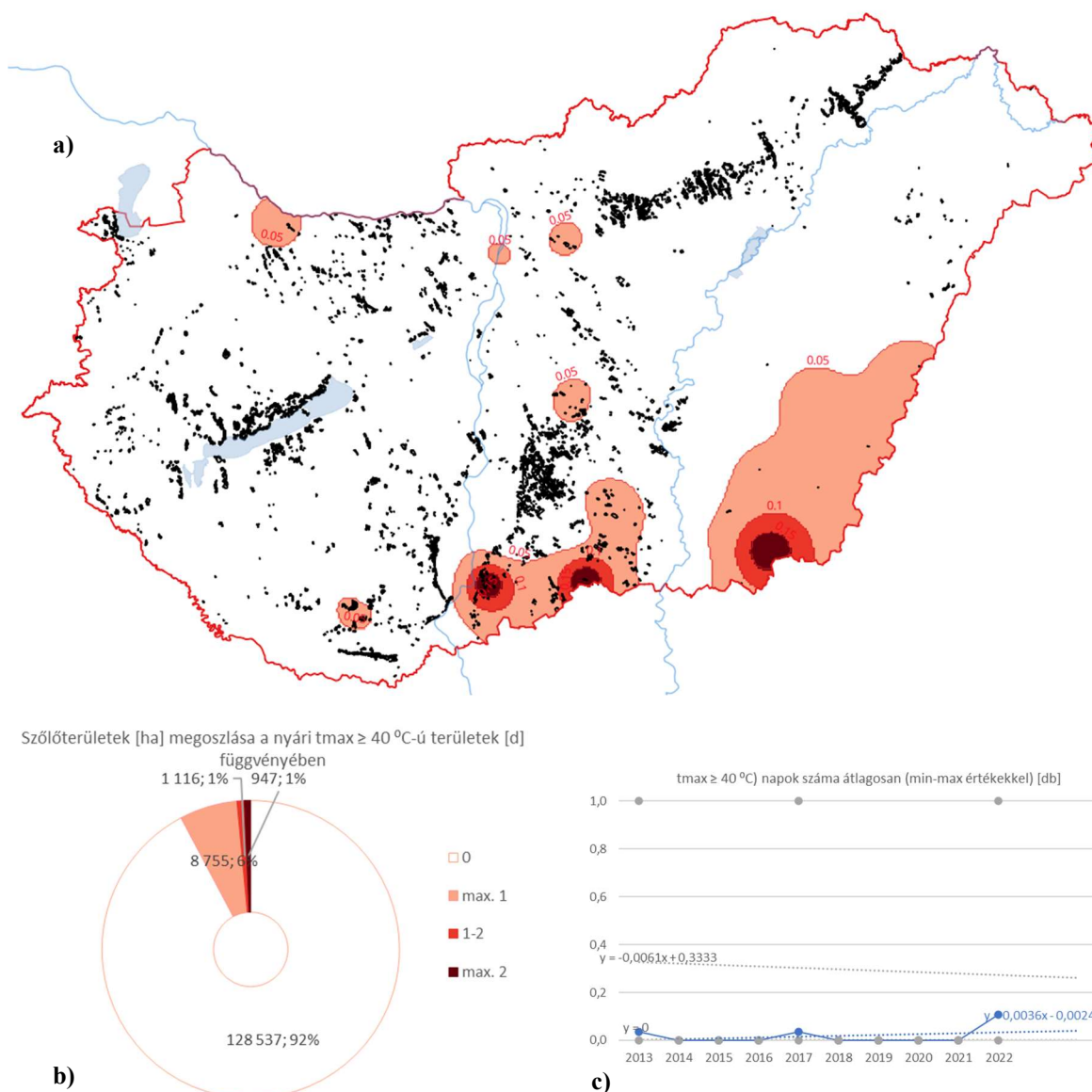
20. ábra: a) A nyári (VI-VIII. havi) $t_{\max} > 35^\circ\text{C}$ -kal jellemezhető ún. forró napok átlagos száma 2013-2022 között; **b)** Szőlőterületek megoszlása a nyári $t_{\max} > 35^\circ\text{C}$ -kal jellemezhető napok száma függvényében; **c)** A nyári $t_{\max} > 35^\circ\text{C}$ -os maximumhőmérséklettű napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



A vizsgát időszak adatai alapján a 40°C -ot elérő vagy meghaladó napi hőmérsékleti maximummal jellemezhető túlzott nyári forróság előfordulási valószínűsége jóval kisebb, mint

a tavaszi fagykárnak. Leginkább a D-i országrészben, Hajós-Baja környékén számíthatunk rá; ott előfordulhat, hogy egy nyáron akár 2 nap is elérí vagy meghaladja a napi maximum hőmérséklet a 40 °C-ot (21.a ábra). Ekkora hőségre szőlőterületeink 92 %-án egyenlőre nem kell számítanunk (21.b ábra), illetve a vizsgált 10 év adatai nem mutatnak trendszerű változást e téren (21.c ábra).

21. ábra: a) A nyári (VI-VIII. havi) $t_{\max} \geq 40$ °C-ot elérő maximumhőmérsékletű napok átlagos száma 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a nyári $t_{\max} \geq 40$ °C-os maximumhőmérséklettel jellemezhető napok száma függvényében; c) A nyári $t_{\max} \geq 40$ °C-os maximumhőmérsékletű napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között (SAJÁT SZERKESZTÉS)



A hőmérsékletadatok értékelése során nem mehetünk el szó nélkül a mikrodomborzat és a lejtőkitettség kérdése mellett, melyek a kapott adatokat – még ha azok hosszabb időszakra

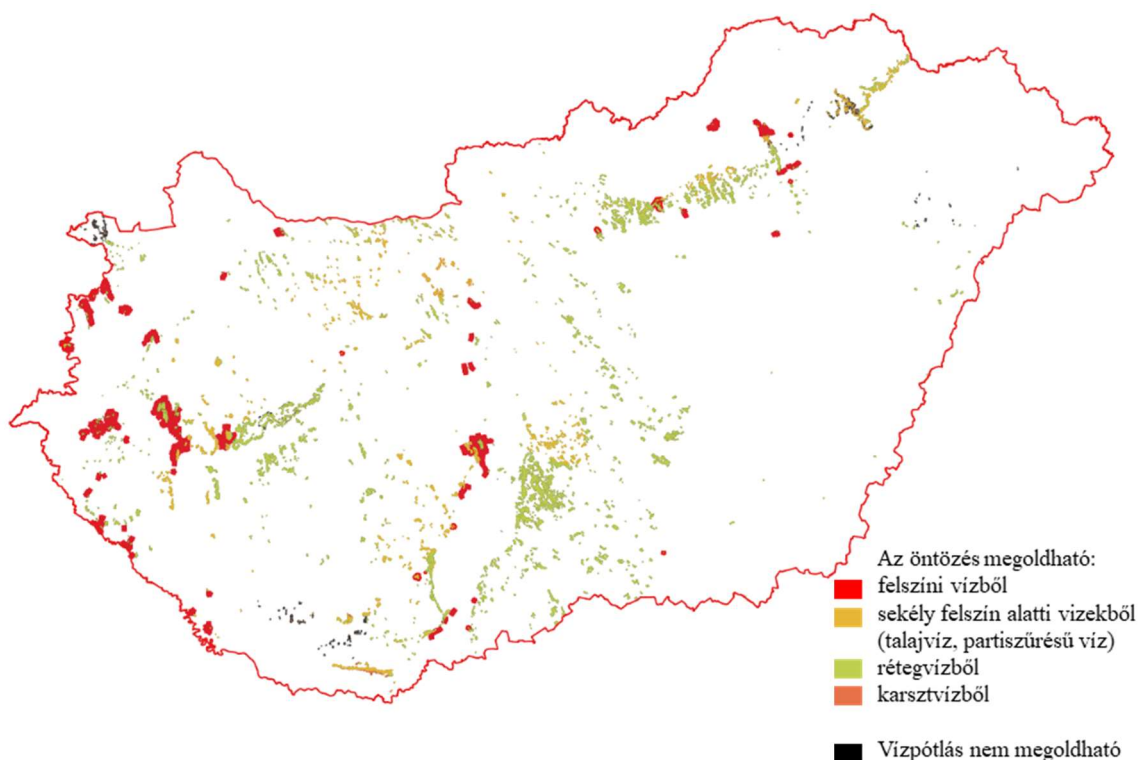
vonatkoznak is – a valóságban jelentősen módosíthatják a fagyzugok vagy éppen hőkatlanok kialakulása révén.

4.3. A vízkészletek rendelkezésre állása

Amennyiben azt tapasztaljuk, hogy a természetes csapadékból érkező vizek a szőlőnövény számára nem elegendőek, vagy nagyobb terméshozamot remélve plusz víz kijuttatását tervezzük, öntözővíz-forrás után kell néznünk. A 3.2.4. és 3.2.5. fejezetekben ismertetett adatbázisokból, az ott ismertetett mennyiségi és minőségi paraméterek mentén vizsgálódva, az ott meghatározott földrajzi távolságokat figyelembe véve jutottam a 22. ábrához, mely azokat a szőlőterületeket mutatja, ahol a vízpótlásra potenciális lehetőség van.

Az általam felállított kritériumrendszer alapján a vízpótlás a rendelkezésre álló megfelelő vízkészlet hiányában nem látszik biztosíthatónak a Soproni, a Balaton-felvidéki, a Pécsi és a Tokaji borvidékeken, valamint a Nyírség csemegeszőlőt előállító ültetvényeinek egy jelentős részén. A vízminőségi paramétereken történő lazítással – tehát bizonyos kompromisszumokkal (pl.: vízkezelési technológia kiépítése) – feltehetően az említett területek esetében is lehetne öntözővizet találni. A felszíni vízből történő öntözés lehetőségét ezen kívül az öntözővíz nagyobb távolságra történő szállításával lehetne növelni.

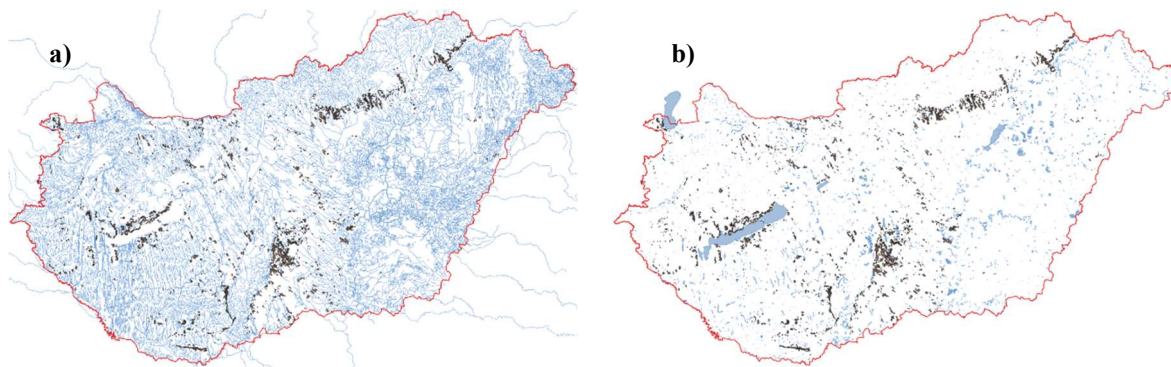
22. ábra: Vízkészletek rendelkezésre állása a szőlőterületeken (SAJÁT SZERKESZTÉS)



4.3.1. Felszíni vizek

A VGT3 által nyilvántartott vízfolyások és állóvizek közül (23. ábra) leválogatva a mennyiségi, minőségi szempontoknak megfelelőket, s figyelembe véve a rendelkezésre álláshoz a 2 km-es távolsági korlátozást, a folyók, patakok és tavak többsége kiesett a lehetséges felszíni víznyerő helyek közül.

