

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Szarvas Dávid**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Szőlészeti és Borászati Intézet**

**Szőlész-Borász Mesterképzés levelező szak**

**Valós idejű szőlőfürttömeg mérése az ültetvényekben**

**Belső konzulens:** Dr. Varga Zsuzsanna

Egyetemi docens

**Külső konzulens:** Amanda Mader

Ripen Tech Pty Ltd

**Készítette:** Szarvas Dávid

Budapest

2024

# Tartalomjegyzék

1	Bevezetés és célkitűzés .....	2
2	Irodalmi áttekintés.....	4
2.1	Észszerű irányzatok a szőlőtermesztésben.....	4
2.1.1	A precíziós szőlőtermesztés.....	4
2.1.2	Fenntartható szőlőtermesztés .....	6
2.2	Ökológiai, környezeti kihívások a szőlőtermesztésben.....	7
2.2.1	Klímaváltozás.....	7
2.2.2	Fenntartható vízgazdálkodás .....	8
2.3	Biológiai tényezők a termésbecslés megértéséhez .....	9
2.3.1	A szőlőbogyó fejlődési szakaszai .....	9
2.3.2	A késleltetési (lag) fázis a bogyókban .....	9
2.3.3	E-L ciklus, egy Ausztráliában használt növekedési skála .....	10
2.4	A termésbecslés.....	12
2.4.1	A termésbecslés előnyei .....	12
2.4.2	A hagyományos termésbecslés hátrányai .....	13
2.4.3	A termésmennyiséget befolyásoló tényezők .....	13
2.4.4	A termésbecslést befolyásoló tényezők .....	14
2.4.5	Hozamkomponensek és a szőlő életszakaszai, amelyben meghatározhatók.....	15
2.4.6	Terméshozam változékonysága az idő és a terület függvényében (Terroir hatás).....	16
2.5	A termésbecslés előrejelzésének módszerei.....	17
2.5.1	Hagyományos.....	17
2.6	Új és egyéb termésbecslési módszerek .....	18
2.6.1	Légi úton gyűjtött pollen előrejelzés .....	18
2.6.2	Szőlőhuzalfeszesség mérés .....	19
2.6.3	Képelemzés és távérzékelés (Remote sensing) .....	20
2.6.4	Modellek .....	21
3	Anyag és módszer .....	22
3.1	Az interjúalany bemutatása .....	22
4	Eredmények és értékelésük .....	24
4.1	A készülék bemutatása egy kísérleten keresztül (Mader, Tracking continuous bunch weight measurement from veraison to harvest, 2021) .....	24
4.1.1	A kísérlet eredményei.....	26
4.1.2	A kísérlet eredményeinek megvitatása .....	30
4.1.3	A kísérlet következtetései.....	31
5	Az interjú kiértékelése.....	32

5.1 Az interjúalany háttérére vonatkozó válaszok összefoglalása.....	32
5.2 A cégre irányuló kérdések válaszainak összefoglalása .....	32
5.3 Az eszközzel kapcsolatos rész összefoglalása.....	33
5.4 A szőlőtermesztéssel kapcsolatos rész összefoglalása .....	34
5.5 A jövőre vonatkozó rész összefoglalása .....	35
6 Következtetések és javaslatok.....	36
7 Összefoglaló.....	37
8 Felhasznált irodalom.....	39
9 Mellékletek.....	42
9.1 Eredeti angol interjúvázlat, a kapott válaszokkal .....	42
9.2 Egyéb mellékletek.....	57
10 Ábrák, táblázatok és egyenletek jegyzéke.....	58

# 1 Bevezetés és célkitűzés

A szőlőtermesztésben az effektív döntéshozatal és a minőségirányítás kulcsfontosságúak a terméshozam növelése és a minőség javítása érdekében. A hagyományos módszerekhez képest a valós idejű szőlőfürt mérés lehetőséget kínál a termelők számára arra, hogy részletes és pontos adatokat szerezzenek a szőlőfürttömegéről és a szőlő állapotáról.

Ebben a dolgozatban egy interjú segítségével és már egy meglévő kísérlet adataival fogok egy új módszert és találmányt bemutatni, amelyet a szőlőfürttömegének mérésére használhatunk valós időben, akár más precíziós technológiákkal párhuzamosan, akár magában, valamint próbálok majd rávilágítani, hogy ezek hogyan járulnak hozzá a szőlőtermesztés hatékonyságának és minőségének javításához.

A szőlőültetvények létesítése és éves művelése során a fő cél az optimális minőségű és mennyiségű termés nevelése. Ez a cél azonban nem mindig az abszolút legjobb vagy legnagyobb termés elérését jelenti, hanem inkább a hosszú távú gazdaságos termesztés, a termőegyensúly és kiegyensúlyozott tőkeállomány kialakítása és fenntartása, valamint a borászati technológia igényeinek kielégítése. A termésmennyiség tervezése és becslése már a metszés előtt elkezdődik, és számos tényezőt kell figyelembe venni a folyamat során. A rügyek termékenysége, valamint a virágzás és bogyókötődés időszakában bekövetkező események mind hatással vannak a várható termés mennyiségére. Az időjárás, például az esős idő, jelentős változásokat okozhat a termésben. A termés becslése és tervezése nem csupán gazdasági szempontból fontos, hanem a betakarítás tervezése szempontjából is. Fontos összehangolni a termés ideális állapotát a feldolgozó kapacitással. Minél később végezzük el a termésbecslést (hagyományos módszerekkel), annál pontosabbak lehetnek a kalkulációk, és minél több mintát veszünk, annál pontosabb előrejelzést adhatunk. A mintavétel megbízhatóságát és szükséges elemszámát rendszeresen kell ellenőrizni és optimalizálni. A termésbecslés során figyelembe kell venni a fürtök tömegét és átlagos bogyószámát is, valamint az érés előrehaladtával várható méretüket. Az újabb kutatások és technológiai fejlesztések lehetővé teszik egyszerűbb, pontosabb és hatékonyabb módszerek kifejlesztését a termésbecslésre. A precíziós technikák és az okostelefonok térhódítása új lehetőségeket kínál a mobiltelefonnal és képelemzésen alapuló módszereknek, amelyek kevésbé pazarlóak és

könnyebben robotizálhatóak a hagyományos laboratóriumi módszerekhez képest. Összességében a termésbecslés és tervezés komplex folyamat, amely számos tényezőt és változó paramétert foglal magában. A kutatás és fejlesztés folyamatosan zajlik ezen a területen, hogy hatékonyabb és pontosabb módszereket fejlesszenek ki a szőlőtermesztés és borászat területén. (Varga & Bodor)

A témám aktualitását a folyamatos klímaváltozás támasztja alá a leginkább, valamint a környezetünk védelme és óvása arra ösztökél minket, hogy egyre inkább csökkentsük a magunk után hagyott karbonlábnyomot. Ezzel az új technológiával redukálhatjuk a kiadásainkat mind nyersanyag (víz felhasználás), mind költségek tekintetében.

Külföldi és itthoni munkáim során, sok helyen tapasztaltam, mennyire elengedhetetlen a precíz munkavégzés, a megfelelő adatok gyűjtése és feldolgozása a termés betakarítása során. Eddig két alkalommal dolgoztam Ausztráliában, és lenyűgözött, hogy mennyire élen járnak a kutatások és fejlesztések tekintetében. Az innováció náluk a gazdánál kezdődik, akik nap, mint nap tapasztalnak valós problémákat, és ezekre közösen keresik a megoldásokat. Második ott tartózkodásom alatt ismertem meg egy ilyen gondolkodású borászt, Markot, akivel együtt dolgoztunk prémium borain, majd a feleségét Amanda Madert, aki élen jár az ottani szőlészeti problémák megoldásában. Ő mutatta meg és ismertette meg velem a dolgozatom témáját, a valós idejű szőlőfürt mérést más néven: CAT-IoT bunch weight sensor (Capture Actual Time-Internet of Things sensor). Az eszköz az ő saját találmánya, mely védett és szabadalmaztatott. A Ripen Tech/CAT (Amanda Mader) hozzájárulásával készült a dolgozatom.

Célom, hogy a lehető legátfogóbban körbejárjam és bemutassam a valós idejű szőlőfürt mérést a termésbecslés módszereibe beleillesztve a precíziós szőlőtermesztés keretein belül, kitérve olyan életbevágó problémákra, mint a klímaváltozás és a fenntartható gazdálkodás. Ahogy azt említettem, a készülék hatékonyságát meglévő mérési eredményekkel fogom alátámasztani és az interjú segítségével körbejárni.

## 2 Irodalmi áttekintés

### 2.1 Észszerű irányzatok a szőlőtermesztésben

#### 2.1.1 A precíziós szőlőtermesztés

Fontos megkülönböztetni a precíziós szőlőtermesztést (precision viticulture) és a digitális szőlőtermesztést (digital viticulture) egymástól. A precíziós szőlőtermesztés esetében konkrét alkalmazásról van szó a szőlőtermesztés területén, amelyet a precíziós mezőgazdaságból vagy gazdálkodásból (precision agriculture) vezettek le, ami az 1980-as évek elejétől indult, és eredetileg az Egyesült Államokból származik, majd nemzetközi figyelmet kapott a 90-es évek elejétől. (Fuentes & Gago, 2022)

A precíziós gazdálkodást a legjobban az ISPA szervezet írja le:

„A precíziós gazdálkodás egy olyan menedzsment stratégia, amely időbeli, térbeli és egyedi - a növénytermesztéshez illetve állattenyésztéshez szükséges - adatokat gyűjt, dolgoz fel és elemez, valamint azokat egyéb információkkal egészíti ki, annak érdekében, hogy segítse a változatosságot kezelő döntéstámogatási folyamatokat, növelve ezzel az erőforrások felhasználásának hatékonyságát, a produktivitást, a minőséget, a jövedelmezőséget és a fenntarthatóságot a mezőgazdasági termelés során.” (International Society of Precision Agriculture, 2024)

Általában a precíziós mezőgazdaság a technológiai fejlesztések alkalmazásával foglalkozik a térbeli és időbeli különbségek értékelésére az adott érdeklődési területen belül. Ezeket a technológiákat különböző megközelítésekkel lehet alkalmazni, beleértve a vezeték nélküli érzékelő hálózatokat (az Internet of Things [IoT] kapcsolatán keresztül), hogy például értékeljék a talaj-növény-légszennyeződés kapcsolatrendszerét. Ezek a közeli érzékelők közvetlen kapcsolatban lehetnek a talajjal (talajnedvesség érzékelők), a növénytörzsszel (pl. nedvaram érzékelők, dendrométerek, akusztikus érzékelők), a lombkorona szintjén (például levélhőmérséklet és levélnedvesség) vagy az érdeklődési környezetben (légkör), például automatikus meteorológiai állomásokkal (AMS-ek) (Gautam & Pagay, 2020). Ezeknek a proximális és kapcsolati érzékelő technológiáknak túlnyomó része magas időbeli felbontású adatokat kínál, amelyeket többek között fel lehet használni a szőlőnövekedés, a vízállapot, az öntözési követelmények, a kártevők és betegségek észlelésének értékelésére. Ilyen a szőlőfürttömegének a mérésére szolgáló

eszköz is. Az érzékelők telepítésének helye kérdéses, mivel a vizsgálandó szőlőtőkék kiválasztásához újabb technológiákra van szükség, amelyek nélkül nem tükröződik a szőlőültetvény térbeli változékonysága. Az AMS-ek esetében az öntözés ütemezése specifikusan történik, szükségünk van arra, hogy egy referencia területre telepítsük ütemezési célok végett, vagy a szőlőültetvényen belül, közel a lombozathoz vagy a lombozatok között a mikroklímára alapozott értékelésekhez. (Fuentes & Gago, 2022) A távoli és közeli érzékelés úgy tűnik, megoldja az érzékelt adatok térbeli felbontásának ezt a problémáját, és annak ábrázolása főként az alkalmazott műszerek és platformok felbontásától függ, például műholdaktól, pilóta nélküli repülőgépektől vagy szárazföldi járművektől (UAV-k/UTV-k). (Weiss, Jacob, & Duveiller, 2020)

A digitális szőlőtermesztés esetében az információs érték mért adatokból tevődik össze, amelyeket a pontos és intelligens döntéshozatalhoz használunk fel. Ezeket az előzőleg említett technológiák bármelyikéből kinyerhetünk. (Robertson, 2020) Az információ feldolgozása történhet a mesterséges intelligencia bevonásával magas térbeli és időbeli felbontású adatokkal. Ehhez segítséget nyújt a vezeték nélküli érzékelő hálózat (IoT) más néven a már korábban említett „internet of things”, amely általában olyan helyzetekre utal, ahol a hálózati kapcsolódás és számítási képesség kiterjed a tárgyakra, érzékelőkre és mindennapi eszközökre, amelyeket általában nem tekintünk számítógépeknek, lehetővé téve, hogy minimális emberi beavatkozás mellett adatokat generáljanak, cseréljenek és felhasználjanak. (Rose, Eldridge, & Chapin, 2015)