23. ábra: Magyarország szőlőterületei és felszíni vizei **a)** folyóvizek; **b)** állóvizek (SAJÁT SZERKESZTÉS)



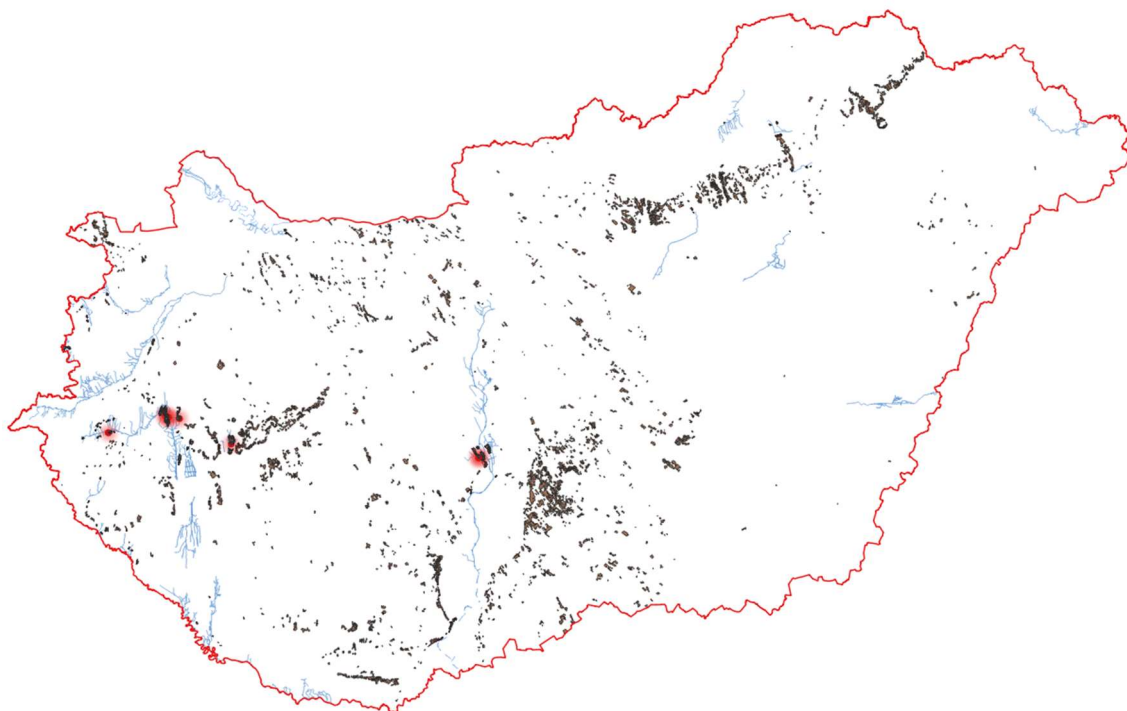
Mindösszesen 1 658 m, mind a mennyiségi, mind a minőségi kritériumoknak megfelelő vízfolyás halad át közvetlenül szőlőterületeken (24. ábra). Megvizsgálva az öntözővízként potenciálisan szóba jöhető vízfolyások környezetében található szőlőterületeket, láthatjuk, hogy a távolság növelésével az elérhető területek is természetesen növekednek. Azonban minél nagyobb távolságot kell megtennünk a víznyerő hely és a vízfelhasználás helye között, az öntözés fajlagos költsége annál inkább emelkedni fog. A gazdaságosság határát minden esetben egyedileg szükséges vizsgálni, de első körben – légvonalban mérve – 2 km-ben húztam meg a határt. Így a szőlőterületek bő 7 %-a számára mutatkozik lehetőség, mutatkozik elérhető folyóvíz egy esetleges öntözésfejlesztéshez (25. ábra és 5. táblázat).

Az állóvizeket tekintve ennél rosszabb a helyzet. A 26. ábrán és az 5. táblázatban látható, hogy a szőlőterületeink nem egész 1 %-a számára nyújtanak 2 km-en belül elérhető vízforrást.

Érdekes megjegyezni, hogy nagytavaink egyike sem jelenik meg megfelelő öntözővíz-forrásként. A Fertő-tó a kémiai állapotértékelés miatt (Hg és vegyületei, brómozott difenil-éterek, heptaklór és heptaklór-epoxid összege), a Balaton a kémiai állapotértékelés miatt (Hg és vegyületei, valamint brómozott difenil-éterek), a Velencei-tó a specifikus szennyezőanyagok (oldott As és oldott Zn), valamint a kémiai állapotértékelés miatt (Hg és vegyületei, brómozott difenil-éterek) és a Tisza-tó szintén a kémiai állapotértékelés miatt (brómozott difenil-éterek, valamint Cd és vegyületei) esett ki a szóba jöhető tavak köréből. Persze a Fertő-tóból, a

Balatonból és a Velencei-tóból egyébként sem látom reálisnak az öntözővíz célú vízkivételt azok közismert jóléti, illetve természetvédelmi funkciójuk miatt.

24. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő vízfolyások elhelyezkedése. Pirossal jelölve azon helyek, ahol a vízfolyások közvetlenül szőlőültetvényen haladnak keresztül (SAJÁT SZERKESZTÉS).

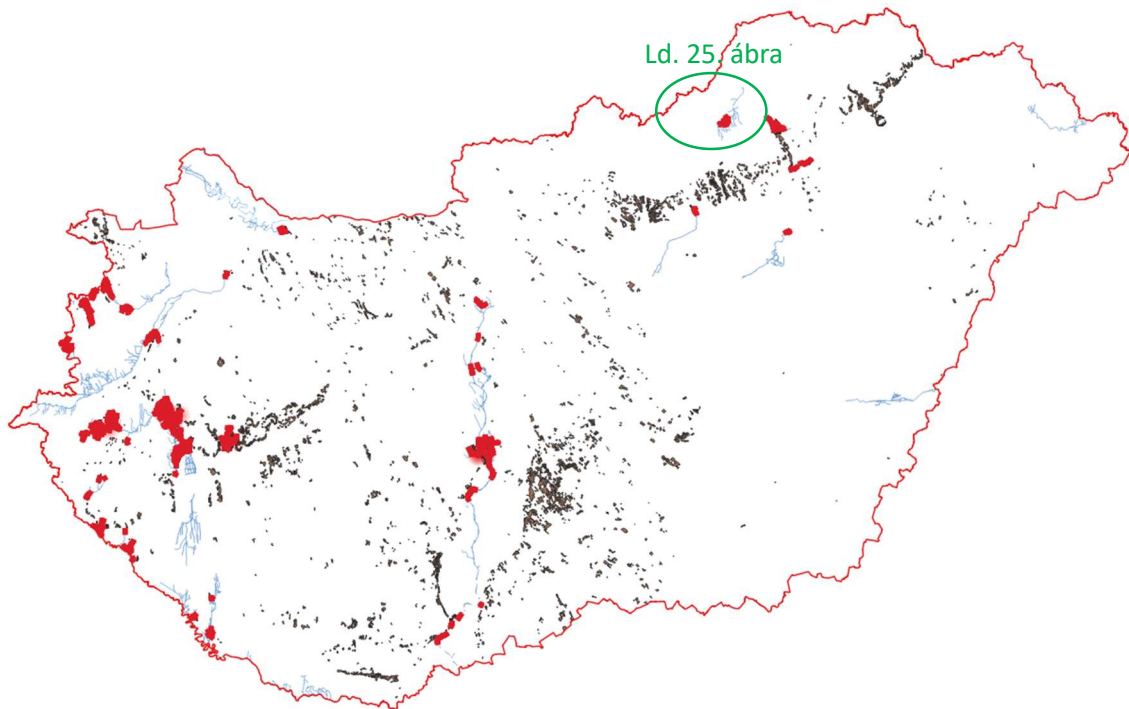


A vízigények jogszabályban foglalt kielégítési sorrendjére tekintettel (1995. ÉVI LVII. TÖRVÉNY) vizsgáltam az ivóvízbázisként nyilvántartott felszíni vizek érintettségét és a vízbázis-védőterületen elhelyezkedő szőlőterületeket. Egyetlen esetben merült fel felszíni ivóvízbázis érintettsége, a Lázbérci-víztározó védőterületén, 11,8 ha szőlő esetében (27. ábra).

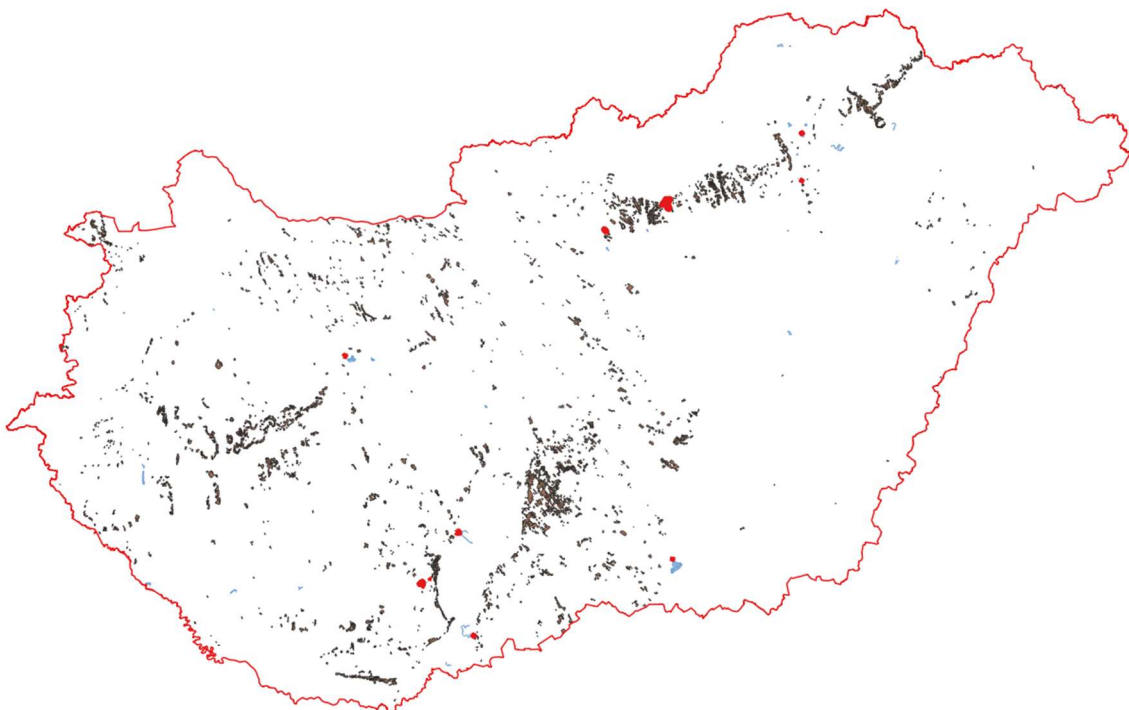
5. táblázat: Szőlőterületek kiterjedése, melyek számára megfelelő mennyiségű és minőségű felszíni víz érhető el 2 km-en belül (SAJÁT SZERKESZTÉS)

<i>Szőlőültetvény a felszíni víz</i>	<i>A felszíni víz: vízfolyás</i>		<i>A felszíni víz: állóvíz</i>		<i>Összesen</i>	
	<i>[ha]</i>	<i>[%]</i>	<i>[ha]</i>	<i>[%]</i>	<i>[ha]</i>	<i>[%]</i>
500 m-es körzetében	5 117	3,67	555	0,40	5 672	4,07
1000 m-es körzetében	6 807	4,88	592	0,42	7 399	5,31
1500 m-es körzetében	8 346	5,99	1 053	0,76	9 399	6,74
2000 m-es körzetében	9 782	7,02	1 328	0,95	11 110	7,97

25. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő vízfolyások elhelyezkedése. A piros foltok a vízfolyások 2000 m-es körzetén belül elhelyezkedő ültetvényeket jelölik (SAJÁT SZERKESZTÉS).



26. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő állóvizek elhelyezkedése. A piros foltok a tavak, tározók 2000 m-es körzetén belül elhelyezkedő ültetvényeket jelölik (SAJÁT SZERKESZTÉS).



27. ábra: Felszíni ivóvízbázis érintettsége a felszíni vízből való potenciális öntözési lehetőség fennállása esetén (SAJÁT SZERKESZTÉS)



4.3.2. Felszín alatti vizek

A VGT3 által nyilvántartott felszín alatti víztestek közül leválogattam a mennyiségi, minőségi szempontoknak megfelelőket. Potenciálisan alkalmas felszín alatti vizeket találhatunk mind a sekély felszín alatti (ide tartoznak a talajvizek és a parti szűrősű vizek), mind a mélységi vizek (az ún. rétegvizek) között, de számos esetben csak a karsztvíz tűnik a megfelelő alternatívának. A felszín alatti víztestek az ország egészét lefedik, felszíni vetületüket tekintve egymással átfedésben állnak. Az, hogy valamely típus egy adott ültetvény esetében megfelelőnek bizonyul, nem jelenti azt, hogy ugyanott más rétegre szűrőzve szintén megfelelő vizet találunk. Az általam felállított mennyiségi-minőségi leválogatás alapján különböző felszín alatti vizekből az ország szőlőterületeinek közel 93 %-án biztosítható vízpótlás. 9 564 ha szőlőterület alatt azonban szabályrendszerem szerint nincs az igényeknek megfelelő felszín alatti víz.

Ököliszabályként kezelendő, hogy minél mélyebbre hatolunk a felszín alatt, jó eséllyel annál tisztább (antropogén hatásoktól annál inkább mentes), s így annál értékesebb vízkincsbe ütközünk. A mélység növekedésével a vizek feltárása egyre költségesebb: nem mindegy, hogy 10-20 m mélyről kell felhoznunk a talajvizet, vagy több száz méter mélységből a karsztvizet.

Felszín alatti vizeinkre mint ivóvízre is számítunk: az ország területén számos parti szűrésű, talaj-, réteg-, illetve karsztvízre települt ivóvízbázist tartunk nyilván. A vízigények jogszabályban foglalt kielégítési sorrendjére tekintettel (1995. ÉVI LVII. TÖRVÉNY) vizsgáltam az ivóvízbázisként nyilvántartott felszín alatti vizek érintettségét és a vízbázis-védőterületen elhelyezkedő szőlőterületeket.

A fent leírtakat a 6. táblázat foglalja össze számszerűsítve. A felszín alatti ivóvízbázisok hidrogeológiai „B” védőterületeinek elhelyezkedését a 28. ábrán láthatjuk. A védőterület lehet felszíni vetület vagy felszíni metszet a földtani felépítés függvényében (123/1997. (VII. 18.) KORM. RENDELET).

6. táblázat: Szőlőterületek kiterjedése, melyek számára megfelelő mennyiségű és minőségű felszín alatti víz érhető el (SAJÁT SZERKESZTÉS)

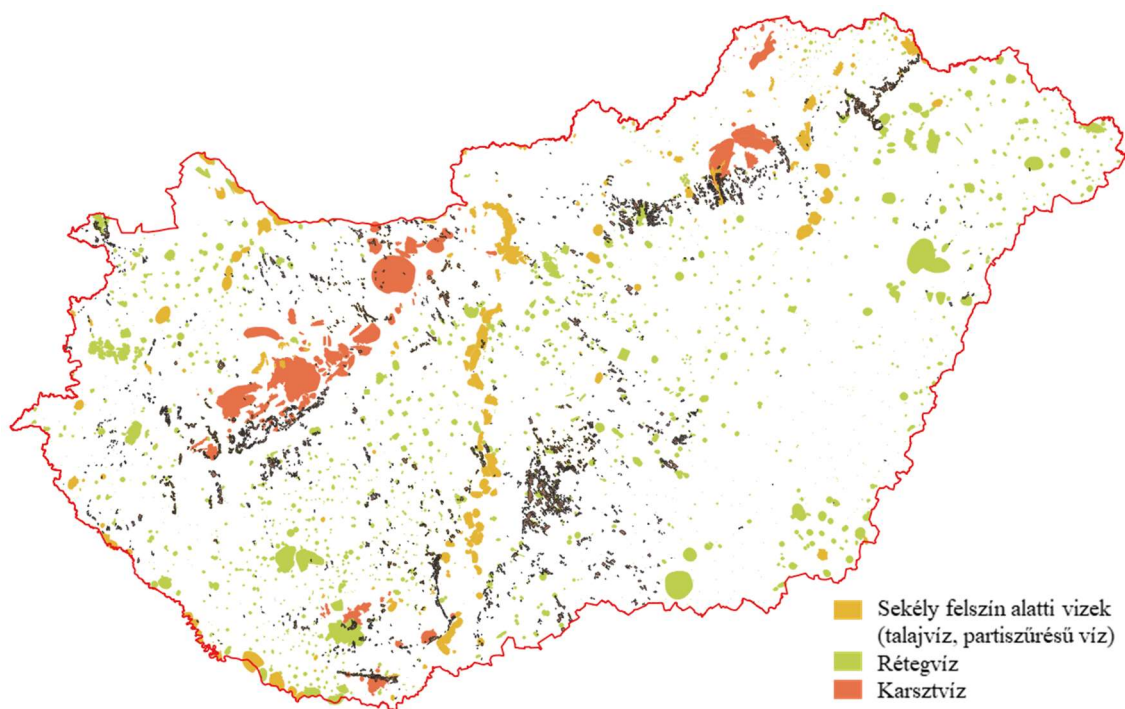
<i>Szőlőültetvény számára elérhető felszín alatti vízforrás</i>	<i>Ebből</i>			
	<i>Összes érintett szőlő terület</i>		<i>vízbázison</i>	<i>kizárólagosan az adott</i>
			<i>található</i>	<i>víz típus érhető el</i>
	<i>[ha]</i>	<i>[%]</i>	<i>[ha]</i>	<i>[ha]</i>
Sekély felszín alatti víz	52 015	37,31	199	2 395
Rétegvíz	129 548	92,93	4 465	93 610
Karsztvíz	15 598	11,19	2 718	1 395
Egyik sem	9 564	6,86		

A megfelelő minőségű és elégséges mennyiségű sekély felszín alatti vízből (talajvízből vagy parti szűrésű vízből) öntözhető szőlőterületek elhelyezkedését a 29. ábra mutatja. A 30.a) ábra a talajvízszint felszíntől mért távolságát mutatja. Utóbbi nem a VGT3 adatbázisán (30.b) ábra), hanem az SzTFH adatain [http MBFSZ térképszervert] alapul. A két rendszer a hegyvidéki peremterületeken a talajvízmentes területek határát egymáshoz képest elég nagy eltéréssel állapítja meg.

A szőlő öntözéséhez minőségileg és mennyiségileg megfelelőnek tűnő rétegvizek a szőlőterületek közel 93 %-án elméletileg rendelkezésre állnak (31. ábra). Azon szőlőültetvények elhelyezkedését, melyek alatt karsztvízkinccs található öntözésre alkalmas mennyiségben és minőségben, a 32. ábrán mutatja. Ez szőlőterületeink bő 11 %-át érinti. A felmerülő igények kielégítése esetén azonban minden esetben figyelemmel kell lenni a vízigények kielégítési sorrendjére, valamint mind vízvédelmi, mind műszaki és gazdasági

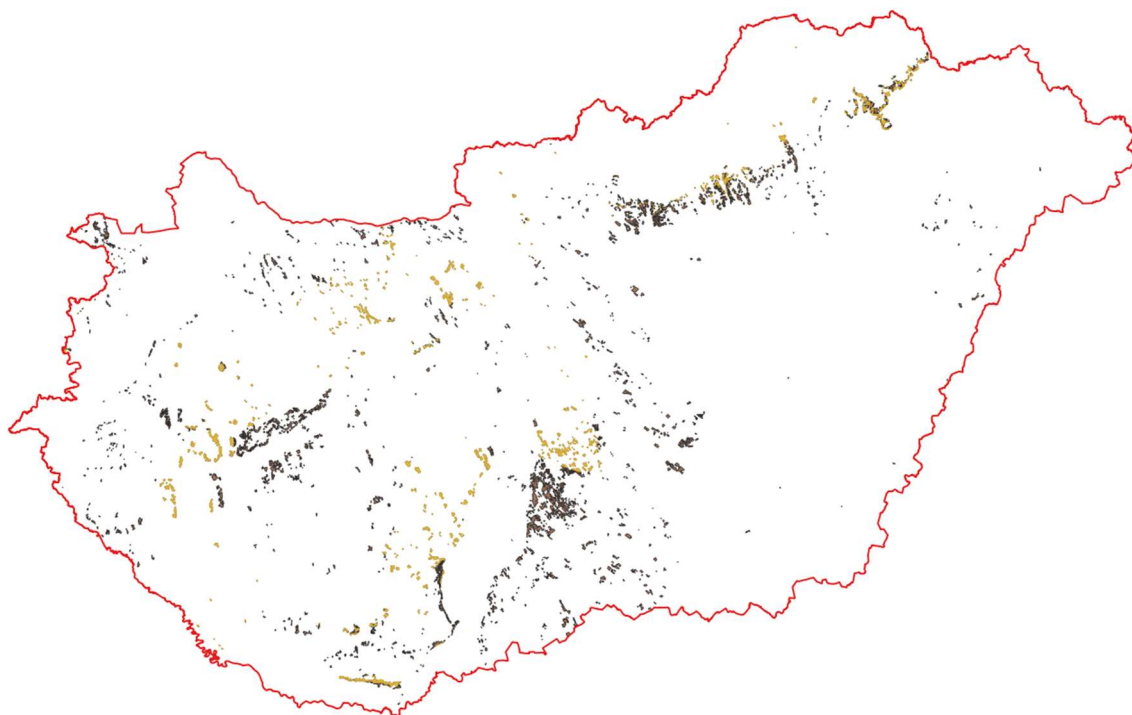
szempontból előnyben kell létesíteni a sekélyebb felszín alatti vizeket – ha felszíni víz nem áll rendelkezésünkre.

28. ábra: Felszín alatti ivóvízbázisok hidrogeológiai „B” védőterületei és a szőlőterületek elhelyezkedése Magyarországon (SAJÁT SZERKESZTÉS)

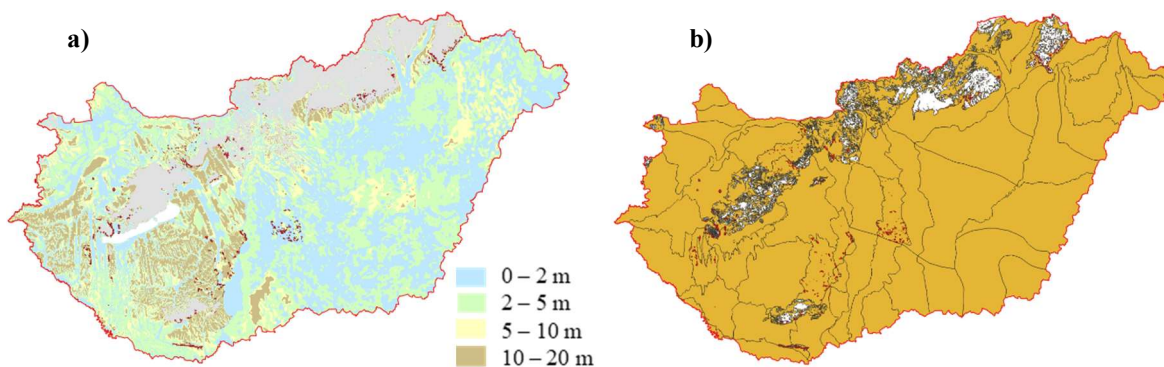


Összevetve a sekély felszín alatti vizekből – talajvízből vagy parti szűrési vízből – (29. ábra), a rétegvizekből (31. ábra) és a karsztvizekből (32. ábra) öntözhető szőlőterületek elhelyezkedését, megkapjuk azon szőlőterületeket, melyek esetében nem találtam öntözésre használható minőségű és megfelelő mennyiségben rendelkezésre álló felszín alatti vizet (33. ábra).