Másrészt a precíziós szőlőtermesztés a szőlőültetvények borászati potenciáljának maximalizálására törekszik. Ez különösen igaz azokban a régiókban, ahol a végtermék magas minősége indokolja a hely specifikus gazdálkodási gyakorlatok alkalmazását annak érdekében, hogy egyszerre növeljék mind a minőséget, mind a hozamot. Az új technológiák bevezetése a szőlőültetvények kezelésének támogatására lehetővé teszi a termelés hatékonyságának és minőségének javítását, miközben csökkenti a környezeti hatást. Az információs, kommunikációs technológiák és a földrajzi tudományág gyors fejlődése hatalmas potenciált kínál a precíziós szőlőtermesztés területén megjelenő információk optimalizált megoldásainak kifejlesztéséhez. A legújabb technológiai fejlesztések lehetővé tették hasznos eszközök kidolgozását, amelyek segítenek a szőlő növekedés számos aspektusának monitorozásában és ellenőrzésében. A precíziós szőlőtermesztés így arra törekszik, hogy kihasználja a rendelkezésre álló megfigyelések



legnagyobb skáláját a szőlőültetvények térbeli változékonyságának magas felbontású leírásához, és javaslatokat nyújtson a kezelés hatékonyságának javítására a minőség, a termelés és a fenntarthatóság szempontjából. (Matese & Gennaro, 2015)

A precíziós mezőgazdasági gyakorlatok növekvő elterjedése, amely szorosan kapcsolódik a térinformatikai technológiák, a távérzékelés, a „közeli” érzékelés, a vezeték nélküli érzékelő hálózat (IoT), a pilóta nélküli légi járművek, Big Data Analitika és a mesterséges intelligencia (AI), a precíziós szőlőtermesztés speciális alkalmazását segíti elő, ahol a borágazat fontossága innovatív módszerek és technológiák fejlesztését ösztönzi a problémákkal való megbirkózás érdekében. A szőlőültetvényeken belüli heterogenitás, amely többek között a talaj- és éghajlati viszonyok, a szőlőfajták, a biotikus és abiotikus stressz hatások, a szőlőgazdálkodási gyakorlatok hatásaiból adódó nagy évközi és területi változékonyságból adódik. Azonban annak ellenére, hogy az elmúlt évek populáris kutatási témája volt, még mindig hiányoznak azok a megoldások, amelyek a megszerzett ismereteket és módszereket átadhatnák a terepen, és eszközöket adnának a szőlőtermesztők döntéseinek támogatásához. (Barriguiha, Neto, & Gil, 2021) (Antonis Tzounis, 2017) (OIV, Digital trends applied to the vine and wine sector, 2021)

### **2.1.2 Fenntartható szőlőtermesztés**

A fenntartható szőlőtermesztés fogalma az OIV szerint: "Globális stratégia a szőlőtermelési és -feldolgozási rendszerek szintjén, egyidejűleg figyelembe véve a gazdasági fenntarthatóságot az építmények és területek számára, minőségi termékek előállításával, figyelembe véve a precíziós gazdálkodás követelményeit a fenntartható szőlészeti területeken, környezeti kockázatokat, termék biztonságát és fogyasztói egészséget, valamint az örökség, történelmi, kulturális, ökológiai és tájképi szempontok értékelését." (OIV, RESOLUTION CST 1/2004, 2004)

Egy olyan egyensúlyt keres, amely összehangolja a gazdasági életképességet, társadalmi igazságosságot és környezeti fenntarthatóságot. Ez vonatkozik az egész termelési és feldolgozási láncra, a szőlőtől (borszőlő, asztali szőlő, mazsola) a szőlőlél, borok, szeszes italok és más szőlőtermékekig. (OIV, RESOLUTION OIV-CST 518-2016, 2016)

## **2.2 Ökológiai, környezeti kihívások a szőlőtermesztésben**

### **2.2.1 Klímaváltozás**

Az éghajlatváltozás az európai mezőgazdaságra számos módon hatással van. Bár néhány pozitívuma is lehet, mint például hosszabb tenyészidőszakok és kedvezőbb termesztési feltételek, az éghajlat extrém eseményei és várható növekedése további kihívások elé állítja a termelőket. Emellett globális szinten az éghajlatváltozás hatásai befolyásolhatják az európai mezőgazdaságot, például a termékek árának és minőségének alakulásában, amelyek közvetlenül befolyásolhatják az európai mezőgazdasági jövedelmet. Habár az Európai Unióban az élelmiszerbiztonság valószínűleg nem lesz probléma, az élelmiszer iránti kereslet növekedése, nyomást gyakorolhat az élelmiszerárakra a következő évtizedekben. Ezért kiemelten fontos, hogy a mezőgazdasági szektor megfelelően reagáljon az éghajlatváltozás okozta kihívásokra, és hatékonyan alkalmazkodjon az új környezeti és gazdasági feltételekhez. (European Environment Agency, 2019)

A klímaváltozás jelentős kihívásokat jelent a szőlőtermesztés számára világszerte. Az egyre gyakoribb és intenzívebb időjárási szélsőségek, mint például hóhullámok, aszályok és intenzív esőzések (IPCC, 2023), komoly hatással vannak a szőlőültetvényekre és a termés minőségére.

Az emelkedő hőmérséklet és az időjárási szélsőségek gyakran vezetnek korábbra tevődő vegetációs fázisokhoz, amelyek befolyásolják a szőlő érésidőjét és minőségét (Mader, Tracking continuous bunch weight presentation at SE Field Days, 2024). A csapadék mennyiségének változása pedig növeli a vízhiány vagy árvizek kockázatát (IPCC, 2023), amelyek jelentős károkat okozhatnak a szőlőültetvényeken.

A termésbecslés fontossága ebben a kontextusban kiemelkedő, mivel lehetővé teszi a termelők számára, hogy előre lássák a várható termést és időben reagáljanak a változó körülményekre. A pontos termésbecslés segít a termelőknek abban, hogy megfelelő intézkedéseket hozzanak a termelési folyamatokban, például a vízgazdálkodásban vagy a növényvédelemben, és kockázatkezelési stratégiákat dolgozzanak ki a termelési eredmények maximalizálása érdekében.

Összességében a termésbecslés kulcsfontosságú eszköz a szőlőtermelők számára a klímaváltozás által okozott kihívások kezelésében és a fenntartható termelés előmozdításában.

### **2.2.2 Fenntartható vízgazdálkodás**

A fenntartható vízhasználat azt jelenti, hogy biztosítjuk a megfelelő mennyiségű friss víz ellátását a jelenlegi és a jövő nemzedékek számára. (Costa & Lopes, 2023)

A fenntartható vízgazdálkodás mára már globálisan társadalmi, környezeti, ipari és üzleti elengedhetetlenné vált, és számos kormány, iparág és üzleti vállalkozás alapvető politikájának része lett. (OIV, The sustainable use of water in Winegrape vineyards, 2021)

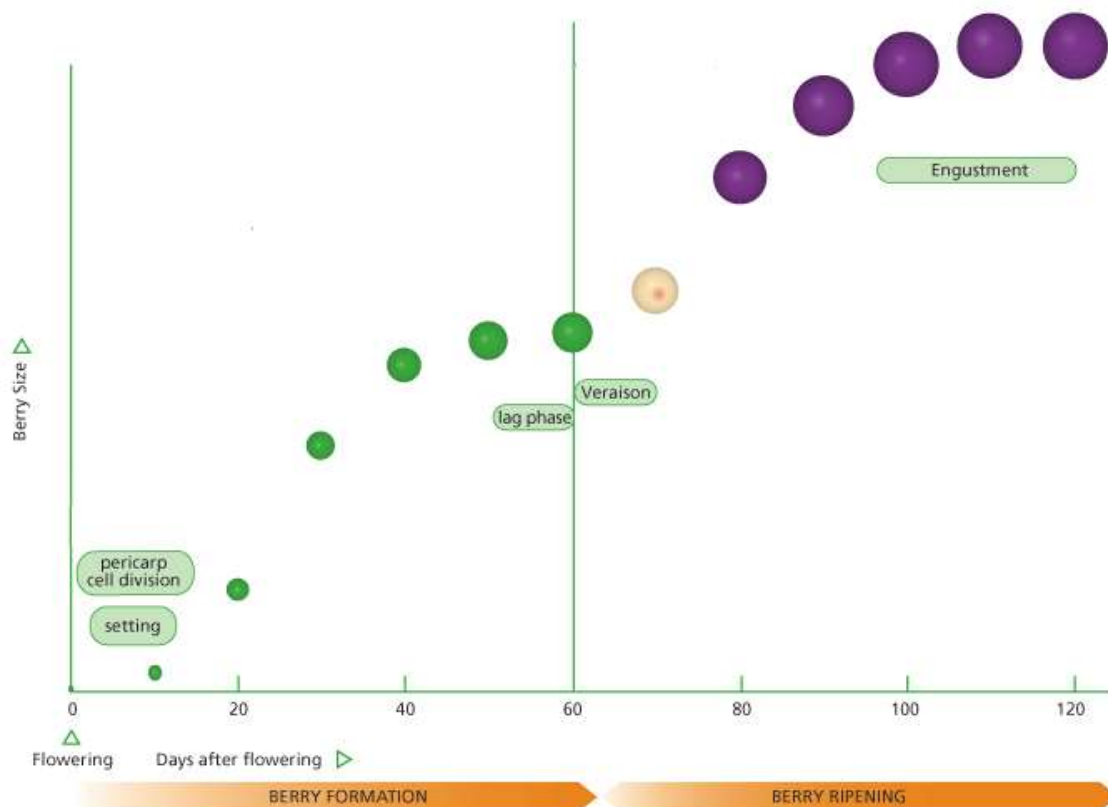
Ausztráliában egy palack borhoz 362 liter víz szükséges a szőlőtermesztés során és további 1,3 liter vizet használunk a borászati műveletek alatt. (Amienyo, Camilleri, & Azapagic, 2014) Ez a szám kimagaslóan nagy és csak a megfelelő és pontos öntözés nagyban csökkentheti, melyhez elengedhetetlen a pontos termésbecslés. A vízfelhasználási mutatók és modellek segíthetnek a gazdálkodóknak abban, hogy megértsék a víz felhasználását a gazdaságukban, és optimalizálják a vízfelhasználást agronómiai intézkedések és menedzsment alkalmazásával. (Costa & Lopes, 2023)

A szőlőültetvények számára tervezett stratégiák közé tartozik az új ültetvények esetén a fajtaválasztás és klónyűjtemények kiválasztása, beleértve a megfelelő fajtákat és alanyokat. Emellett kiemelt szerepet kap a hatékonyabb öntözési módszerek alkalmazása, ideértve a csepegtető öntözési stratégiákat, szivárgások ellenőrzését, valamint a klíma-, növény- és talajmonitoringot. A vízhasználat javított mutatóinak és adatfelvételének fejlesztése is fontos, ahogy a modellezés és előrejelzés a döntéstámogató rendszerek számára. Az oktatás, képzés és tudáscsere hatékonyságának javítása, valamint hatékony bemutatók szervezése is kiemelkedő fontosságú. A technológiák és az inputok (víz, műtrágyák, növény védőszer) optimalizált használata további vízmegtakarítást és a vízszennyezés minimalizálását célozza meg, e mellett csökken a karbon lábnyom is. (Costa & Lopes, 2023)

## 2.3 Biológiai tényezők a termésbecslés megértéséhez

### 2.3.1 A szőlőbogyó fejlődési szakaszai

Az 1. ábrán a szőlő bogyó fejlődési szakaszai láthatóak a kötődéstől az érésig. Egyszerűen jellemezve az első szakaszban a bogyók kialakulnak és kezdenek fejlődni, megtörténik a fürttisztulás, a fürtzáródás és a folyamat végén a növekedés lelassul, szünetel (késleltetési vagy lag fázis). A második szakasz a zsendüléssel (bogyóérés) kezdődik és a teljes érésig folytatódik. (Lőrincz, Sz. Nagy, & Zanathy, 2015)



1. ábra A bogyó fejlődési szakaszai (Ang, Seng, & Ge, 2017)

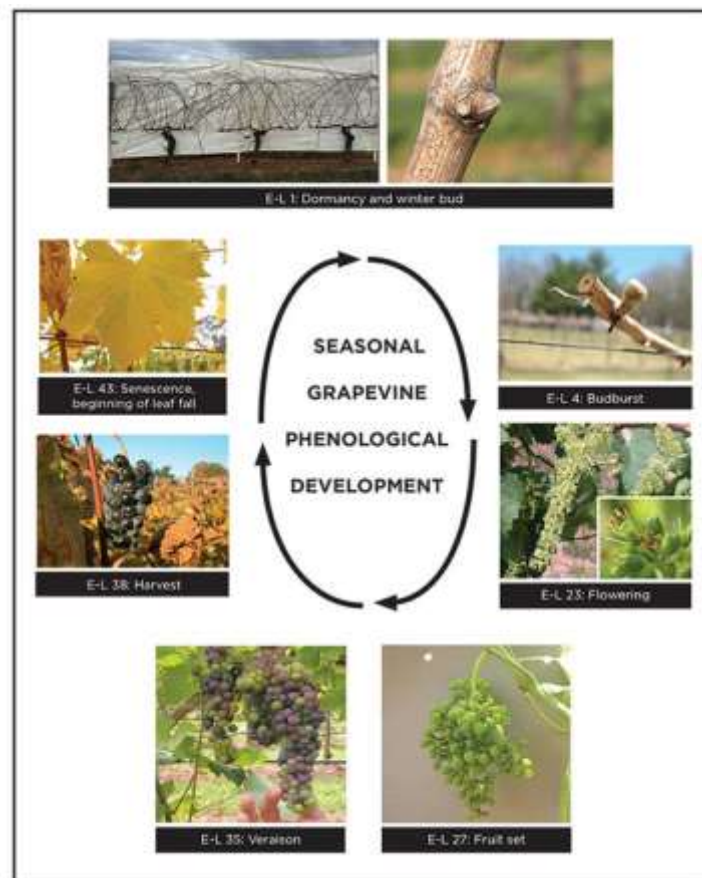
### 2.3.2 A késleltetési (lag) fázis a bogyókban

A késleltetési fázis egy olyan időszak, amikor a bogyók növekedése jelentősen lelassul vagy teljesen megáll, és közvetlenül a két gyors növekedési időszak között következik be. A késleltetett fázis közvetlenül megelőzi a zsendülést, kb. 50-60 nappal a virágzás után. (Dami & Sabbatini, Crop Estimation of Grapes, 2011) Ennek a fázisnak a hossza változhat néhány nap és néhány hét között, attól függően, hogy az éghajlat vagy a fajta, hogyan befolyásolja azt. Néhány fajtánál hosszabb lehet a késleltetési fázis, mint

másoknál. (Dami, Methods of crop estimation in grapes, 2011) Ha a bogyók vagy a fürtök tömegét az egész bogyófejlődési szakasz alatt nyomon követjük, akkor a lag fázis kezdetét (azaz, amikor a méretváltozás lelassul vagy megáll) könnyű megfigyelni és feljegyzéseket készíteni. Ez a követési módszer ajánlott, ha a késleltetési fázisban történő termésmennyiség becslése rendszeresen rögzítve van. Így az előző éves adatok alapján számításokat lehet végezni. (Komm & Moyer, 2015)

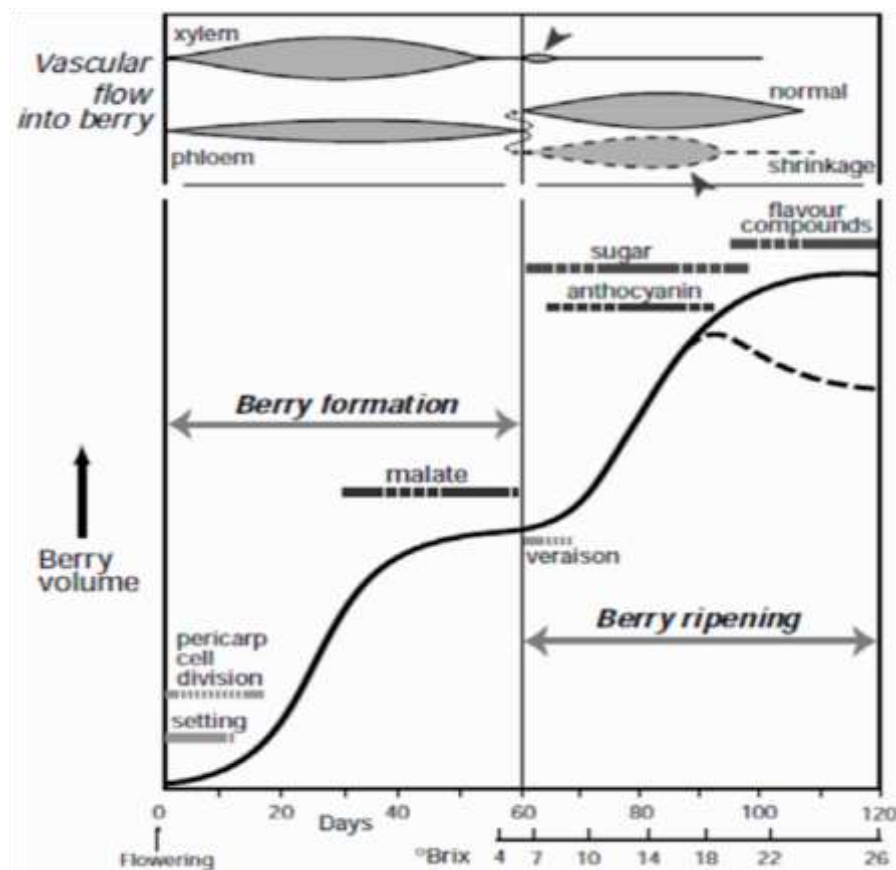
### 2.3.3 E-L ciklus, egy Ausztráliában használt növekedési skála

A növekedési időszak során a szőlőtőkék számos növekedési és fejlődési szakaszon mennek keresztül, ideértve a rügyfakadást, virágzást, zsendülést és szüretet. Az E-L (Eichhorn-Lorenz) skála csoportosítja a szőlő növekedési szakaszait, minden fő- és mellékszakaszhoz egy szám és leírás társul (2. ábra és a mellékletekben). Ez a rendszer főleg az angolszász országokban használatos. (Jarvis & Englefield, 2018)



2. ábra: EL skála főbb számai időrendben. EL1-nyugalmi időszak (Dormancy and winter bud), EL4-rügyfakadás (Budburst), EL23-Virágzás (Flowering), EL27-Kötődés (Fruit set), EL35-Zsendülés (Veraison), EL38-Szüret (Harvest), EL43-Lombhullás (Leaf fall). (Giese, Velasco-Cruz, & Leonardelli, 2020)

Ausztráliában a Barossa-völgyben a Shiraz a dominánsan ültetett fajta, és kiváló minőségű borok készülnek belőle. Az éghajlat fokozatos változásával a nyári esőzések egyre kevésbé gyakoriak és kevésbé kiszámíthatóak, míg a nyári hőmérséklet magasabb a Barossa-völgyben, és a magas hőmérsékleti rekordok egyre gyakoribbak. Ez azt eredményezte, hogy az öntözés iránti igény nőtt. A terméskötődéstől a zsendülésen át, a betakarításig tartó periódusban, a borászatok aggódnak a minőség megőrzéséért, amelyet a talaj nedvességszintje befolyásolhat a leginkább. (Mader, Tracking continuous bunch weight measurement from veraison to harvest, 2021)



3. ábra A bogyófejlődés részletezve (Coombe & Mccarthy, 2008)

A virágzás után a bogyó növekedése két különböző fázisban történik (3. ábra) (Coombe & Mccarthy, 2008), az első fázis a virágzás (EL19) és a 10% -os zsendülés (EL35) között, a második pedig a bogyók érésés, az EL35 (3. ábra) és a betakarítás között (EL38). Az első szakaszban a sejtosztódás a perikarp szövetben történik; a bogyó növekedése lassú, és a gyümölcs még mindig kemény és zöld. A zsendülés után a sejtosztódás megszűnik, és a bogyók lágyulnak és megnagyobbodnak. Az érési időszak vége felé a cukrok

felhalmozódnak, és a szőlőhájban színanyagok keletkeznek. Az érési időszak végén a bogyók összehúzódnak, mivel a gyümölcsben lévő kötőszövetek nagyrészt elzáródnak. (Tilbrook, 2010) Ebben a szakaszban a cukor koncentrációjának növekedése nagyrészt a bogyók kiszáradásának köszönhető. (Coombe & Mccarthy, 2008) Az EL35 fázistól kezdve a floémen át a cukor továbbra is áramlik a bogyóba, növelve a tömegét, amíg a gyümölcsök el nem kezdenek zsugorodni, körülbelül 91 nappal a virágzás után. Ebben a szakaszban a fűrt eléri a maximális tömegét, és az edényes szállítás korlátozott. (Coombe & Mccarthy, 2008)

## **2.4 A termésbecslés**

A hozam előrejelzése, más néven termésbecslés, az a folyamat, amely során a lehető legpontosabban próbáljuk megjósolni a betakarított termés mennyiségét. Miért szükséges a termés becslése? Nyilvánvalóan a termesztőknek tudniuk kell, hogy mekkora mennyiségű termést szüretelnek le, és hogy a szőlőtőkék túlterheltek-e vagy alulterheltek, hogy szükség van-e fűrtrikításra vagy más fitotechnikai műveletre. A borkészítőknek szintén tudniuk kell, hogy mennyi helyre van szükségük a must erjesztéséhez és a bor tárolásához. (Dami, Methods of crop estimation in grapes, 2011)

A szőlészeti és borászati szempontból a betakarítás komoly előkészületeket igényel. A várható termésmennyiség pontos előrejelzése az alapja minden további lépésnek. Ennek ismerete nélkül lehetetlen összehangolni a szüreti és feldolgozási folyamatokat. Ezért elengedhetetlen egy részletes betakarítási terv készítése, amely magában foglalja a szüreti napokra vonatkozó szedési mennyiséget, a szükséges munkaerőt, a feldolgozási sebességet és a fogadó kapacitást. A pontos termésmennyiség előrejelzést több éves átlagok vagy az adott szüreti évben elvégzett vizsgálatok alapján készítjük el. Fontos, hogy ezeket a méréseket időben végezzük el, lehetőleg olyankor, amikor már nem várható változás a termés mennyiségében. Emellett fontos, hogy legyen lehetőségünk a szüreti tervezetet szükség esetén módosítani. Ha nincsenek rendelkezésre álló sokéves adatok, több módszer is rendelkezésre áll a várható termés felbecsülésére. (Csanaki, 2019)

### **2.4.1 A termésbecslés előnyei**

A terméshozam előrejelzésnek számos előnye van. Segítségét nyújt a megtervezni a különböző szőlő munkákat, támogatja a szőlőnövény egyensúlyára vonatkozó

döntéseket, és lehetővé teszi a szüret tervezését és szervezését, beleértve a munkaerő és a berendezések koordinálását. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023) Emellett segíti a pincészet igényeinek kielégítését, beleértve az erjesztő tét, a tartályok kiosztását, a hordók és a borászati kezelőanyagok, termékek beszerzését, valamint a palackozást. A termésbecslés fontos szerepet játszik a szőlőértékesítésben is, segíti a termés árak megállapítását és a borárúkeszlet kezelését. Továbbá segíti a bor és szőlő piacát, valamint a marketingstratégiák kidolgozását. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)

#### **2.4.2 A hagyományos termésbecslés hátrányai**

A hagyományos termésbecslés módszerei manuálisak és igen időigényesek, ráadásul néhány közülük pusztító hatású is lehet a növényekre. Emellett költséges és nehézkes lehet a megvalósításuk, és gyakran alacsony pontosságot eredményeznek. A felmerült igény arra ösztönöz bennünket, hogy fejlesszünk olyan módszereket, amelyek alkalmazhatók a termés korai fázisaiban, magasabb pontossággal és költséghatékonysággal. (Lopes & Cadima, OENO One 2021, 4, 209-226 209© 2021 International Viticulture and Enology Society - IVESGrapevine bunch weight estimation using image-based features: comparing the predictive performance of number of visible berries and bunch area, 2021)

#### **2.4.3 A termésmennyiséget befolyásoló tényezők**

Már a szőlő telepítése előtt jelentősen befolyásolhatjuk a termés hozamát, ha figyelmet fordítunk a megfelelő szaporítóanyagok kiválasztására és a talaj alapos előkészítésére. Az ültetvény (támberendezés) felépítése és az alkalmazott termesztési módszerek szintén meghatározóak a termés mennyiségében és minőségében. Minden egyes növény esetében kiemelt jelentőségű megfelelő termőterület kiválasztása és a megfelelő gondozási módszerek alkalmazása. Az időben végrehajtott mezőgazdasági tevékenységek, mint például a metszés vagy a csonkázás, nagymértékben befolyásolhatják a termény mennyiségét és minőségét. A megfelelő ütemezés és tervezés nélkül azonban nehéz lesz a kívánt eredmények elérésére törekedni. (Csanaki, 2019)



#### 2.4.4 A termésbecslést befolyásoló tényezők

Az összes hozambecslés számításához közös tényezők a következők, melyet amerikai kollégák írtak össze (Komm & Moyer, 2015); ültetési sűrűség (szőlőterületek száma hektáronként), termő szőlők száma hektáronként, átlagos fürtök száma tőkénként, átlagos tömeg.