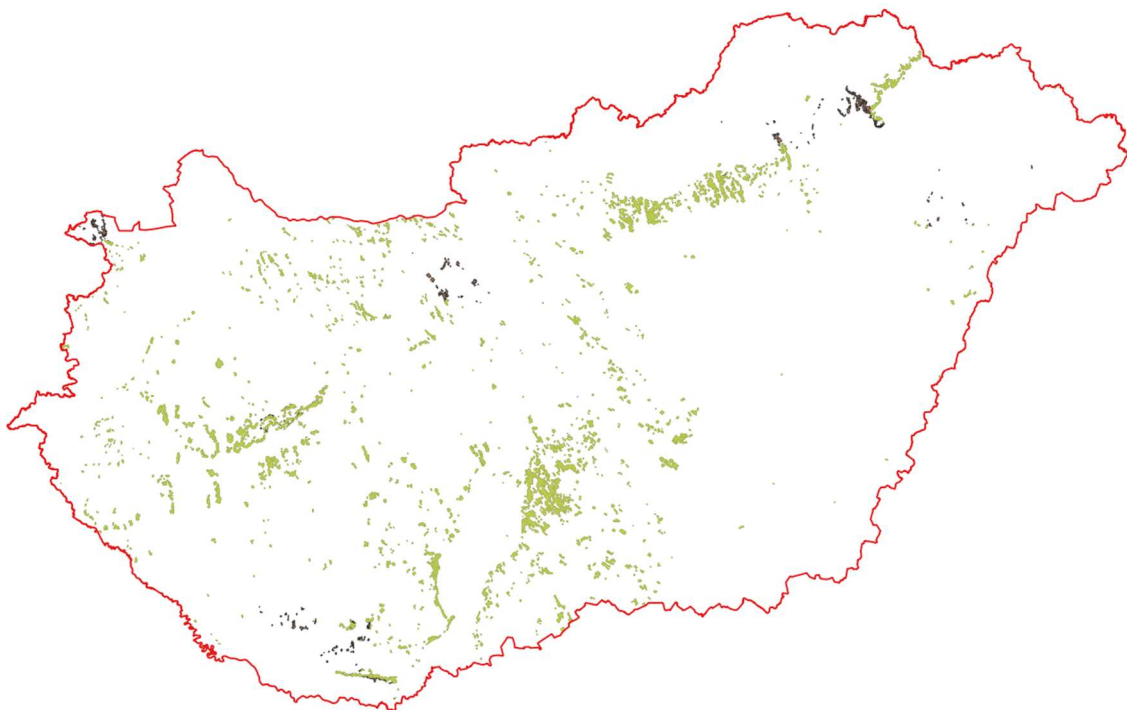
29. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő sekély felszín alatti vizek elhelyezkedése (SAJÁT SZERKESZTÉS)



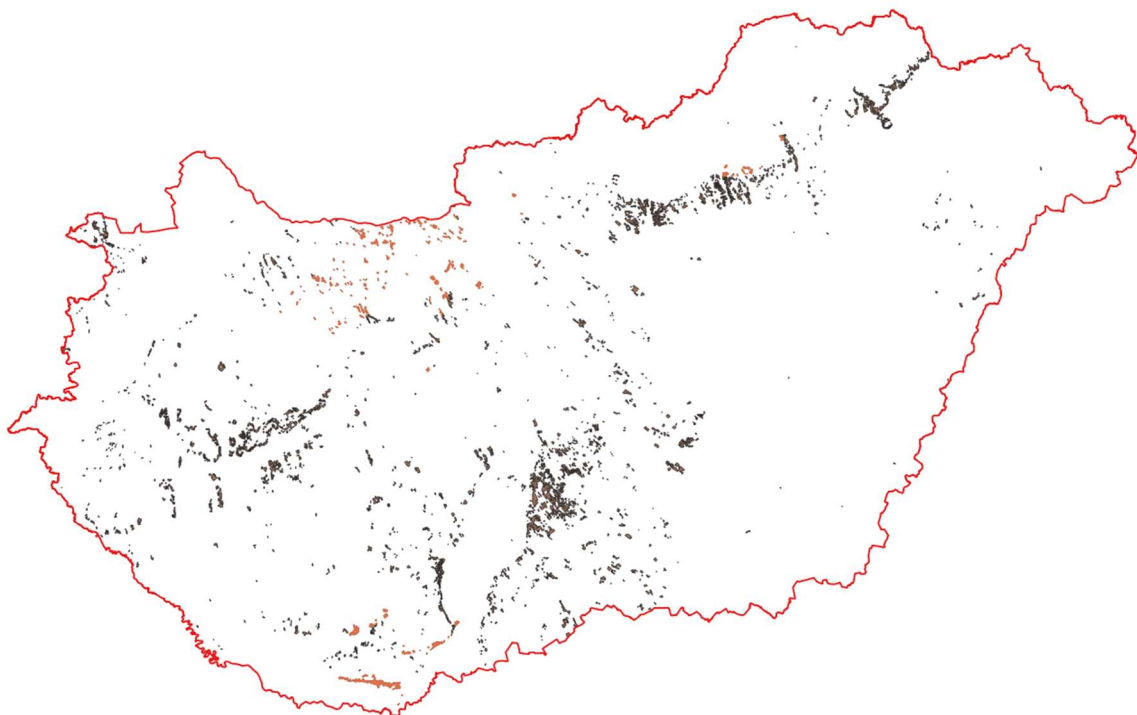
30. ábra: a) A talajvíztükör szintje a felszín alatt és a talajvízből öntözhetőnek talált szőlőterületek elhelyezkedése Magyarországon [saját szerkesztés a [http MBFSZ térképszervert](http://mbfsz.gov.hu) alapján] **b)** A sekély felszín alatti víztestek kiterjedése a VGT3 alapján és a belőlük öntözhető szőlőterületek elhelyezkedése (SAJÁT SZERKESZTÉS)



31. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő rétegvizek elhelyezkedése (SAJÁT SZERKESZTÉS)

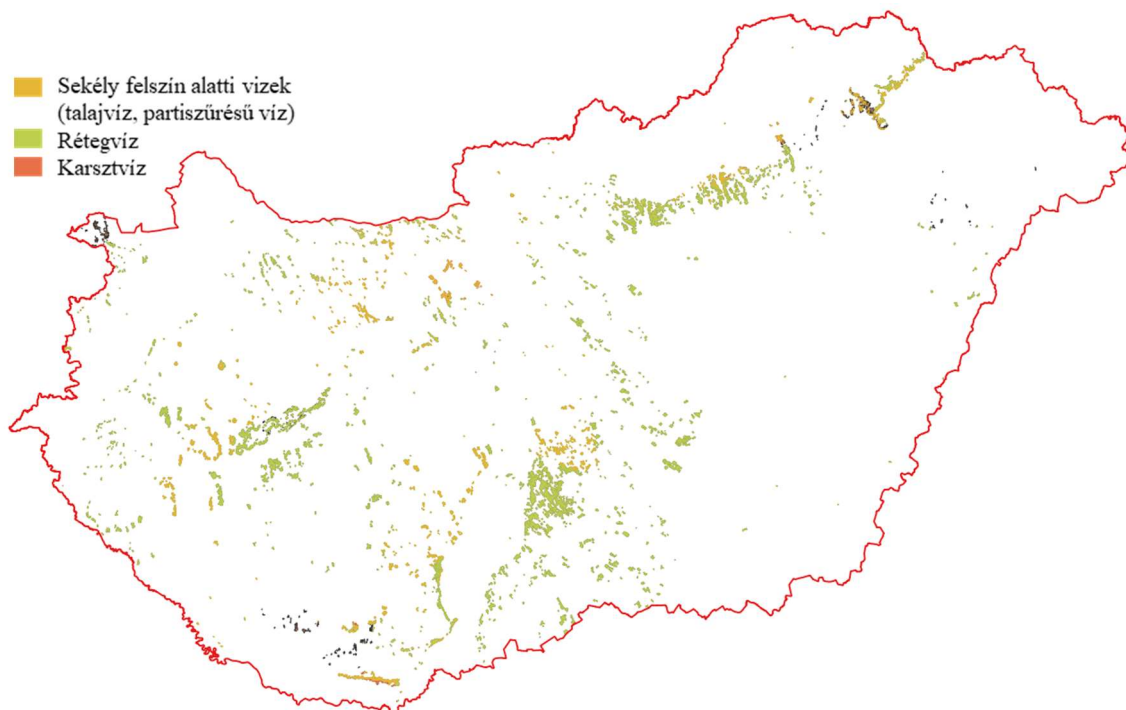


32. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő karsztvizek elhelyezkedése (SAJÁT SZERKESZTÉS)



33. ábra: A hazai szőlőterületek öntözhetősége felszín alatti vízkészletekből.

Sárga: a vízbeszerzés akár sekély felszín alatti vízből is megoldható; Zöld: a vízbeszerzés sekély felszíni vízből nem, de rétegvízből megoldható; Narancsvörös: a vízbeszerzés csak karsztvízből oldható meg (SAJÁT SZERKESZTÉS).

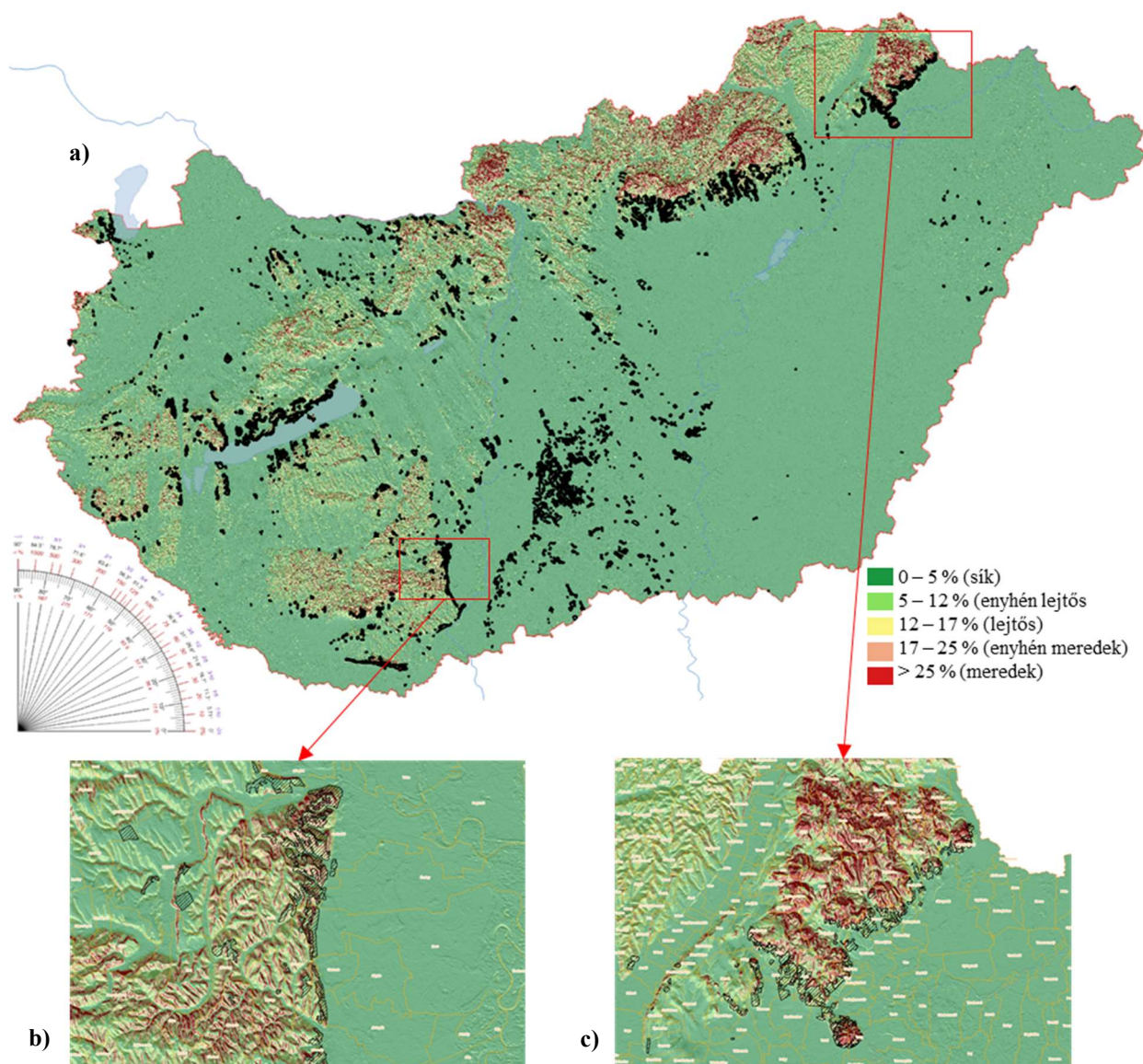


4.4. Lejtőviszonyok

A csapadékadatok értékelése és a vízpótlás mértékének meghatározása során az erózióveszély kérdésköre miatt fontos ismernünk területünk domborzati viszonyait, elsődlegesen a lejtésviszonyokat. A hőmérsékletadatok értékelése során sem mehetünk el szó nélkül a mikrodomborzat és a lejtőkitettség kérdése mellett. A fagyzugok vagy éppen hókatlanok a hőmérséklet hatását módosíthatják. Ám így akár már vizsgálhatjuk a szőlőnövény szempontjából szintén kulcsfontosságú napfénytartamot is. Tekintettel arra, hogy a dolgozatnak nem volt célja valamennyi, a szőlőnövény szempontjából fontos környezeti paraméter vizsgálata, így ettől most tekintsünk el.

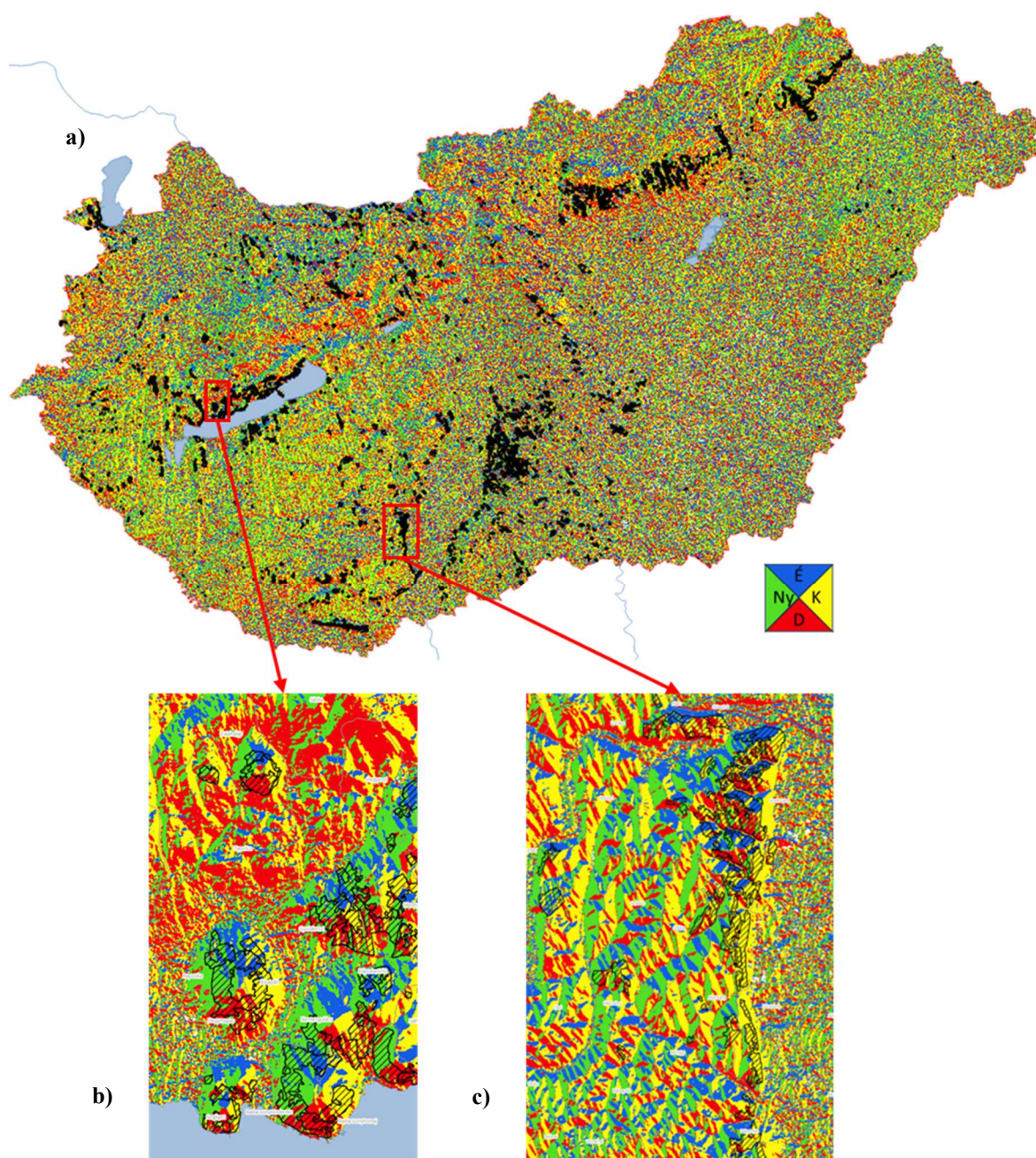
A 34.a) ábra Magyarország lejtőkategóriák szerint színezett domborzatát, valamint a szőlőterületek elhelyezkedését ábrázolja. Közelebbről szemügyre véve az ábrát elmondható, hogy hazánk szőlőtermelői belátták, hogy a nagy meredekségű lejtőkön a művelés többletráfordítást igényel, s általában nem merészkedtek a 17 %-nál meredekebb lejtőkre. Természetesen majd' minden nem alföldi borvidéken találhatunk ez alól kivételt, legnagyobb arányban Szekszárd (34.b) ábra) és Tokaj térségében (34.c) ábra).

34. ábra: a) Magyarország lejtőkategóriák szerint színezett domborzata, valamint a szőlőterületek elhelyezkedése, kiemelve **b)** Szekszárd és **c)** Tokaj környékét (SAJÁT SZERKESZTÉS, [http EMELKEDÉS – SZÁZALÉK VAGY FOK?](http://EMELKEDÉS – SZÁZALÉK VAGY FOK?))



Hazánk lejtőkitettség-térképét a 35.a) ábrán láthatjuk. Lejtőkitettség szempontjából a síkvidékek rendkívül heterogén képet mutatnak. Középhegységeinkben a markánsabb domborzati formák mellett egységesebb képe kapunk lejtőkitettség szempontjából. Az északias, hűvösebb domboldalak esetében általában inkább az alacsonyabb hőmérsékletek okozhatnak problémát a szőlőültetvényekben, míg délies, melegebb domboldalakon általában a magasabb hőmérsékletek károsító hatásával kell szembenéznünk. Ökölszabályként elmondható, hogy általában az É-i lejtők kevésbé kedvezők a szőlőművelés szempontjából. Ha azonban megnézzük pl. a Badacsony-környéki tanúhegyeket (35.b) ábra) vagy Szekszárd környékét (35.c) ábra), számos szőlőművelés alá vont É-i domboldalt találhatunk.

35. ábra: a) Magyarország lejtőkiettség térképe, valamint a szőlőterületek elhelyezkedése, kiemelve b) a Badacsony-környéki tanúhegyeket és c) Szekszárd környékét (SAJÁT SZERKESZTÉS)



5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

1. A dolgozatban vizsgált 10 év rövid idő ahhoz, hogy hosszútávú trendekre lehessen következtetni az egyes klimatikus tényezők tekintetében. Az általam feldolgozott eredmények feltehetően a rövid vizsgálati időszak miatt nem állnak teljes mértékben összhangban a szakirodalmi trendekkel.
2. Az éves csapadékmennyiség klímamodellek által prognosztizált időbeli eltolódása a téli félév irányába kétféle hatású lehet: Egyrészt segítheti a talajok tenyészidőn kívüli feltöltődését, másrészt viszont elősegítheti a vegetációs időszakban csapadékhiány kialakulását. Hogy melyik hatás lesz az erősebb, azt valószínűsíthetően minden esetben a helyi adottságok – elsődlegesen a talaj és az evapotranszspiráció – fogják meghatározni.
3. A vizsgált 10 év adatai (2013-2022) alapján a Magyarország területére hulló csapadék mennyisége és eloszlása még elegendő a szőlő beéréséhez. Amennyiben a tavaszi és nyári csapadékok további trendszerű csökkenése következik be, az elkövetkező években valós igény jelentkezhethet a szőlőterületek öntözésére. Az öntözés célja akkor már nem a hozamnövelés, hanem a termésbiztonság elérése lesz. Érintett terület lehet a Tokaji és a Csongrádi borvidék, valamint a Kunsági borvidék D-i része. A nyírségi csemegeszőlő-ültetvények szintén ki vannak téve e veszélynek.
4. A szőlő növényvédelmi igényei és a domborzati adottságok miatt a nem alföldi területeken hosszú távon csak a víztakarékos mikroöntözési módok jelenthetik a megoldást.
5. Figyelembe véve vízkészletek védelméhez fűződő követelményeket, meg kell fontolni a deficit öntözési módok bevezetését. Szintén vízkészletvédelmi szempontok miatt le kell határolni az ivóvízbázisok által szűrőzött rétegeket, s meg kell nézni, hogy más réteg rendelkezése áll-e az öntözővízigény kielégítésére.
6. A 17 %-nál meredekebb területeken teraszolás nélkül nem javasolható az öntözés az erózióveszély miatt. 12-17 %-os lejtőszög között kizárólag mikroöntözés lehet célravezető. A talaj erózióérzékenységét, kötöttségét nagyon fontos számításba venni! A 3. pontban említett területek közül ez a Tokaji borvidéken okoz jelentős kockázatot.
7. A szőlőültetvényeken fellépő öntözési igény kapcsán az öntözővízigény, az öntözővíz-norma és az öntözési forduló pontos meghatározásához további vizsgálatok lesznek szükségesek elsődlegesen és minimálisan az alábbi szempontok mentén:

- a. a szőlő fenológiai fázisaihoz a jelen dolgozatban foglaltakhoz képest pontosabban igazodó időszakok csapadéktrendjeinek feltérképezése hosszabb időintervallum alapján;
 - b. talajadottságok figyelembevétele.
8. Az öntözés agrotechnikai szempontú céljai közül a párasító öntözésnek a légköri aszály mérséklésében lehet szerepe, amennyiben a nyári időszakban a forró napok száma trendszerű emelkedésnek indul. Ennek kivitelezéséhez azonban kertészeti mikroszórófejek alkalmazása, tehát a növény zöldfelületének nedvesítése szükséges, csepegtető öntözési módszerrel nem megoldható. Mindez plusz növényvédelmi intézkedések szükségességét vonhatja maga után. A beruházást leginkább ott éri meg megvalósítani, ahol nem csak a klímaszabályozás fogalmazható meg célként, hanem valamely vízpótlási igény is, így a Hajós-Bajai, a Kunsági és a Csongrádi borvidéken.
9. Az öntözés agrotechnikai szempontú céljai közül a fagyvédelmi öntözésnek elsődlegesen a Mátrai és Egri borvidéken lehet relevanciája. A fagyvédő öntözés kivitelezése szintén mikroszórófejekkel oldható meg, de roppant vízigényes művelet. A korai időszakra tekintettel a plusz növényvédelem szükségessége az egész növény nedvesítése ellenére sem mutatkozik. Figyelembe véve az hosszútávú éghajlati változásokat, a különböző klímamodelleket és e szakdolgozatban vizsgált 10 éves időintervalluma alapján kapott eredményeket, az évközi vízpótlás szükségszerűsége nem ítéltető meg egyértelműen. Csak fagyvédelmi céllal kiépíteni az öntözőrendszert nem tűnik gazdaságos beruházásnak.
10. A meteorológiai elemek értékelése egy-egy konkrét tervezési feladat kapcsán csak a mikrodomborzati tényezőkkel együtt ad valós képet a klímajavító (fagyvédő vagy a légköri aszályt megelőző párasító) öntözés szükségességéről.
11. Egy-egy konkrét tervezési feladat során a szükséges adatok nem feltétlenül állnak rendelkezésünkre, azokat a megfelelő adatgazdától be kell szereznünk (pl. talajtérképek (<http://TERKEPI.ADATSZOLGALTATAS>)). Azonban az elvi síkon gondolkodás szintjéig rengeteg szabadon hozzáférhető adatbázis áll rendelkezésünkre, melyek ésszerű felhasználásával az öntözési beruházások igen költségkímélő módon alapozhatók meg. A rendelkezésre álló adatok helytállóságáról lehetőség szerint minél alaposabban (pl.: saját terepi mérés, megfigyelés útján) meg kell győződni, hogy kiküszöböljünk olyan tévedéseket, mint amik az azonos adatkörre vonatkozó, de eltérő tartalmú adatbázisok felhasználásából adódhat. (Ld. pl. a talajvízmentes területekre vonatkozó információkat.)