- Ültetési sűrűség: A hozam becslésének kiszámításához tudnunk kell a különböző ültetési sűrűségekre (sor- és tőtávolság) vonatkozó adatokat, amelyeket le lehet vetíteni hektáronkénti számadatokra.
- Termő tőkék száma hektáronként: A legtöbb esetben nem minden szőlő lesz produktív, néhány tőke teljesen hiányozhat. Annak érdekében, hogy megtudjuk a szőlőtőkék hektáronkénti számát, végezzünk éves számolást. Ha a hektáronkénti termő szőlőtökéket nem lehet megszámolni, akkor a teljes szőlőterület megfelelő helyettesítő, azzal a kivetéssel, hogy a becsült hozam magasabb lehet, mint a tényleges hozam.
- Átlagos fürtszám: A fürtök számlálása egy elengedhetetlen tevékenység a hozambecslésben. Minél több minta van, annál pontosabb lesz a becslés. A mintavétel azonban időt és erőfeszítést igényel, ezért olyan stratégiát kell kidolgozni, amely lehetővé teszi, hogy rövid idő alatt elegendő mintaszámot gyűjtsünk. például a minta gyűjtése során, minden 25. tőkéről szedünk az egyik oldalról, majd a másiktól. A tőkén lévő fürtök számolásakor fontos kiválasztani azokat a szőlőket, amelyek az ültetvény átlagos szőlőinek a minőségét képviselik. A beteg vagy sérült szőlők számlálása jelentősen módosítja a végső hozam becslését. Ha a szőlő nem egységes, több áthaladással, majd az átlagot figyelembe véve jelentősen pontosíthatjuk a hozam becslését.

A tőkénkénti fürtöket úgy határozhatjuk meg, hogy fizikailag megszámoljuk a számát a vegetációs időszakban (egyszer vagy többször) vagy megszorozzuk a metszés során hagyott rügyek számát (vagyis a tervezett hajtások számát). A második módszer akkor jelenthet problémát, ha az alva maradt rügyek kifakadnak és termést hoznak, vagy ha az előző tenyészidőszak hűvösebb hőmérséklete csökkenti a rügytermőképességet, de ez még lehetővé teszi a nyugalmi időszakban történő becslést. Ezenkívül a nyugalmi

időszakban a rügyek boncolhatók, és a fejlődő fürtök száma felhasználható a hajtásonkénti fürtszám becsléseként.

- **Átlagos fürt tömege:** A fürtszámlálástól eltérően a fürttömegek meghatározásához a fürtöket (általában kézzel: metszőollóval) el kell távolítani a tőkéről. Csak a fürtzónából szabad gyűjteni.

Kerülni kell a nyári oldalhajtásokon kialakuló fürtöket (másod termések). 1-3 hektárnál körülbelül 100 fürt mérése, elegendő, ha a szőlőültetvény egységes. Nagyobb blokkok (5 hektár) esetén a tipikus protokoll szerint 200–400 fürt mintavétele és lemérése javasolt. A fürtök tömege mérhető a késleltetési (lag fázis) szakaszban, vagy olyan közel a betakarításhoz, amennyire az idő engedi. Egy másik módszer szerint a fürt átlagos tömegének meghatározására az az eljárás, hogy eltávolítjuk és lemérjük az összes fürtöt egyetlen tőkéről, majd ezt a tömeget elosztjuk a mintavételezett fürtök számával. Ez a módszer csak egységes szőlőültetvényekben javasolt. A hozambecslésben tapasztalható éves ingadozás leggyakrabban a fürtszámok (70%) és tömegek (30%) kiszámítására használt különböző módszereknek tulajdonítható. Ha a hozambecslések évente nagyobb mértékben ingadoznak az elfogadható szintnél (szabvány szerint 5–15%), indokolt lehet a technikánk újraértékelése annak megállapítására, hogy hol van a legnagyobb hibaforrás. Sok esetben a nagy ingadozások, a túl kicsi mintaméret miatt vannak, és a pontosabb becsléshez több fürt összegyűjtésére lehet szükség.

## **2.4.5 Hozamkomponensek és a szőlő életszakaszai, amelyben meghatározhatók**

A termésbecslés alapvető elemei a hozamkomponensek, melyek nélkül nem végezhető számítások és nem készíthetők modellek sem. Lényegében a hozam építőkövei, amelyek felhasználhatók különböző egyenletekhez. A legtöbb módszer alapjául szolgálnak. Minél többet használunk annál pontosabb a becslés. A következő táblázatban soroltam fel őket (1. táblázat).

1. táblázat Hozamkomponensek és a szőlő életszakaszai, amelyben meghatározhatók (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)

Hozamkomponens	Életszakasz
Tőkeszám/ha (n0)	Ültetéskor
Termőalapok/tőke (n0)	Téli metszéskor
Hajtás/termőalap (n0)	Rügyfakadásnál
Virágzat/hajtás (fürtszám) (n0)	Tavasszal előző évben (rügydifferenciálódás)
Virág/virágzat (n0)	Virágzáskor
Bogyók/fürt (n0)	Terméskötődéskor
Bogyó tömege	Kötődéstől szüretig

1. egyenlet: Egyszerű termés hozam számítás (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)

Termés hozam (t/ha) = #tőkék x #termő alap x #hajtás/termőalap x #fürt/hajtást x fürt tömeg

## 2.4.6 Termés hozam változékonysága az idő és a terület függvényében (Terroir hatás)

A változékonyság lehet időbeli, regionális, helyi, tőkék közötti, fürtök közötti és ugyanannak a fürtnek a bogyói közötti. Ezáltal a termés hozam változékonysága többféle szempontból megnyilvánulhat. Az időbeli változékonyság azt jelenti, hogy az egyes időszakokban eltérő lehet a termés hozam. A regionális változékonyság különböző régiókban más és más lehet a termés hozam. Hasonlóan, a helyi változékonyság azt jelzi, hogy még ugyanabban a régióban is lehetnek eltérések a termés hozamban az adott területeken belül. A tőkék közötti változékonyság azt jelenti, hogy az egyes szőlőtőkék között különbségek lehetnek a termés hozamban. A fürtök közötti változékonyság azt jelzi, hogy azonos tőkén belül a különböző fürtökön eltérő lehet a termés hozam. Végül, ugyanannak a fürtnek a bogyói közötti változékonyság azt jelentheti, hogy azonos fürtön belül az egyes szőlőbogyók között eltérőek lehetnek. Ezek a változékonyságok fontosak lehetnek a termelők és szőlészek számára a termelés és termés hozam előrejelzése, tervezése és kezelése során. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)

## 2.5 A termésbecslés előrejelzésének módszerei

Az eddigi termésbecslési módszereket a legfrissebb adatok szerint portugál kutatók (Barriguiha, Neto, & Gil, 2021) gyűjtötték össze és osztályozták is azokat több releváns szempont szerint.

A termésbecslési módszereket tíz különböző módszertani megközelítés alapján kategorizáltuk, amelyek a közvetett becslési modellek szélesebb csoportjába tartoznak, amelyek főként dinamikus vagy termés szimulációs modellekből és adatvezérelt modellekből származnak.” Ezeket aszerint osztották fel, hogy melyek tekinthetők konkrét megközelítéseknek. A – számítógépes látáson és képfeldolgozáson alapuló adatvezérelt modellek; B – vegetációs indexeken alapuló adatvezérelt modellek; C – pollenen alapuló adatvezérelt modellek; D – termés szimulációs modellek; E – huzalfeszességen alapuló adatvezérelt modellek; F – lézeres adatfeldolgozáson alapuló adatvezérelt modellek; G – radar adatfeldolgozáson alapuló adatvezérelt modellek; H – RF adatfeldolgozáson alapuló adatvezérelt modellek; I – ultrahangos jelfeldolgozáson alapuló adatvezérelt modellek; J – egyéb adatvezérelt modellek. Minden módszertani megközelítésnél kiértékelték az évre, folyóirat-eloszlásra, adatforrásokra, tesztkörnyezetre, alkalmazhatósági skálára és a becsléshez és pontosságához használt kapcsolódó változókra vonatkozó adatokat. Ezek közül néhány módszert és fogalmat fogok bemutatni.

### 2.5.1 Hagyományos

A szőlőültetvény hozamának előrejelzésére több módszer is rendelkezésre áll, amelyek különböző időpontokban végezhetők, azonban a hosszú távú pontosság érdekében fontos, hogy ugyanazt a módszert/módszereket következetesen alkalmazzák. (Komm & Moyer, 2015) A termelőknek olyan módszert kell választaniuk, amely pontos és megvalósítható a szőlőültetvényük működése szempontjából. (Dami & Sabbatini, Crop Estimation of Grapes, 2011) A két leggyakoribb módszer a termésbecslésre a szezonális fűrtszámolás (hagyományos) vagy tömegmérés (lag fázis), a kettő történhet egyszerre, és létezik például a téli rügy boncolása alapján is módszer. A szezonális módszerek közé tartozik a hagyományos, amely a fűrtszámokat összekapcsolja a korábban mért (történelmi) fűrtmennyiségek ismeretével, és a későbbi fázis, amely a szezonális fűrtösszegeket

azokkal a szezonális fűrtmennyiségekkel egyesíti, amelyeket az elakadó bogyó növekedése során mértek. A szőlésztechnikusok gyakran kombinálják ezeket a módszereket az előrejelzés pontosságának javítása érdekében. (Komm & Moyer, 2015) Ezekon kívül még számos módszert lehet találni és rengeteg egyenlet és kalkuláció létezik.

## **2.6 Új és egyéb termésbecslési módszerek**

Összességében elmondható, hogy az alternatív módszerek a termésbecslésre, képesek túlszárnyalni a hagyományos kézi mintavételezési módszerekre vonatkozó korlátokat ugyanazzal vagy jobb pontossággal. Mindegyiknek vannak előnyei és hátrányai, de ami ennél fontosabb, az az alapvető kulcsfontosságú aspektus hiánya: az alkalmazás egy kereskedelmi szőlőültetvényben. Annak ellenére, hogy ezen a területen nagy volumenű kutatások folynak, a tényleges alkalmazás – vagyis, hogy hatékonyan helyettesítse a kézi mintavételezéses becslést - minimális. Az szőlészek számára rendelkezésre bocsátott módszereknek lehetővé kell tenniük a termés előrejelzését minél előbb, és lehetőleg minél egyszerűbbnek kell lenniük. A legjobb megközelítésnek figyelembe kell vennie a szükséges inputok rendelkezésre állását és/vagy a megfelelő térbeli felbontást (mezőgazdasági szint vagy regionális szint), a szükséges granularitást (információk a térbeli változékonyságról minden területen) és a szükséges pontosságot (például egy egyszerű okos telefon kamera használata, annak minőségvesztése ellenére sok esetben költséghatékony alternatívája lehet a hiperspektrális és multi spektrális kameráknak, LiDAR, ultrahangos és radar szenzoroknak). (Barriguinha, Neto, & Gil, 2021)

### **2.6.1 Légi úton gyűjtött pollen előrejelzés**

A szőlőültetvények termés hozamának előrejelzése és becslése több tényezőtől függ, melyeket figyelembe kell venni a prognózis pontossága érdekében. A virágzás idején a levegőben jelen lévő pollen mennyiségét meg kell becsülni, majd össze kell kapcsolni a szőlészek által jelentett szőlőtermelés mennyiségével, melyhez több évet felölelő adatokra van szükségünk. Ehhez kritikus egy optimális helyszín kiválasztása a pollenszűrő állomások és meteorológiai berendezések elhelyezéséhez a borvidék

központjában, például egy magasan fekvő templomtornyon vagy hegycsúcson. A pollenszűrő berendezések hidrofil gézanyagot használnak, melyet szilikonolajjal impregnálnak, és a virágzás idején a szélirány szerinti orientációval állítanak fel, biztosítva a hatékony pollenminta gyűjtést és az időjárási adatok pontos rögzítését a borvidék magasan fekvő pontjain. A parametrikus modellek segítségével lehetőség nyílik a pollenkibocsátás időbeli folyamatainak mérésére és a Pollen Regionális Index meghatározására, ami jelentősen hozzájárul a prognosztikai modellek pontosságához. A szűrők által rögzített pollenszemek mikroszkópos számlálásával és fizikai-kémiai elemzésével megkapjuk a pollen mennyiségét a levegőben, amelyet később összekapcsolunk a szőlőtermelési adatokkal. Az Airborne Pollen modell előnyei közé tartozik a borvidék pollen-szintjének előrejelzése, azonban hátránya, hogy nem tesz különbséget fajta, dűlők, termelő vagy szőlőtőke szerint, valamint csak a potenciális hozamot adja meg korai módszerként, figyelmen kívül hagyva más tényezőket, mint a csapadékmennyiség vagy a kártevők/betegségek jelenléte. (Cunha M., 2000) (Cunha, Abreu, Pinto, & Castro, 2003)

## **2.6.2 Szőlőhuzalfeszesség mérés**

A módszer alapja, hogy a kordonhuzal feszessége és a termés közötti kapcsolat alapján számítunk hozamot. A módszer célja a szőlő tömegének pontos és gyakori mérése a szőlő éves biológiai ciklusa során, valamint a termés hozam előrejelzése (ehhez több éves adat szükséges). A hőmérséklet, a szél, a sorok változékonysága és sok más tényező befolyásolja a működést. Kihívások állnak fenn a gyümölcs tömegének a vegetatív tömegtől való elkülönítésében, és a termés pontos előrejelzésében is. Több kutatást igényel, hogy optimalizálni tudják az érzékelőket, emellett pedig több év adataira van szükség különböző támbereendezések tesztelésének bevonásával. (Tarara, Ferguson, Blom, Pitts, & Pierce, 2004)