12. Elszakadva a hazai viszonyoktól és nagyobb – legalább európai – léptékkel szemlélődve az apró birtokméret nem lehet elsődleges gátja a szőlő öntözésének. (Ld. Spanyolországot.) Hatékony ösztönzők nélkül azonban nem látok esélyt a száraz gazdálkodásból az öntözött ültetvények irányába történő elmozdulásra.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A mediterráneummal ellentétben Magyarországon a szőlő öntözése egyáltalán nem jellemző. A XX. század '70-es éveiben azonban jelentős szőlőterületek álltak öntözés alatt, akkor még hozamnövelési célzattal. A termésbiztonság érdekében előfordulhat azonban, hogy a globális klímaváltozás hatására ez a még oly szárazságtűrő növény is vízpótlásra szorul. Az egyes klímaszcenáriók eltérő jövőt jósolnak nekünk a Kárpát-medencében, s a csapadékviszonyok jövőbeli klímaszintű alakulása is erősen bizonytalan. Szakdolgozatomban azt vizsgáltam, hogy mekkora a szőlőnövény oldaláról fellépő öntözési igény, mekkora a realitása ezen öntözési igény kielégítésének a jelenlegi hazai természeti adottságok tükrében. A szőlőnövény öntözhetőségét befolyásoló számos tényező közül csapadék- és hőmérsékleti viszonyokat vizsgáltam, illetve kis kitekintéssel éltem a domborzati viszonyok irányába is.

A vizsgálatokat elsődlegesen térinformatikai módszerekkel végeztem, nagy hangsúlyt fektetve a nyílt forráskódú adatbázisok és szoftverek használatára.

A meteorológiai adatok forrása az Országos Meteorológiai Szolgálat volt. A 2013-2022 közti 10 éves időszak kvázifolyamatos csapadék- és hőmérsékletadatait dolgoztam fel, s vettem össze a szőlőnövény irodalmi adatok alapján meghatározott igényeivel. Az adatok feldolgozásaként kapott térképek alapján a vizsgált 10 éves időintervallum rövidnek bizonyult messzemenő következtetések levonására. Az azonban látszik, hogy az ország K-i felében lévő szőlőterületek rövid időn belül vízpótlásra szorulhatnak. A hőmérsékletadatok hasonló feldolgozása alapján levonható következtetés, hogy amennyiben a klímaváltozás üteme nem mérséklődik, a dél-alföldi ültetvényekben esetleg szükségessé válhat a szőlő klímajavító jellegű, a légköri aszályt csökkentő párasító öntözése, mely viszont erősen növeli a növényvédelem szükségességét. A fagyvédelmi célú öntözési beruházásokat vizsgálataim alapján nem látom gazdaságilag megalapozottnak.

Vizsgálataim másik csapásirányát az esetlegesen fellépő vízpótlás vízigényének kielégíthetősége alkotta. A feldolgozott, a felszíni és felszín alatti vizekkel kapcsolatos adatok és térképi állományok Magyarország 2021. évi vízgyűjtő-gazdálkodási tervéből származnak. Az egyes víztestek szigorú értékelésen estek át mind a szőlőnövény számára fontos vízminőségi paraméterek, mind pedig a rendelkezésre állást megalapozó mennyiségi paraméterek alapján. Az eredmények azt mutatják, hogy az ország szőlőterületeinek 93 %-a számára biztosítható lenne valamiféle vízforrásból vízpótlás.

Az öntözhetőség megítéléséhez fontos ismernünk a terepviszonyokat is, mely információk birtokában jelentős eróziós károktól kímélhetjük meg talajainkat.

A szőlő öntözésére a világban többféle módszer létezik. Amennyiben célunk elsődlegesen a növény számára szükséges vízpótlás, célszerű mikroöntözésben, pontosabban csepegtető öntözésben gondolkodnunk. Ennek felszín alatti válfajára is hozható működő hazai példa. Amennyiben szükségünk lenne fagyvédelmi vagy párasító öntözésre is, akkor azt a kertészeti öntözésben használatos mikroszórófejekkel tudjuk megoldani.

Az általam feldolgozott adatok alapján véleményem szerint a szőlő öntözésének kérdésével legelsőként a nyírségi csemegeszőlők esetében, valamint a Tokaji, a Kunsági és a Hajós-Bajai borvidékeken kell majd érdemben foglalkozni.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A dolgozat elkészültéhez nyújtott támogatásért szeretnék köszönetet mondani az alábbiaknak:
Dr. Gombos Béla témavezetőmnek, amiért elvállalta a konzulensi teendőket, az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak a VGT3 térképi adatbázisáért, valamint a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság részéről Busa Tamásnak és Juhász Istvánnak.

Köszönet illeti továbbá családomat, akik tolerálták az elmúlt két évben, hogy kevesebb idő jutott rájuk.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- A Kopernikusz program; <https://www.copernicus.eu/hu/kopernikusz-program> (Letöltés dátuma: 2024. I. 19.)
- A Nemzeti Földügyi Központ feladatairól szóló 158/2019. (VI. 28.) Korm. rendelet; <https://njt.hu/jogszabaly/2019-158-20-22> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- A szőlészettről és borászatról szóló 2020. évi CLXIII. törvény; <https://njt.hu/jogszabaly/2020-163-00-00> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- A vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási létesítmények védelméről szóló 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet; <https://njt.hu/jogszabaly/1997-123-20-22> (Letöltés dátuma: 2024. IV. 2.)
- A vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet; <https://njt.hu/jogszabaly/2010-147-20-22> (Letöltés dátuma: 2024. III. 24.)
- A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény; <https://njt.hu/jogszabaly/1995-57-00-00> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- A vízügyi igazgatási és a vízügyi, valamint a vízvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervek kijelöléséről szóló 223/2014. (IX. 4.) Korm. rendelet; <https://njt.hu/jogszabaly/2014-223-20-22> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Alföld; <https://hu.wikipedia.org/wiki/Alf%C3%B6ld> (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)
- Alföldi, I. (1966): Felszíni lefolyást megszakító műszaki létesítmények optimális mennyiségének meghatározása szántóföldeken, Agrokémia és Talajtan Tom. 15. No. 2. 309-326; http://real.mtak.hu/96170/1/at_1966_15_2_309-326.pdf (Letöltés dátuma: 2024. I. 24.)
- Anderson, P. (2018): Dry farming versus irrigation. Is there one correct choice for wine vineyards?; <https://realmendrinkrose.net/2018/03/15/dry-farming-versus-irrigation-is-there-one-correct-choice-for-wine-vineyards/> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Andezit; <https://hu.wikipedia.org/wiki/Andezit> (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)
- Ayuda, M-I., Esteban, E., Martín-Retortillo, M., Pinilla, V. (2020): The Blue Water Footprint of the Spanish Wine Industry: 1935–2015, Water Vol. 12 (7) 1872; <https://doi.org/10.3390/w12071872> (Letöltés dátuma: 2023. X. 29.)
- Az öntözéses gazdálkodásról szóló 2019. évi CXIII. törvény; <https://njt.hu/jogszabaly/2019-113-00-00> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Bákonyi, N., Gajdos, É., Tóth, B., Marozsán, M., Kovács, Sz., Veres, Sz., Lévai, L. (2010): A közeg pH-jának szerepe a látens tápanyaghiány kialakulásában fiatal kukorica és uborka növényeknél, Növénytermelés 59 (2), pp. 5-23; <https://real.mtak.hu/136005/1/%5B20608543%20-%20Növénytermelés%5D%20A%20közeg%20pH->

- [jának%20szerepe%20a%20látens%20tápanyaghiány%20kialakulásában%20fiatal%20kukorica%20és%20u
borka%20növényeknél.pdf](#) (Letöltés dátuma: 2024. II. 16.)
- Bazalt; <https://hu.wikipedia.org/wiki/Bazalt> (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)
- Bellvert, J., Mata, M., Vallverdú, X., Paris, C., Marsal, J. (2021): Optimizing precision irrigation of a vineyard to improve water use efficiency and profitability by using a decision-oriented vine water consumption model, Precision Agriculture 22, pp. 319-341; <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09718-2> (Letöltés dátuma: 2024. II. 7.)
- Bianchi, D., Bolognini, M., Brancadoro, L., Cazzaniga, S., Ferrari, D., Masseroni, D., Modina, D., Ortuani, B., Pozzoli, C., Gandolfi, C. (2023): Effect of multifunctional irrigation on grape quality: a case study in Northern Italy, Irrigation Science 41, pp 521–542; <https://doi.org/10.1007/s00271-022-00837-4> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- BME OSGeo Labor; <http://www.agt.bme.hu/osgeolab/index.php?page=start> (Letöltés dátuma: 2023. XI. 8.)
- Bolis, A. (2023): Desperate race for water in drought-hit vineyards of southern France, Le Monde, Paris, Published on June 2, 2023; https://www.lemonde.fr/en/environment/article/2023/06/02/desperate-race-for-water-in-drought-hit-vineyards-of-southern-france_6028816_114.html (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Botritisz; <https://vinoport.hu/borlexikon/botritisz-botrytis-cinerea/149> (Letöltés dátuma: 2024. II. 6.)
- Budavári, K. (szerk.) (1978): Mezőgazdasági vízhasznosítás I. kötet – Öntözés, a Vízügyi Dokumentációs és Továbbképző Intézet és a Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat kiadványa, Budapest, pp. 136-139, ISBN 963 602 099 X VIZDOK, ISBN 963 230 391 1 Mezőgazdasági Kiadó
- Büttner, Gy. (2004): A CLC50 és CLC2000, a hazai és európai térinformatikai infrastruktúra integráns részei, GISopen 2004, Székesfehérvár, 2004. március 17-19.; <https://www.gisopen.hu/data/archiv/data/pdf/2004/A32.pdf> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Büttner, Gy., Maucha, G., Bíró, M., Petrik, O. (2003?): Nagyfelbontású nemzeti felszínborítási adatbázis; https://lechnerkozpont.hu/doc/corine/clc50_referencia_cikk.pdf (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Canaj, K., Morrone, D., Roma, R., Boari, F., Cantore, V., Todorovic, M. (2021): Reclaimed Water for Vineyard Irrigation in a Mediterranean Context: Life Cycle Environmental Impacts, Life Cycle Costs, and Eco-Efficiency, Water Vol. 13, 2242. <https://doi.org/10.3390/w13162242> (Letöltés: 2023. X. 15.)
- Canto, A. (2018): Irrigation comes to the rescue of the vineyards; <https://irrigazette.com/en/news/irrigation-comes-rescue-vineyards>; (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Corine felszínborítás – geoshop; <https://geoshop.hu/products/corine> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- CORINE Land Cover; <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover> (Letöltés dátuma: 2024. I. 17.)
- Csapadék – Általános éghajlati jellemzés; https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/ (Letöltés dátuma: 2024. I. 25.)

Csapadék szélsőségek változása;

https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/csapadek_szelsosegek/ (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)

Csoma, Zs. (2018): Erdélyi ürmösök és aszúk, Rubicon 29. évf. 2. különszám, pp. 66-67

Csomor, Zs. (2022): A jövőben öntözéssel érhetjük el a borszőlő megfelelő minőségét, MezőHír-2022/09., 2022. szeptember 6.; <https://mezohir.hu/2022/09/06/agrar-ontozes-szukseges-borszolo-korabban-megszokott-minosegehez-mezogazdasag/> (Letöltés dátuma: 2023. X. 29.)

Daróczi, I. (2024): Felszín alatti csepegtető öntözés üzemi gyakorlata és eredményei, XII. MÖE Öntözéstechnikai Konferencia, workshop és kiállítás, 2024. február 13-14., Tapolca; <https://moe.hu/2024/03/10/xii-moe-konferencia-es-workshop-eloadasai/> (Letöltés dátuma: 2024. IV. 2.)

Décret n° 2006-1527 du 4 décembre 2006 relatif à l'irrigation des vignobles aptes à la production de vins à appellation d'origine; <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC067832/> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)

DoSoReMI - Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information in Hungary; <https://dosoremi.hu/> (Letöltés dátuma: 2024. IV. 2.)