### 2.6.3 Képelemzés és távérzékelés (Remote sensing)

Infravörös légi fényképezés NDVI: Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) egy olyan mutató, amelyet a növényzet egészségének és vitalitásának becslésére használnak a távérzékelésben. (Lopes & Cadima, Grapevine bunch weight estimation using image-based features: comparing the predictive performance of number of visible berries and bunch area, 2021) Ez a mutató az infravörös és a vörös fény intenzitásának arányát használja fel a növényzet zöldességének mérésére. Az NDVI értékei általában -1 és +1 között mozognak, ahol a magasabb értékek jelzik a gazdagabb, egészségesebb növényzetet, míg az alacsonyabb értékek szegényebb vagy stresszes növényzetet jeleznek. Az NDVI hasznos eszköz a mezőgazdasági területek megfigyelésében, a termőföldek állapotának monitorozásában és az esetleges problémák korai azonosításában. Az infravörös légi fényképezés alkalmazása lehetővé teszi az NDVI adatok gyors és nagy területeken történő gyűjtését és elemzését. (Alvino & Marino, 2017)

Távérzékelés és képfeldolgozás: Mesterséges intelligencia alapú technológiák alkalmazása a távérzékelési adatok és képek feldolgozására a szőlőültetvények állapotának és terméshozamának előrejelzéséhez. Ezek a módszerek gyakran kombinálva kerülnek alkalmazásra a legpontosabb és legmegbízhatóbb eredmények eléréséhez. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)

A képfeldolgozás technológiája lehetővé teszi számos folyamat automatizálását. (Nuske, Achar, Bates, Narasimhan, & Singh, 2011) Egyszerű képi jeleket (például színgüszöbölést) vagy összetettebb algoritmusokat (például neurális hálózatokat) használva mindezek automatizálhatóak. A hozamkomponensek szegmentálásához alkalmazott gépi tanulás széles körben kutatott téma, és számos módszerrel végezték már. Napjainkban a képfeldolgozásban a hozam becslésének fő kihívása nem az automatikus felismerés, hanem inkább a hozamkomponensek láthatósága. (Gonçalo, 2023)

## 2.6.4 Modellek

Számítógépes szimulációk és modellezés: Számítógépes modellek és szimulációk alkalmazása a szőlőültetvények terméshozamának előrejelzésére különböző környezeti és agronómiai tényezők alapján. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)

- Történhetnek fenológiai megfigyelések alapján: a szőlőnövények különböző fejlődési fázisainak (fenofázisok) megfigyelése és modellezése alapján történő előrejelzés. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)
- Meteorológiai adatok elemzése és modellezése: Az időjárás és más környezeti tényezők (pl. hőmérséklet, csapadék, napsütés, stb.) hatásainak elemzése és modellezése a terméshozamra. Az éghajlati változókkal (amelyeket a releváns fenológiai fázisokban és/vagy időszakokban mérnek) összekapcsolt modellek lehetővé teszik az éghajlat/termés kapcsolatának jobb megértését. Ezek a modellek rendkívül változó előrejelző képességgel rendelkeznek, és nem könnyű őket extrapolálni. Nem szokták kereskedelmi termés előrejelzésére használni. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)
- Tömeges adatgyűjtés és elemzés: Nagy adatmennyiségek (Big Data) gyűjtése és elemzése a terméshozam előrejelzéséhez, beleértve a talaj- és növényadatokat, valamint a tápanyag- és vízellátást számítógép segítségével. (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023)



### **3 Anyag és módszer**

Célom az volt, hogy egy Amanda Mader (a készülék feltalálója) által végzett kutatást röviden ismertessem, majd az interjúmra kapott válaszok alapján felmérjem és kiegészítsem azt, hogy lehetőleg jobban bemutathassam a műszer működését. Kutatásomat jelentősen támogatta egy megállapodás a RipenTech céggel, amely lehetővé tette számomra, hogy az elmúlt néhány év mérési eredményeihez hozzáférve alátámasszam ennek az új termésbecslési módszernek az értékét és hasznosságát, továbbá hogy a jövőben saját kutatást végezhessenek a készülék továbbfejlesztéséhez, és segítsen annak a Magyarországon történő népszerűsítését és bejuttatását.

Az eredmények és az interjúra kapott következtetések megértéséhez elengedhetetlen az irodalmi áttekintés tanulmányozása.

#### **3.1 Az interjúalany bemutatása**

Amanda Mader közel 30 éven át dolgozott szőlészként nagy pincészeteknél és önállóan egyaránt. Egy tipikus munkanapja a permetezés és a szőlőtápanyag-ellátási programok megtervezésétől, a kártevők és a betegségek megfigyelésétől a talajmintavételig, az öntözésig bezárólag terjedt. Férjével, Markkal együtt dolgozik saját, 30 hektáros szőlőültetvényükön (Gumpara Wines) a Barossa-völgyben, ahol prémium „boutique” borokat készítenek.

A legkeményebb munka számára - amellyel mind a szőlészek, mind a termelők minden évben foglalkoznak - a termésbecslés. Ez általában a zsendüléstől a szüretig tartó éves feladat. A szőlőfürttömegmérés automatizálása érdekében Amanda sikeresen pályázott találmányával a PIRSA AgTech programra, melyet a Dél-Ausztrál kormány felügyel. Ez a finanszírozás lehetővé tette Amandának és üzleti partnerének, Mason Erkelensnek, hogy létrehozzanak egy kis céget Capture Actual Time (CAT) néven, ami mára RipenTech lett. Azóta a cég folyamatosan bővül, és folyamatosan bizonyít, nemcsak a szőlőtermesztésben, de már a különböző más gyümölcsstermesztésekben (citrusok, alma, avokádó) is.

Az interjú során öt témára koncentráltam, és próbáltam minél több információt kapni a kérdések részletességével. Az első témában Amanda Mader hátterére voltam kíváncsi, és hogy hogyan jött az ötlete. A második témában Amanda és Mason cégére koncentráltam,

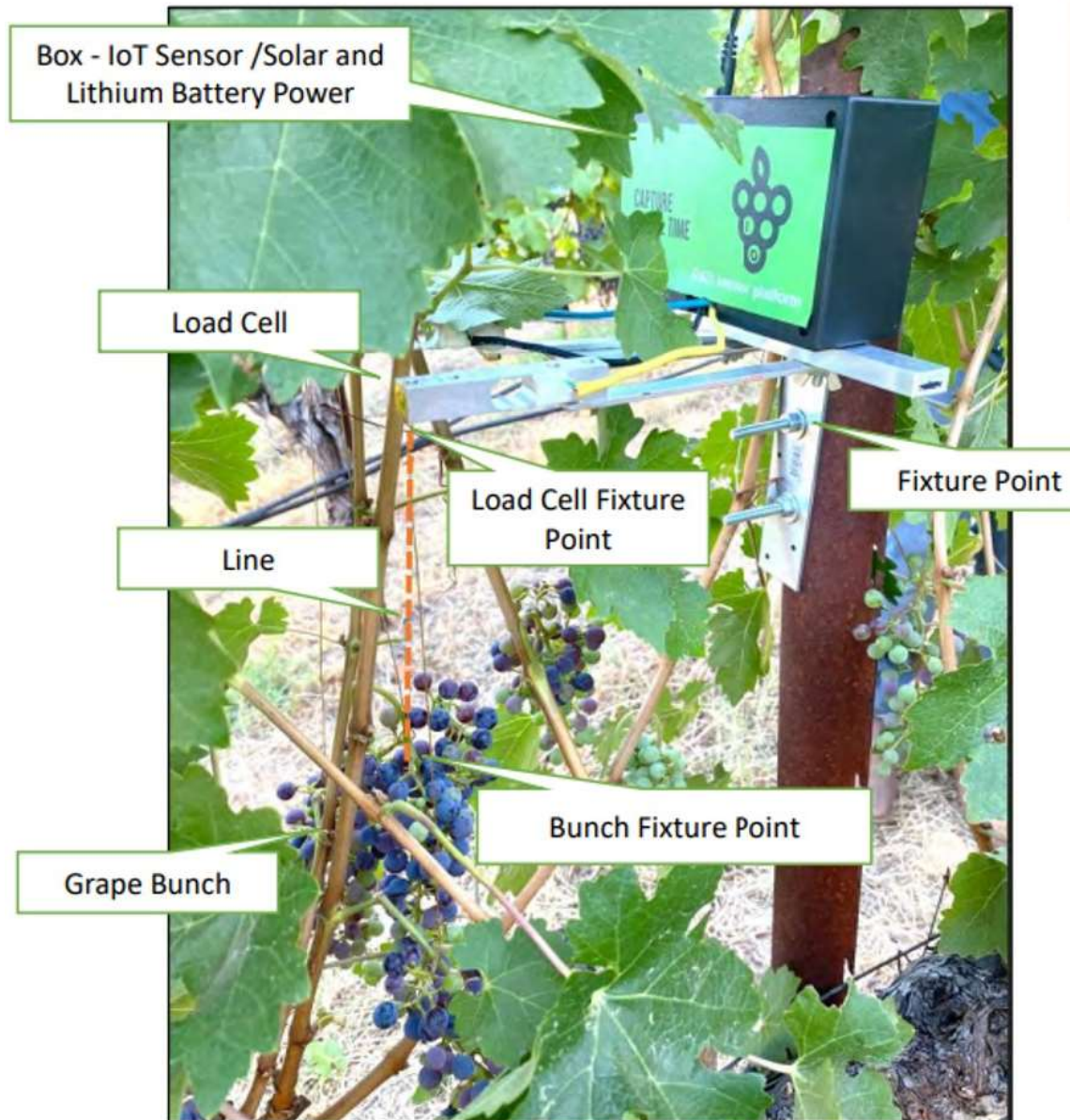
hogy megtudjam, hogyan működik, és kinek mi a feladata. A harmadik témában a találmányra koncentráltam, és annak a lehető legrészletesebb és pontosabb bemutatására. A negyedik témában a készülék szőlészeti vonatkozásaira irányítottam a kérdéseket. Az utolsó témában pedig a jövőbeni terveket kérdeztem és puhatoltam ki.

## 4 Eredmények és értékelésük

### 4.1 A készülék bemutatása egy kísérleten keresztül (Mader, Tracking continuous bunch weight measurement from veraison to harvest, 2021)

Míg a környezeti tényezők (például hó csúcsok és csapadék) és a gazdálkodás (különösen az öntözés) közötti kapcsolat, valamint a bogyók tömegének növekedése és az azt követő zsugorodás mintája nem teljesen ismert, mégis ez egy szüretkori borszőlő minőségi tényező. A bogyók súlygyarapodásának nyomon követésére hagyományosan alkalmazott manuális módszerek idő- és munkaigényesek. Ez korlátozta a kereskedelmi szőlőültetvényekben gyakorlatilag elérhető mintanagyságot. Ez a tanulmány azt a módszert írja le, amellyel a bogyó tömegét folyamatosan naplózhatjuk a zsendülés és a betakarítás között, egy mérőcella és a szőlő lombozatán belül elhelyezett folyamatos adatgyűjtő alkalmazásával.

A folyamatos szőlőfürttömeg mérő készülék egy 1 kg-os T-bar terhelési cellából, egy terhelőcellás erősítőből, SD-kártyából, a felhőszerverhez csatlakoztatott celluláris modemből és egy Telstra SIM kártyából álló prototípus, melyet az EL35 időszakban telepítettek. A mérő egy alumínium rúddal volt felszerelve, amely egy nagy teherbírású, sarok acéllal volt rögzítve. Ezután egy fürt kiválasztásra került, és egy Zenith® 7 rézszálú drótsinórral volt összekötve a fürt alapi ága a készülékkel, enyhe feszességgel. A készüléket úgy állították be, hogy félórás időközönként mutassa a fürt tömegét. Egy Tiny Tag® hőmérőt helyeztek el a fürtön, és egy külső Tiny TAG® TG 4080-at helyeztek el a fürtön kívül is, melyek óránként mutatták a hőmérsékletet (4. ábra). Az adatokat az interneten keresztül töltötték le mobiltelefonra. Az öntözések és az esőzések fel lettek jegyezve, hogy lehetővé tegyék a tömeg változásának lehetséges tényezőit.



4. ábra A valós idejű szőlőfürttömeg mérő készülék. Forrás: Amanda Mader. A képen: A dobozban lévő Iot szenzor és lítium/napelemes elem (Box-Iot Sensor/Solar and Lithium Battery Power), Erőmérő cella (Load Cell), Zsinór (Line), Szőlő fürt (Grape bunch), Erőmérő cella rögzítési pont (Load Cell Fixture Point), Fürt rögzítési pont (Bunch fixture point), Rögzítési pont (Fixture point).

Az azonos területről származó fürtökből hetente vettek mintát az EL35 szakaszban a bogyók zsugorodásáig, hogy lehetővé tegyék a folyamatos adatrögzítéssel gyűjtött adatok megalapozottságát. Minden egyes fürtgyűjtéskor a bogyókat és az egyes fürtök kocsányát külön-külön lemérték egy Weighstation® elektronikus platformú, 3 kg-os digitális mérleggel. A variációs együttható (CV) kiszámítása Dunn (2010) módszere alapján történt. A véletlenszerűen kiválasztott 100 fürt tömegét rögzítették, és a  $CV = SD/x$

képletet alkalmazták (ahol SD = standard deviation (szórás) és  $x = \text{mean}(\text{átlag})$ ). Adott a 15%-os nominális potenciálhiba (PE) és a tényező (t) 2, a 45-ös mintanagyságot (n) a  $t^2 \times (CV)^2 / (PE)^2$  képlet szerint határozták meg. A bogyók zsugorodásának első jeleinél a vizsgált fűrtöt leszedték és lemérték. Egy másik, hasonló tömegűnek ítélt fűrtöt kiválasztottak, hogy a fűrt tömegét a bogyók zsugorodása első jeleitől a betakarításig rögzítsék (az előző helyére) egy Irrimax Live® folyamatos talajnedvesség mérő kapacitásszondával a szomszédos szőlőtőkénél. Az összes oldott szilárd anyagot (TDS) Anton Parr DMA35 sűrűségmérővel mérték, °Baume-ban (°Be) kifejezve, majd °Brix-re konvertálták. Ezalatt az időszak alatt feljegyezték a rutinszerűen mintavételezett gyümölcs TDS-ét. A mérési időszakban a csapadékot helyben, a szőlőben elhelyezett csapadékmérővel rögzítették.

#### 4.1.1 A kísérlet eredményei

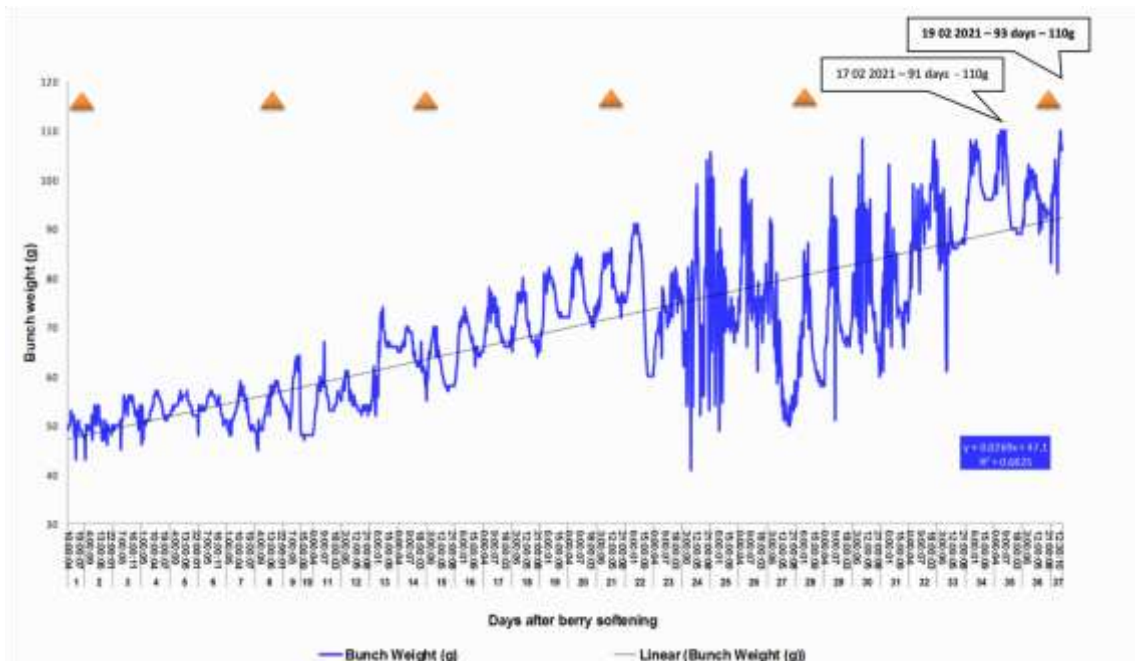
A fűrtök átlagos tömegét, a bogyónkénti bogyó tömegeket és a kocsány tömegeket hetente nézték, az EL35 periódustól a bogyó zsugorodás első jeléig (2. táblázat).

2. táblázat: Fűrt, bogyó és kocsány tömegei reprezentációs mintavétellel. Az átlagos bogyó tömeg és az átlagos kocsány tömeg az átlagos fűrt tömeg százaléka szerint.

Dátum	Eltelt napok száma bogyópuhulástól	EL növekedési skála	Minta nagyság (n)	Átlagos fűrt tömeg (g)	Átlagos bogyó tömeg (%)	Átlagos kocsány tömeg (%)
2021/01/13	0	EL35	45	55,9	88	12
2021/01/21	8	EL35	45	67,8	91	9
2021/01/28	15	EL35	45	71,2	92	8
2021/02/04	22	EL35	45	93,7	86	14
2021/02/11	29	EL36	45	112,9	93	7
2021/02/19	37	EL36	45	96,3	94	6
Átlag (x)				83	90,7	9,3
Szórás (SD)				21,4	3,1	3,1

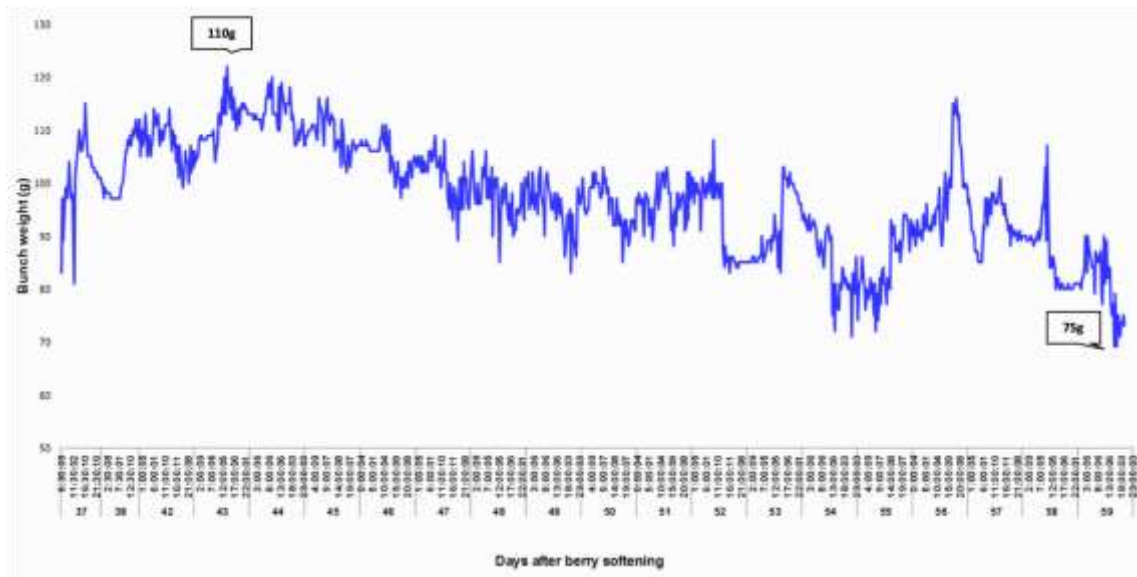
Az átlagos fürttömeg (g) 55,9 g-ról emelkedett, és február 11-én érte el a maximumot 112,9 g-ra, majd 2021. február 19-én 96,3 g-ra csökkent. Míg a bogyó tömege a fürttömeg százalékában nem változott lényegesen az idő múlásával ( $90,7\% \pm 3,1$ ), a bogyó tömege a fürttömeg százalékában kifejezve változókéonyabb volt ( $9,3\% \pm 3,1$ ). A bogyók zsugorodása első jeleit 2021. február 19-én észlelték, amikor a TDS  $21^\circ$  Brix ( $11,7^\circ$  Be) volt.

A fürt tömege 50 g-ról 110 g-ra emelkedett, amelyet folyamatos adatrögzítéssel rögzítettek az EL35-től a 29. napig a bogyó puhulás után (5. ábra). A fürt tömege 108 g volt, amikor a bogyók zsugorodása kezdetén eltávolították a készüléket. A narancssárga háromszögek a csoportos (referencia) mintavételezési dátumokat jelzik, lehetővé téve a fürtök tömegének valóságosságát.



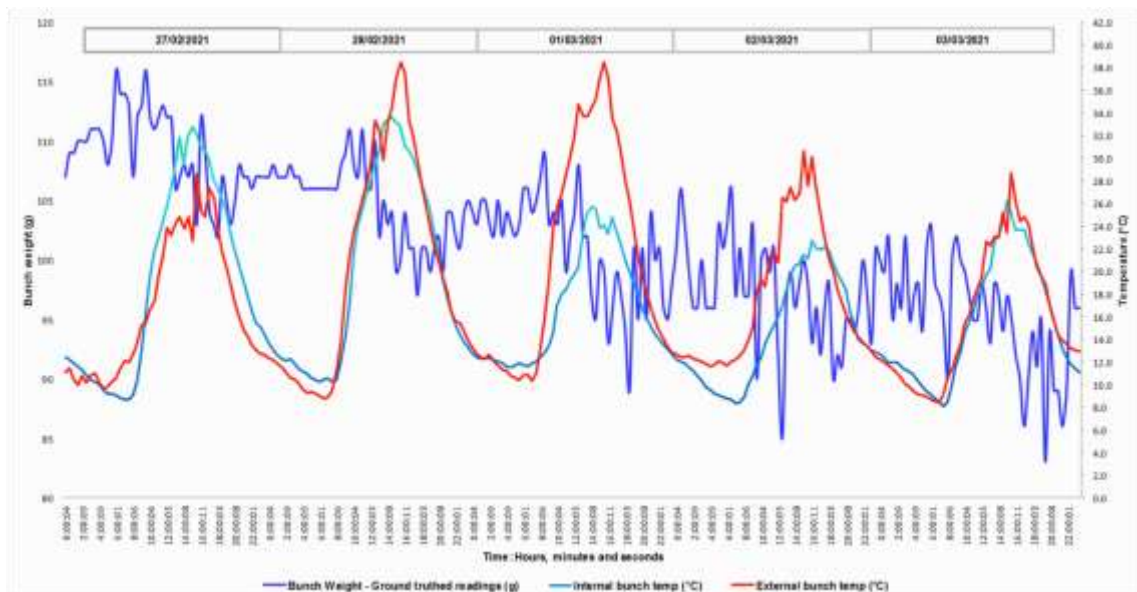
5. ábra a szőlőfürt folyamatos mérése (g) az EL35 fázistól a bogyó zsugorodás kezdetéig (1-37nap eltelt a zsendüléstől)

A fürt tömege a 91. és 93. nap között érte el a csúcst, amikor a bogyók zsugorodása megindult. A fürt tömege ezt követően 110 g-ról 75 g-ra csökkent (6. ábra).



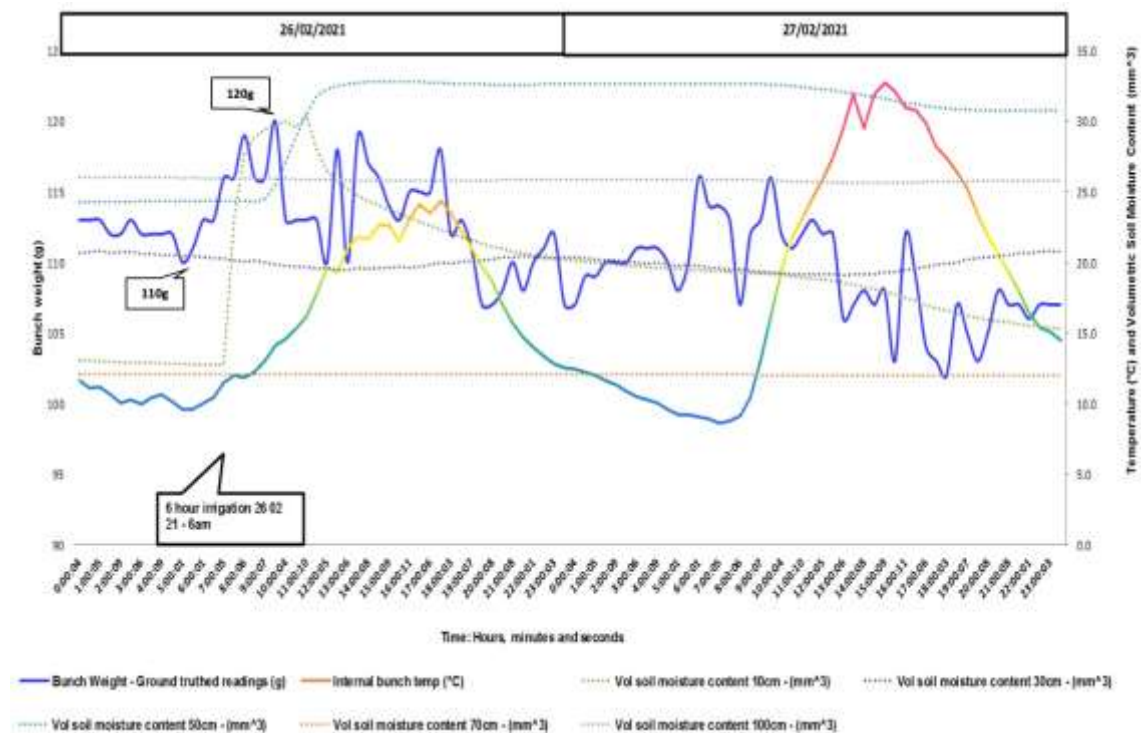
6. ábra a szőlőfürt folyamatos mérése (g) az EL35 fázistól a szüretig (37-59 nap eltelt a zsendüléstől)

Az öt napos extrém hőség alatti fürttömegek alaposabb vizsgálatok a folyamatos adatrögzítéssel dokemuntált fürttömegek naponta változtak, a maximális tömeg a napi minimumhőmérsékleten lett mérve, a legalacsonyabb pedig a napi maximumokon volt mérve. 2021. február 28. és március 2. között a fürt belső hőmérséklet  $5^{\circ}\text{C}$ - $10^{\circ}\text{C}$ -al volt alacsonyabb, mint a külső hőmérséklet. A hőmérsékleti különbségek kisebbek voltak, amikor a napi maximumok  $30^{\circ}\text{C}$  alatt voltak 2021. február 27-én és március 3-án (7. ábra).