Drip Irrigation Handbook – Understanding the basics, Netafim™ 2013, V 001.02 – 2015, p. 80; <https://www.netafim.com.mx/bynder/28DEA0B8-8EF1-4037-9EA133D578881E27-drip-irrigation-system-handbook.pdf> (Letöltés dátuma: 2024. II. 19.)

ECA – European Court of Auditors (2023): Special report 23/2023: Restructuring and planting vineyards in the EU – Unclear impact on competitiveness and limited environmental ambition; <https://www.eca.europa.eu/en/publications?ref=sr-2023-23>; (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)

Elmúlt hónapok időjárása – Éghajlati visszatekintő; https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_honapok_idojarasa/ (Letöltés dátuma: 2024. II. 25.)

Emelkedés – százalék vagy fok?; <https://futerer.hu/emelkedes> (Letöltés dátuma: 2024. I. 7.)

Éves és évszakos csapadékösszegek változása; https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/csapadekosszegek/ (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)

Grapevine Triangle; <https://winebusinessanalytics.com/news/article/185772/Grapevine-Triangle> (Letöltés dátuma: 2024. II. 5.)

Grattan, S. R., Oster, J. (2002): Water Quality Guidelines for Trees and Vines, Drought Tip 92-19, California Department of Water Resources - Water Conservation Office and Department of Land, Air and Water Resources University of California and USDA Drought Response Office and USDA Soil Conservation Service; <https://lawr.ucdavis.edu/cooperative-extension/irrigation/drought-tips/water-quality-guidelines-trees-and-vines> (Letöltés dátuma: 2024. II. 16.)

- Graveline, N., Grémont, M. (2021): The role of perceptions, goals and characteristics of wine growers on irrigation adoption in the context of climate change, *Agricultural Water Management* 250, 106837; <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106837> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Hayes, P., Graça, A., Fuente, M. d. l., Bois, B., Andrag, A., Savage, C., Corbett-Milward, J., Koundouras, S. (2021): Sustainable use of water in winegrape vineyards, OIV – International Organisation of Vine and Wine, 1st Edition, Paris, France, pp. 16-18, ISBN 978-2-85038-023-5, <https://www.oiv.int/public/medias/7949/2021-oiv-collective-expertise-document-sustainable-use-of-wa.pdf>; (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Hengl, T., Leal Parente, L., Krizan, J., Bonannella, C. (2020): Continental Europe Digital Terrain Model at 30 m resolution based on GEDI, ICESat-2, AW3D, GLO-30, EUDem, MERIT DEM and background layers (v0.3) [Data set], Zenodo; <https://doi.org/10.5281/zenodo.4724549> (Letöltés dátuma: 2024. I. 19.)
- Hirzel, D. R., Steenwerth, K., Parikh, S. J., Oberholster, A. (2017): Impact of winery wastewater irrigation on soil, grape and wine composition, *Agricultural Water Management* 180, pp. 178-189, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2016.10.019> (Letöltés dátuma: 2024. II. 18.)
- Irrigation in viticulture; https://en.wikipedia.org/wiki/Irrigation_in_viticulture#cite_ref-Oxford_pg_236-263_et_al_2-7 (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Johnson, H., Robinson, J. (2008): A világ boratlasza, 6. kiadás, Pécsi Direkt Kft. Alexandra Kiadója, Pécs, pp. 18, 24-27, 30-31, 52-53, 156-157, 191, ISBN 978 963 370 615 2
- Juhász, E. (2018): Beszéljünk a szennyvíztisztítás IV. fokozatáról... avagy... A fenntartható IV. fokozat szükségessége, feltételei és lehetőségei Magyarországon, *Hírsatorna* 2018/2, Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség, Budapest, pp. 7-16; <https://www.maszesz.hu/hircsatorna-header/aktualis-lapszamok> (Letöltés dátuma: 2024. II. 18.)
- Katona, J. (1978): A szőlőtermesztés helyzete és fejlesztésének kérdései Veszprém megyében, *Agrártudományi Közlemények* 37, 303-309; http://real.mtak.hu/183899/1/315_real_AGRARTUD_37.pdf (Letöltés dátuma: 2024. I. 24.)
- Kemény, G., Lámfalusi, I., Molnár, A. (szerk.) (2018): Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre, Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, ISBN 978-963-491-603-1; <http://repo.aki.gov.hu/id/eprint/3153> (Letöltés dátuma: 2023. X. 30.)
- Két érdekes ábra az európai termőterületekről; <https://vinoport.hu/tema/ket-erdekes-abra-az-europai-termoteruletekről/4184> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Közigazgatási határok; <https://data2.openstreetmap.hu/hatarok/index.php?admin=2> (Letöltés dátuma: 2024. II. 21.)
- KSH – 19.1.2.18. A szőlő termelése vármegye és régió szerint; https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0085.html (Letöltés dátuma: 2023. X. 8.)

KSH – 7.30. Legalább egyszer öntözött alapterület művelési ágak és területi egységek szerint, termelési típusonként, 2007 – Vegyes gazdaságok; https://ksh.hu/docs/hun/agraar/html/tablglk1_07_30.html?lang=hu (Letöltés dátuma: 2023. X. 8.)

KSH – 8.1.1.3. Felszínborítottság, CORINE Land Cover kategóriák szerint; https://www.ksh.hu/stadat_files/fol/hu/fol0003.html (Letöltés dátuma: 2023. X. 8.)

Lakatos, L. (2022): A hazai időjárási viszonyok és azok anomáliáinak hatásai a mezőgazdaság vízellátottságára In: Dévai, Gy., Gyulai, F., Tardy, J. (szerk.): Öntözzünk, de miből...?, Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, pp. 88-105, ISBN 978 615 5015 68 7

Ligetvári, F. (2019): A csemegeszőlő öntözése, Agroforum Online, 2019. január 26.; <https://agroforum.hu/szakcikkek/szolo-bor-szakcikkek/a-csemegeeszolo-ontozese/> (Letöltés dátuma: 2023. X. 29.)

Magyarország borvidékei;
<https://www.lidl.hu/c/magyarorszag-borvidekei/s10014323> (Letöltés: 2024. IV. 1.)

Magyarország természetföldrajza;
https://hu.wikipedia.org/wiki/Magyarorsz%C3%A1g_term%C3%A9szet%C3%B6ldrajza (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)

MBFSZ térképszervert; <https://map.mbfisz.gov.hu/> (Letöltés dátuma: 2024. I. 18.)

Melyik a legnagyobb szőlőtermelő ország a világon?; <https://vinoport.hu/tema/melyik-a-legnagyobb-szolotermelo-orszag-a-vilagon/4175> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)

Mikóczy, N. (2007): Integrált szőlőtermesztés az Ászár-Neszmélyi Borvidéken, Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Növénytudományi Intézet, Mosonmagyaróvár, pp. 42-44; http://doktori.uni-sopron.hu/id/eprint/24/1/de_3745.pdf (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)

Modellkísérletek – Klímamodellezés;
<https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/klimamodellezes/modellkiserletek/> (Letöltés dátuma: 2023. XI. 28.)

OpenGeoHub Foundation; <https://opengeohub.org/datasets/european-digital-terrain-models-eu-dtm/> (Letöltés dátuma: 2024. I. 19.)

Országos Meteorológiai Szolgálat Meteorológiai Adattára (#1) – Éghajlati adatok/Automata állomások mérési adatai/Csapadékmérő állomások napi adatai/Elmúlt évek adatai; https://odp.met.hu/climate/observations_hungary/daily_rain/historical/ (Letöltés dátuma: 2023. XI. 8.)

Országos Meteorológiai Szolgálat Meteorológiai Adattára (#2) – Éghajlati adatok/Automata állomások mérési adatai/Elmúlt évek adatai; https://odp.met.hu/climate/observations_hungary/daily/historical/ (Letöltés dátuma: 2024. II. 25.)

- Papp Ferenc földmérő honlapja; <http://pf-prg.hu/index.php> (Letöltés dátuma: 2024. III. 12.)
- Prichard, T. L. (2000): Vineyard Irrigation Systems. In: Christensen, L. P. (szerk.): Raisin Production Manual, University of California Agriculture & National Resources Communication Services, pp. 57-63, ISBN 1-879906-44-9
- Prohászka, F. (1986): Szőlő és bor, 14. kiadás, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 22-26, ISBN 963 232 288 6
- QGIS – WFS réteg használata; <https://adatterkep.com/qgis-wfs-reteg-hasznalata> (Letöltés dátuma: 2024. I. 19.)
- QGIS – WMS réteg használata; <https://adatterkep.com/qgis-wms-reteg-hasznalata> (Letöltés dátuma: 2024. I. 19.)
- QGIS projekt; <https://qgis.org/hu/site/index.html> (Letöltés dátuma: 2024. I. 17.)
- Rakonczás, N. (szerk.) (2014): Szőlőtermesztés, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 11-12, 55, 66-70, 73-77
- Ramírez, P. M., Ibáñez, J. D. I. H. (2023): Water reuse from wastewater treatment: The transition towards circular economy in the water sector, Agronomy Vol. 13., 620; <https://doi.org/10.3390/agronomy13030620> (Letöltés dátuma: 2024. II. 18.)
- Robinson, J. (2007): Irrigation now official in France; <https://www.jancisrobinson.com/articles/irrigation-now-official-in-france> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Robinson, J. (2022): Bordeaux, Burgundy – it's time to irrigate!; <https://www.jancisrobinson.com/articles/bordeaux-burgundy-its-time-irrigate> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Romero, P., Navarro, J. M., Ordaz, P. B. (2022): Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update, Agricultural Water Management 259, pp. 1-30, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107216> (Letöltés dátuma: 2024. II. 6.)
- Röghegység; <https://hu.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ghegys%C3%A9g> (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)
- Santillán, D., Sotés, V., Iglesias, A., Garrote, L. (2019): Adapting viticulture to climate change in the Mediterranean region: Evaluations accounting for spatial differences in the producers-climate interactions, BIO Web of Conferences Vol. 12, 41st World Congress of Vine and Wine, Article No. 01001; <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191201001> (Letöltés dátuma: 2023. X. 30.)
- Sharma, J. (2003): Appropriate and economical use of water in grapevine cultivation, Technical Bulletin No. 3, National Research Centre for Grapes, Indian Council of Agricultural Research, Pune – 412 307. pp. 6-9; <https://nrcgrapes.icar.gov.in/technical%20bulletins/techbul-3-appropriate-economical-water-use-grapevine.pdf> (Letöltés dátuma: 2024. II. 16.)
- Spatial data interpolation: TIN, IDW, kriging, block kriging, co-kriging.... What are the differences?; <https://www.aspexit.com/spatial-data-interpolation-tin-idw-kriging-block-kriging-co-kriging-what-are-the-differences/> (Letöltés dátuma: 2024. III. 12.)

- Stefanovits, P., Filep, Gy., Füleky, Gy. (1999): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 29-49, 323-325, ISBN 963 286 045 4
- Szabó, Sz. (2010): A CLC2000 és CLC50 adatbázisok összehasonlítása tájmetriai módszerekkel, Tájökológiai Lapok 8 (1) pp. 23-33; <https://doi.org/10.56617/tl.3953> (Letöltés dátuma: 2024. II. 12.)
- Szlávik, L., Kozák, P., Mohácsiné Simon, G., Papp, I., Gondárné Sőregi, K., Jakab, A. (2019): Vízgazdálkodás, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Budapest, p. 28, ISBN 978-963-498-161-9 (elektronikus); <https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13477/Vizgazdalkodas.pdf;jsessionid=8A4AD116F27122D18249C65C83CA29E4?sequence=1> (Letöltés dátuma: 2024. I. 28.)
- Sztanév, B. (2016): Borkedvelők kézikönyve, Alinea Kiadó, pp. 110, 115, 119, 259-265, ISBN 978-615-5669-00-2
- Térképi adatszolgáltatás – ATK TAKI; <https://www.elkh-taki.hu/hu/terkepi-adatszolgáltatatas> (Letöltés dátuma: 2024. IV. 2.)
- Todorovic, M., Caliendo, A., Albrizio, R. (2007): Irrigated agriculture and water use efficiency in Italy. In: Lamaddalena, N. (szerk.), Shatanawi, M. (szerk.), Todorovic, M. (szerk.), Bogliotti, C. (szerk.), Albrizio, R. (szerk.): Water use efficiency and water productivity: WASAMED project, Bari, CIHEAM, pp. 101-136 (OPTIONS Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n° 57); <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=800782> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- Várallyay, Gy. (2002): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai, MTA TAKI Budapest, pp. 11-13, 23-25
- Vermes, L. (szerk.) (2001): Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész- és erdőmérnök hallgatók részére, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, pp. 168-172, 270-271, 288-290, ISBN 963 356 N 334 8
- VGT3; https://teradat.vizugy.hu/vgt3_atlasz/ (Letöltés dátuma: 2024. I. 18.)
- Vineyards: number of farms and areas by agricultural size of farm (UAA) and size of vineyard area; https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ef_povine/default/bar?lang=en; (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)
- VINGIS szőlő-térinformatika; <https://vingis.hu/> (Letöltés dátuma: 2024. I. 17.)
- VIZEINK.hu – VGT Tájékoztatás; vizeink.hu (Letöltés dátuma: 2024. I. 18.)
- Wine Regions of FRANCE – Grape to Glass; <https://grape-to-glass.com/index.php/wine-regions-france/> (Letöltés dátuma: 2024. II. 11.)