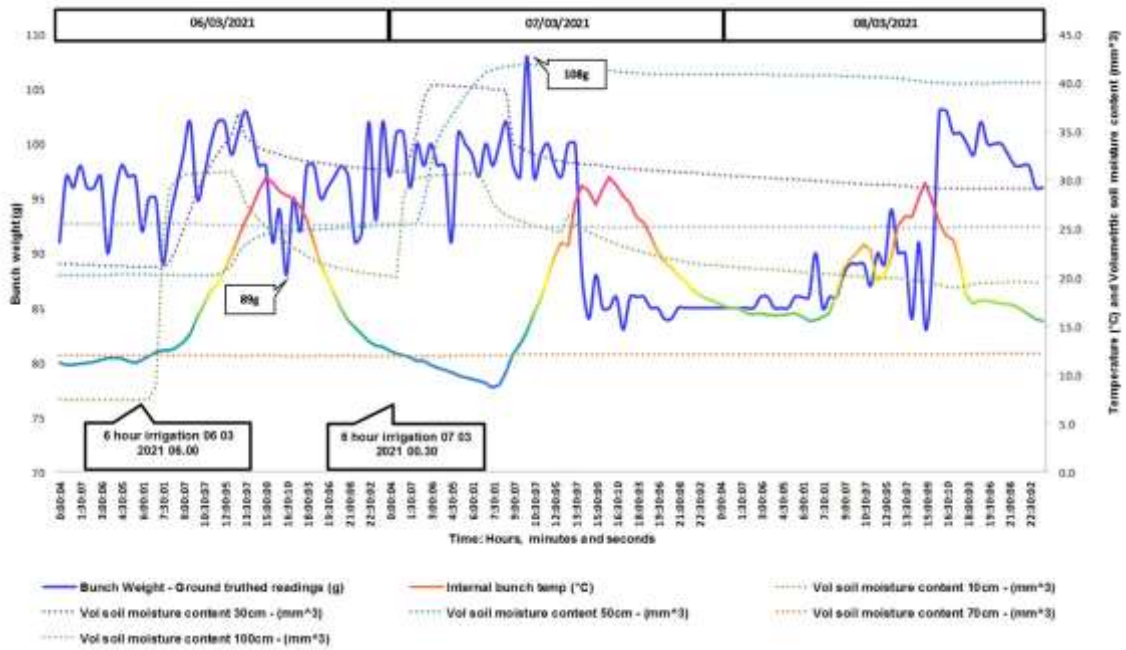
7. ábra A napi szőlőfürttömeg reakció a hőmérsékletre és a különbségek a belsőleg és külsőleg mért hőmérsékletek között ( $C_0$ ).

A csapadék és az alkalmazott öntözés egyaránt befolyásolta a fürt tömegét. A fürt tömege 10 grammal nőtt 24 literes öntözést követően (8. ábra), és 19 grammal két egymást követő 24 literes öntözés után, de 12 óra alatt visszaesett az öntözés előtti tömegre. Az öntözés alkalmazása mindkét esetben mérhetően 50 cm-re növelte a talaj nedvességtartalmát (9. ábra). A fürt tömege 30 grammal nőtt a 7 mm-es csapadék hatására, miközben a talajnedvességre elhanyagolható hatást gyakorolt. A fürt súlya 17 óra alatt a csapadék előtti súlyra (86 g) esett (10. ábra).

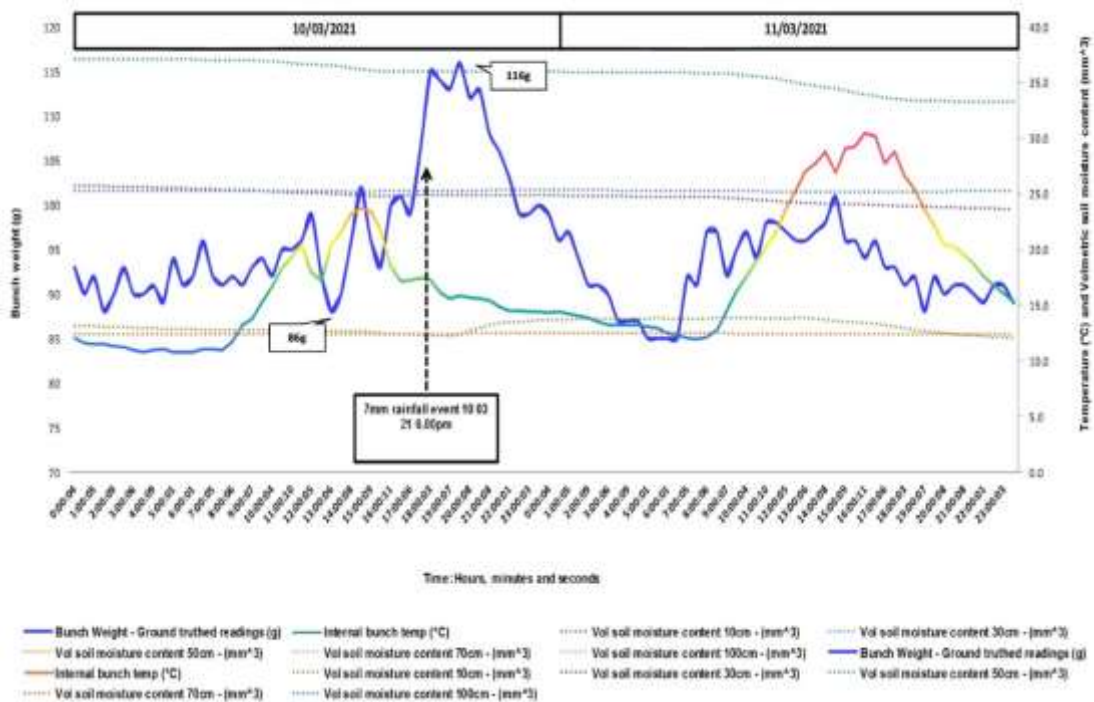


8. ábra Szőlőfürttömeg reakció egy 6 órán át tartó öntözésre 2021 Február 26-án.





9. ábra Szőlőfürttömeg reakció egy osztott 12 órás öntözésre 2021 Március 7-én.



10. ábra Szőlőfürttömeg reakció esőzésre.

#### 4.1.2 A kísérlet eredményeinek megvitatása

A hozambecslés gyakran megbízhatatlan, továbbá az adatok gyűjtése költséges, mivel rendkívül idő- és munkaigényes. Noha csak egy darab folyamatos adatgyűjtő készüléket

alkalmaztak, szoros egyezés mutatkozott az összegyűjtött adatok és az EL35 szakasztól a bogyók zsugorodásának megjelenéséig hagyományos mintavételezéssel meghatározott fürttömegek között. Bár további vizsgálatokra van szükség, lehetséges, hogy ennek a módszernek a használata megbízhatóbb hozambecslést fog lehetővé tenni, és lehetőség nyílik az előrejelzések pontosítására, mivel a feltételek a terméskötődéstől a betakarításig folyamatosan változnak.

A klímaváltozás végett elengedhetetlen az öntözés ütemezésének finomhangolása, a vízkészletek hatékonyabb kezelése érdekében, az érés során fellépő hóhullámok intenzitásának és gyakoriságának növekedése mellett. Folyamatos adatrögzítéssel a fürttömegekről, a környezeti és a fürtön belüli hőmérséklettel, a talajnedvesség és a napi csapadék mennyiséggel kombinálva lehetővé vált az időjárási események, a napi hőmérséklet-ingadozás és az öntözés hatásainak megfigyelése. Ezáltal az öntözés pontosabb elvégzése is.

A csapadék hatása és az öntözés alkalmazása között eltérések lehetnek. A bogyók zsugorodása és a betakarítás közötti időszakban a csapadék nagyobb hatást gyakorolt a fürttömeg növekedésére, mint az alkalmazott öntözésnél. Habár esőzés esetén a csapadék hatása a fürt tömegére átmenetinek tűnt. Az itt megfigyelt hatást alátámasztó további adatok rendkívül értékesek lehetnek mind a szőlőtermesztők, mind a borászok számára, akik meg akarják őrizni tőkéik egészséges állapotát és a fürtök épségét szélsőséges hőség idején is.

### **4.1.3 A kísérlet következtetései**

Lehetőség van a terheléscella technológia hasznosítása során, a talajnedvesség-ellenőrzés folyamatos adatrögzítésével és az időjárás-előrejelzések fokozott figyelésével párosulva a termésbecslés pontosságának javítására, a hazai és globális kereslet és kínálat hozamtrend-feltérképezésére, az öntözés-gazdálkodásra, a vízfelhasználás hatékonyságának elősegítésére, valamint az optimális betakarítási időpont kiválasztására. Továbbá lényeges az a megfigyelésem, hogy a szüret levezénylését mindenképpen 1 nappal az esőzések utánra kell időzíteni, ha minőségi bortermelés a célunk, mivel a csapadék utáni nedvesség ez alatt az idő alatt teljes mértékben távozik a bogyókból.

## **5 Az interjú kiértékelése**

Az interjú és a kapott válaszok, megtalálhatóak a diplomamunka melléklet részében eredeti angol nyelven. A továbbiakban az 5 kérdés csoport rövid összefoglalását lehet majd olvasni.

### **5.1 Az interjúalany háttérére vonatkozó válaszok összefoglalása**

Ebből a válaszsorozatból kiderül, hogy az interjúalany 30 éves borászati múlttal rendelkezik, és mindig is a szőlészet technikai vonatkozásaira fókuszált.

Több tényező is motiválta őt a pályája során: A hozambecslés pontosságának javítása a tényleges terméshozam  $\pm 10\%$ -án belül tartása, az Ausztráliában jelenleg érvényes  $\pm 30\%$ -os iparági szabványhoz képest és munkatakarékos módszerek alkalmazása az adatgyűjtéshez, idő- és költséghatékonyság érdekében. A gyümölcspazarlás (mintavételezések) megelőzése, mivel ha nagy a variabilitás az ültetvényekben, akkor még több mintára van szükség (ezáltal kevesebb a termés). A terméshozam és az érési görbék szezonális változásainak megértése, beleértve a hóhullámok, a hideg időszakok és az esőzések hatását. Valós idejű gyümölcsmérési technológia kifejlesztése a szőlő tömegesökkenésének nyomon követésére, szárazság (aszály), csapadék vagy öntözés hatása alatt. Továbbá a kihívásokkal teli Dél-Ausztrál régióban a szőlészek munkájának könnyítése.

Az is kiderül, hogy valós idejű szőlőfürttömeg mérő ötlete a Yalumba borászat 2007-ben meghirdetett pályázata alatt, saját kísérletéből származik, melynek célja a termésbecslési technikák javítása volt. Az interjúalany lényegében megismételt egy, EJ Gallo munkájához hasonló kísérletet, amely magában foglalta a szőlőhuzal-feszességének folyamatos mérését, hogy előrejelezze a hozamot terheléscella-technológiával és adatrögzítővel. Innen indult el és fejlesztette tovább az ötletét, melyet azóta hivatalosan szabadalmaztatott. Ötletét szeretné bővíteni új találmányokkal a jövőben.

### **5.2 A cégre irányuló kérdések válaszainak összefoglalása**

Az interjúalany cége, a RipenTech egy Ausztráliában bejegyzett vállalkozás, mely jelenleg átmeneti fázisban van. Ez azt jelenti, hogy folyamatosan zajlanak a kísérletek

azért, hogy minél előbb piacra dobhassa a találmányt. Lényegében, mérőcellákat biztosít az új technológiákra nyitott szőlészetek és gyümölcsösök számára, akik folyamatosan új adatokkal szolgálnak, ami segít a készülék pontosításában és kidolgozásában, ezáltal egyre közelebb kerül a célja eléréséhez, mely nem más, mint a kereskedelmi forgalomba kerülés. Ehhez partnereket keresnek, és arra gondolt, hogy lehetnék én az európai összekötőjük.