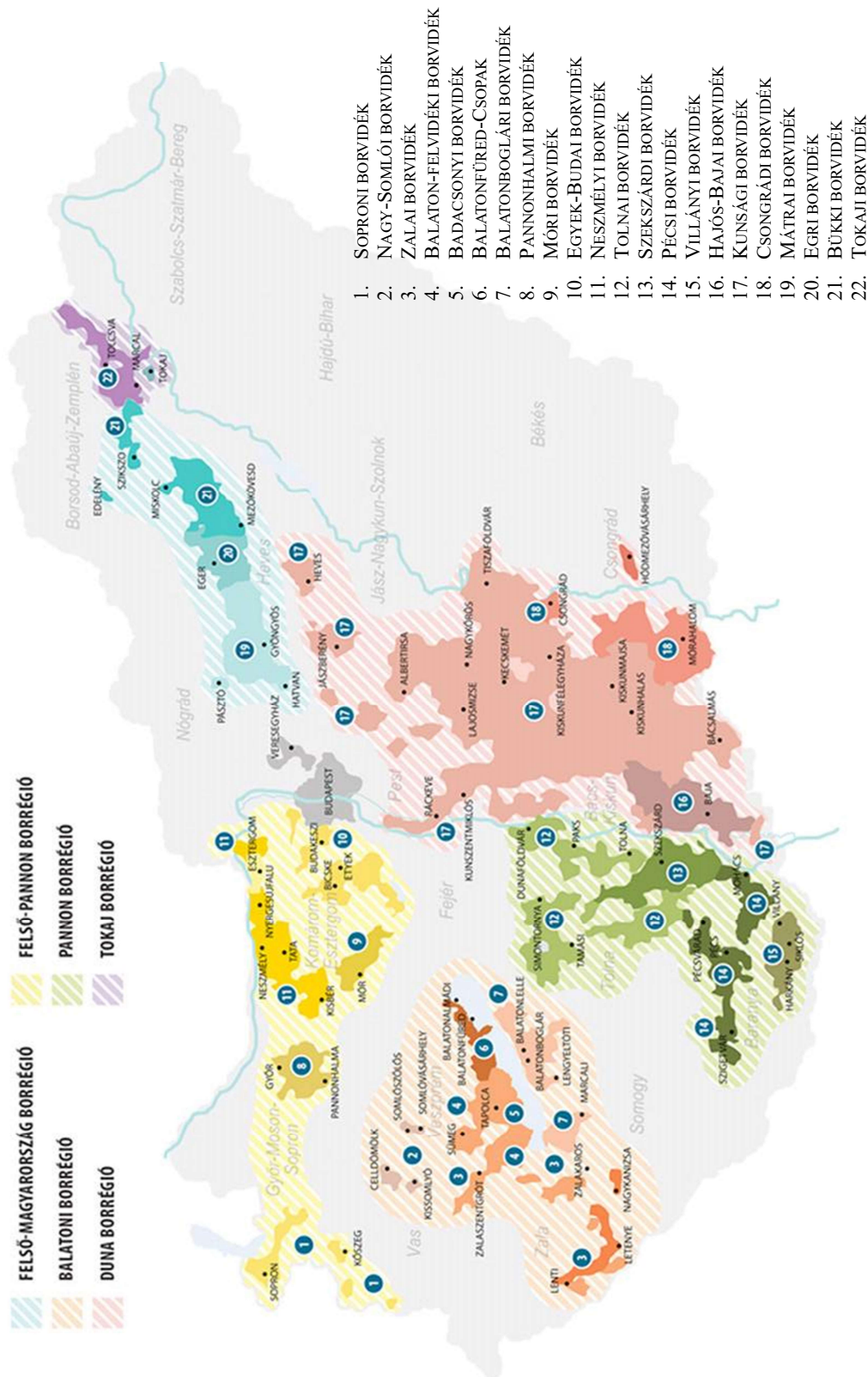
9. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. táblázat: A szőlő vízigénye az egyes fenológiai fázisokban	5
2. táblázat: A szőlőnövény öntözési idénynormája éghajlati körzetenként.....	14
3. táblázat: A szőlőnövény öntözés szempontjából fontosabb jellemzői 5 éves visszatérési valószínűséggel jellemezhető szárazság esetén, átlagos talajadottságok mellett, az I. éghajlati körzetben.....	14
4. táblázat: A CLC2018 és a CLC50 főbb műszaki paraméterei	24
5. táblázat: Szőlőterületek kiterjedése, melyek számára megfelelő mennyiségű és minőségű felszíni víz érhető el 2 km-en belül.....	42
6. táblázat: Szőlőterületek kiterjedése, melyek számára megfelelő mennyiségű és minőségű felszín alatti víz érhető el.....	45
1. ábra: Chile, 10 éves, saját gyökerű szőlő.....	4
2. ábra: A szőlő reprodukció fázisa.....	6
3. ábra: Átlagos évi csapadékösszeg az 1991-2020 közötti időszak alapján.....	7
4. ábra: A havi csapadékösszegek országos átlagai az 1991-2020 közötti időszak alapján	7
5. ábra: Az éves csapadékösszeg változásának területi eloszlása (%) a) az 1901–2020 és b) az 1981–2020 időszakokban.....	8
6. ábra: Évszakonkénti csapadékváltozás (%) az OMSZ három modellszimulációja alapján	8
7. ábra: Magyarország éghajlati körzetei öntözési normák meghatározásához	14
8. ábra: A felhasznált csapadékmérő állomások elhelyezkedése	22
9. ábra: A felhasznált hőmérsékletmérő állomások elhelyezkedése	22
10. ábra: Szőlőterületek elhelyezkedése Magyarországon a CLC50 adatbázis alapján	25
11. ábra: Jelentős különbségek vannak a CLC50, a CLC2018 és a 2023-as GoogleEarth ortofotók között.....	26
12. ábra: A VGT minőségi állapotértékelési rendszere.....	27
13. ábra: Átlagos csapadékmennyiség évszakonként 2013-2022 között	30
14. ábra: a) Éves csapadékeloszlás 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a csapadék függvényében; c) Átlagos csapadékmennyiség, évi minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között.....	31
15. ábra: a) Tavaszi (III-V. havi) csapadékeloszlás 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a tavaszi csapadék függvényében; c) Átlagos tavaszi csapadékmennyiség, minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között.....	32
16. ábra: a) Nyári (VI-VIII. havi) csapadékeloszlás 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a nyári csapadék függvényében; c) Átlagos nyári csapadékmennyiség, minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között.....	33
17. ábra: a) Őszi-téli (IX-II. havi) csapadékeloszlás 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása az őszi-téli csapadék függvényében; c) Átlagos őszi-téli csapadékmennyiség, minimum és maximum mennyiségek alakulása 2013-2022 között.....	34
18. ábra: a) A tavaszi (III-V. havi) $t_{\min} < 0$ °C-kal jellemezhető ún. fagyos napok átlagos száma 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a tavaszi $t_{\min} < 0$ °C-kal jellemezhető napok száma függvényében; c) A tavaszi $t_{\min} < 0$ °C-kal jellemezhető napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között.....	36
19. ábra: a) A tavaszi (III-V. havi) $t_{\min} \leq -3$ °C-ot elérő minimumhőmérsékletű napok átlagos száma 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a tavaszi $t_{\min} \leq -3$ °C-os minimumhőmérséklettel jellemezhető napok száma függvényében; c) A tavaszi $t_{\min} \leq -3$ °C-os minimumhőmérsékletű napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között	37
20. ábra: a) A nyári (VI-VIII. havi) $t_{\max} > 35$ °C-kal jellemezhető ún. forró napok átlagos száma 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a nyári $t_{\max} > 35$ °C-kal jellemezhető napok száma függvényében; c) A nyári $t_{\max} > 35$ °C-os maximumhőmérsékletű napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között.....	38

21. ábra: a) A nyári (VI-VIII. havi) $t_{\max} \geq 40$ °C-ot elérő maximumhőmérsékletű napok átlagos száma 2013-2022 között; b) Szőlőterületek megoszlása a nyári $t_{\max} \geq 40$ °C-os maximumhőmérséklettel jellemezhető napok száma függvényében; c) A nyári $t_{\max} \geq 40$ °C-os maximumhőmérsékletű napok darabszámának átlagos alakulása, a minimum és maximum darabszám alakulása 2013-2022 között	39
22. ábra: Vízkészletek rendelkezésre állása a szőlőterületeken	40
23. ábra: Magyarország szőlőterületei és felszíni vizei a) folyóvizek; b) állóvizek	41
24. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő vízfolyások elhelyezkedése. Pirossal jelölve azon helyek, ahol a vízfolyások közvetlenül szőlőültetvényen haladnak keresztül.....	42
25. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő vízfolyások elhelyezkedése. A piros foltok a vízfolyások 2000 m-es körzetén belül elhelyezkedő ültetvényeket jelölik.....	43
26. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő állóvizek elhelyezkedése. A piros foltok a tavak, tározók 2000 m-es körzetén belül elhelyezkedő ültetvényeket jelölik.....	43
27. ábra: Felszíni ivóvízbázis érintettsége a felszíni vízből való potenciális öntözési lehetőség fennállása esetén	44
28. ábra: Felszín alatti ivóvízbázisok hidrogeológiai „B” védőterületei és a szőlőterületek elhelyezkedése Magyarországon.....	46
29. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő sekély felszín alatti vizek elhelyezkedése	47
30. ábra: a) A talajvíztükör szintje a felszín alatt és a talajvízből öntözhetőnek talált szőlőterületek elhelyezkedése Magyarországon b) A sekély felszín alatti víztestek kiterjedése a VGT3 alapján és a belőlük öntözhető szőlőterületek elhelyezkedése	47
31. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő rétegvizek elhelyezkedése.....	48
32. ábra: A magyarországi szőlőterületek és az öntözés szempontjából mennyiségileg és minőségileg kielégítő karsztvizek elhelyezkedése	48
33. ábra: A hazai szőlőterületek öntözhetősége felszín alatti vízkészletekből.....	49
34. ábra: a) Magyarország lejtőkategóriák szerint színezett domborzata, valamint a szőlőterületek elhelyezkedése, kiemelve b) Szekszárd és c) Tokaj környékét	50
35. ábra: a) Magyarország lejtőkitettség térképe, valamint a szőlőterületek elhelyezkedése, kiemelve b) a Badacsony-környéki tanúhegyeket és c) Szekszárd környékét	51

10. MELLÉKLET

Magyarország borvidékei és borrégiói



[<http://www.magyarorszagborvidékei.hu>]

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Borbély Gábor

A Hallgató Neptun kódja: GUKBKK

A dolgozat címe: A szőlő öntözésének elméleti lehetőségei
Magyarországon

A megjelenés éve: 2024

A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak 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 tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. év április hó 18. nap

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Borbély Gábor (hallgató Neptun azonosítója: GUKBKK)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi
források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre
javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. év április hó 18. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.