Amanda (interjúalany) feladata a készülékek telepítése, a promóciója és a partnerekkel való kapcsolattartás, míg munkatársa, Mason megtervezi és elkészíti a valós idejű tömegmérőket, valamint olyan technikai szempontokat kezel, mint az alkalmazások beállítása és fejlesztése. Mindketten rész munkaidőben dolgoznak a projekten, de tervezik a termelés kibővítését.

### **5.3 Az eszközzel kapcsolatos rész összefoglalása**

Az interjúalany megvitatta az eszköz költségeit, gyártási folyamatát, funkcionalitását, karbantartását, kalibrálását és a fejlesztés jelenlegi szakaszát.

Költségek és gyártás tekintetében, a készülékeket mostanra offshore gyártják Amerikában. Korábban munkatársával közösen készítették őket. A mérő árát még nem határozták meg.

Funkcionalitása szerint ez egy IoT-eszköz (valós időben méri a tömeget). Terheléscella technológiát használ, és adatokat továbbít az interneten keresztül. Működéséhez internetkapcsolat szükséges, és napelemekkel és lítium akkumulátorokkal működtethető. Az interjúalany a készüléket más platformokkal, például talajnedvesség-ellenőrző rendszerekkel és öntözőszoftverekkel is integrálni tervezi.

Karbantartása és kalibrálása nem igényes. A készülékek eddig nem igényeltek magasfokú karbantartást, a kopó vagy elromlott alkatrészeket cserélik szükség szerint. A készülékek előzetesen kalibrálva vannak (4 havonta kell), plusz egy próbamintavételezett átlagtömeg alapján zsendüléskor (felhelyezéskor) be kell állítani a paramétereket.

Problémát akkor tapasztalt, amikor nagyobb szél volt, mivel zaj lesz az adatokban (ezt próbálta orvosolni, szélcsendes részre való telepítéssel vagy zajcsökkentő alkalmazással), és amikor lombfúvó (levelező) berendezésekkel haladtak át az ültetvényekben, de emiatt a tartósság érdekében újratervezték a burkolatot.

Egy másik probléma lehet, ha a napelemek nem töltődnek fel, ezért most úgy állították be a készüléket, hogy óránként mérjen, aztán kikapcsol, hogy energiát spóroljon meg. Ezt a funkciót bárhogya tudja variálni.

Alkalmazás: Az interjúalany azt javasolja, hogy körülbelül két héttel a szőlő zsendülése előtt telepítsék az eszközt.

Adatkezelés és -elemzés: Folyamatosan figyelik az adatokat, rögzítik a napi változásokat, a csapadékot, az öntözés felvételét és a környezeti hőmérsékletet.

Az adatokat a Thingspeak nevű alkalmazásra továbbítják, és az interjúalany azt tervezi, hogy integrálja azokat más meglévő platformokkal. Az adatokat a fűrtszám, a tőkeszám és az átlagos fűrttömeg mérésével számítja ki a kapott értékekből.

Az eszközöket viszonylag egyszerűen fel lehet szerelni a szőlőültetvények oszlopaira, lehet használni más növényekhez, például almához, avokádóhoz és citrusfélékhez is, ahol lehet szükséges külön tartó állványra helyezni.

Jövőbeli tervek: Az interjúalany azt tervezi, hogy hamarosan kereskedelmi forgalomba hozza az eszközt. Céljuk, hogy az eszközt integrálják más precíziós berendezésekkel és technológiákkal, mint például a proximális érzékelés és a képelemzés a jobb hozam-előrejelzés érdekében. Az is lehetséges, hogy az eszköz alkalmazását a gyümölcskultúrákon túlmenően kiterjesszék más növényekre is.

## **5.4 A szőlőtermesztéssel kapcsolatos rész összefoglalása**

Ebben a részben az interjúalany azt tárgyalja, hogyan használják eszközüket a szőlőültetvényekben, beleértve a helyek kiválasztását, a szükséges eszközök számát, a különböző szőlőfajták szempontjait, valamint a különféle támbereendezéseken való alkalmazását.

Eszközelhelyezés: A hektáronként szükséges eszközök száma a szőlő növekedési erélyétől és a talaj típusától is függ. Általában szőlőtáblánként egy mérőberendezést elegendő kihelyezni, ha homogén a terület. Az eszközöket a szőlőtermesztők információigénye alapján telepítik, és a szőlőterület átlagos fűrttömegéhez igazítják a mérőhuzalt indításkor. A mérendő fűrtöket a lombozatban több helyről is kiválaszthatja, lehetőség van a felső és az alsó részből akár egyszerre 2 fűrt csatlakoztatására is (ennél többet nem bír el a készülék). A fűrt súlyának bármilyen változása problémákat jelezhet, mint a perenoszpóra vagy a madárcsipkedés. Akárcsak a háló kihelyezése, mely interferenciát okoz.

Fajtakülönbségek: A fajták eltérően reagálhatnak a környezeti tényezőkre, amint azt a Cabernet Sauvignon példája mutatja, hogy hőhullám alatt megőrzi a fűrt a tömegét, miközben Shiraznál zsugorodást tapasztaltak.

Az eszközt különböző támbereendezéseken (fa, fém és műanyag oszlopos) és művelési módokon már sikeresen alkalmazták (egy huzalos Ausztrál bokros, VSP kordon, goblet, „T támaszos”)

Adathasznosítás: A bortermelők a kapott adatok segítségével valós időben követhetik nyomon a termés érését, finomíthatják az öntözési gyakorlatokat, és optimalizálhatják a betakarítási dátumokat a hozam és a minőség érdekében. Az eszköz a fitotechnikai gyakorlatokban is segítségére lehet.

Integráció más technológiákkal: Az interjúalany azt tervezi, hogy az eszközt más technológiákkal is integrálja, például a VPD monitorozásával, hogy tovább finomítsa az öntözési gyakorlatokat.

További adatok: A talaj nedvességének, hőmérsékletének és csapadéknak további adatait időjárásállomásokról, talajnedvesség-monitorozó eszközökről és regionális időjárás-adathalmazokból nyerik. Ez adatok integrációja jelenleg manuálisan történik, de tervek vannak a valós idejű integrációra a jövőben.

## **5.5 A jövőre vonatkozó rész összefoglalása**

Az interjú ezen részében a hangsúly az eszköz potenciális hozzájárulásán van a karbonlábnyom csökkentésében és az éghajlatváltozás kezelésében, valamint az interjúalany az eszközzel kapcsolatos jövőbeli reményeire és terveire.

A karbonlábnyom csökkentése érdekében az eszköz többféle módszert kínál: Az öntözési gyakorlatok finomításával az eszköz segít megőrizni a vizet, amely értékes erőforrás (víztakarékosság).

Az öntözőszivattyú teljesítményének és költségének optimalizálása hozzájárul az energiafogyasztás csökkentéséhez (energiamegtakarítás).

A hozambecslések javíthatják a pincészetek termelési logisztikáját, potenciálisan energiát, munkát, időt és pénzt takaríthatnak meg hosszú távon.

A szőlőültetvény-gazdálkodási gyakorlatok átvétele, mint például a talajművelés helyett a szalmamulcsoszásra való átállás, a szőlő éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességének növelése, a hozam fenntartása, valamint a víz- és öntözési üzemeltetési költségek csökkentése érdekében.

Az interjúalany reményei és tervei az eszközzel kapcsolatban a következők: Befektetőket keresnek a termelés felgyorsítására és az eszköz globális piacra vitelére mind a borszőlő, mind a kertészet területén. Az eszköz finomításának és fejlesztésének folytatása, hogy tovább fokozza a fenntarthatóságra és hatékonyságra gyakorolt hatását a szőlőtermesztésben és azon túl is.

## **6 Következtetések és javaslatok**

A termésbecslés fontossága számos területen megnyilvánul a mezőgazdaságban. Először is, a termelési tervezés során pontos becslésre van szükség a termelési folyamatok hatékony tervezéséhez és erőforrások optimalizálásához. Másodsor, a készletezés és tárolás terén a termésbecslés elősegíti a megfelelő készletek előrejelzését és a megfelelő tárolási intézkedések meghozatalát. Harmadszor, a piaci előrejelzések segítenek a termelőknek időben reagálni a piaci változásokra. Negyedszer, a kockázatkezelés terén a termésbecslés segít felkészülni a potenciális kockázatokra és azok csökkentésére. Végül, a pénzügyi tervezés szempontjából a termésbecslések lehetővé teszik a pénzügyi kiadások és bevételek tervezését.

A CAT módszer hasonló elven működik, mint a szőlőhuzalfeszesség mérés, ámbar technikailag jóval fejlettebb és a szenzorok közé is odasorolható.

A jövőbeli lehetőségek között a CAT technológia kiemelkedő szerepet játszhat a szőlészeti ágazatban. Az adatok integrálása olyan platformokba, mint például a víz- és tápanyag-gazdálkodási szoftverek, lehetővé teszi a termelők számára, hogy pontosabb döntéseket hozzanak a növénykezelés terén. Emellett a CAT technológiát más terménytípusoknál, mint például a citrusfélék, avokádó, alma és cseresznye, is használható lesz és lehet. Az egyik következő lépcső Amanda szerint a spektrális cukorérzékelő bevezetése, amely további innovációt jelent, lehetővé téve a szőlő cukortartalmának mérését a fűrt súlyával együtt (ez egy áttörés lehet majd az ipar számára), ezáltal finomítva a gazdálkodást és csökkentve a munkaerőköltségeket. Összességében a pontos és megbízható termésbecslés alapvető fontosságú a hatékony és sikeres szőlőtermelésben, elősegítve a gazdák számára, hogy jobban kihasználják a rendelkezésre álló erőforrásokat és maximalizálják a termelési eredményeket.

Továbbá fontosnak tartom, hogy a technológiát bevezessem a magyar köztudatba és a hazai gazdák is megismerjék és elkezdjék használni azt.

Nagyban fogja segíteni a technológia a számítógépes gazdálkodást, és ha a magyarok időben becsatlakoznak a készülék és más módszerek hasznosításába, akkor az előnyt jelenthet a magyar szőlő és bor piacának és annak megítélésének a nagyvilágban.

## 7 Összefoglaló

Noha kritikus szőlészeti feladatról van szó, a termésbecslés hagyományos formájának megvannak a maga problémái. Munkaigényes, mert megköveteli a szőlészekről a szőlő manuális mintázását, a fürtök számbavételét és a fürtök mérését, különböző fajtákról és területekről. Egyes esetekben a termelők akár 10 százalékát is elveszítik gyümölcsüknek ezzel a pusztító módszerrel. „A másik probléma az, hogy a becslések plusz-mínusz 30%-kal is alulmaradhatnak, különösen akkor, ha kritikus időjárási viszonyok jelentkeznek (hőingadozás, esőzések), vagy ha az öntözés hibásan történik” – mondja Amanda. „A valós idejű szőlőfürt mérő technológiánk segíthet megérteni az éghajlatváltozásból adódó reakciókat, mint amilyenek a hőhullámok, a hűvös időszakok és az esőzések, és ezzel az egyedülálló adatkészlettel a termelőket is segíthetjük vízfelhasználásuk finomításában. Ennél is fontosabb, ha tudjuk valós időben nyomon követni a fürt tömegét, és azt, hogy az öntözés hogyan befolyásolja a termést, akkor kiválaszthatjuk az optimális szüreti időpontot, és ezáltal javíthatjuk a bor minőségét.

A valós idejű szőlőfürttömeg mérő eszköz terheléscella technológiát használ az Internet of Things (IoT) érzékelővel felszerelve. Az egységek újonnan tervezett áramkörü kártyáját lítium elemek és napelem kombinációja táplálja. Az első nyolc egységet Dél-Ausztrália kulcsfontosságú borszőlő-régióiban, a Barossa völgyben, az Eden völgyben, a McLaren völgyben és a Coonawarra régióban, valamint különböző fajtákon próbálták ki. A kísérletek célja az volt, hogy a CAT technológiával 10 százalékos pontosságúra csökkentsék a hozambecslést.

Az adatok gyűjtése a mai napig tart és folyamatosan új kísérleteket kezdenek el Amandáék. Néhány minta már a 10 százalékos tartományon belül van, ami jó és pontos



eredménynek számít. Az ipar érdeklődése az új technológia iránt egyre nagyobb, mivel a CAT több egységet gyárt és telepít a szőlőültetvényekre szerte Ausztráliában és a világban.

Diplomadolgozatomban ezt az új termésbecslési módszert mutattam be, mely nagyban hozzájárulhat a precíziós szőlőtermesztés fejlődéséhez. A valós idejű szőlőfürt mérés elengedhetetlen eszköze lehet a jövő számára. A távérzékelős és képalkotós termésbecslő módszerek és a valós időben mért fürt tömegek kombinálásával lehetséges lenne pontosabb eredményeket kapni az adott év terméshozamának becslésére, mely nagyban segítené a szőlészek és borászok munkáját kis és nagy gazdaságokban egyaránt.

A módszert több más technológiával párhuzamosan használva jobban megérthetjük a szőlő reakcióit a klímaváltozásra (szárasság, csapadék) vagy más fizikai behatásokra, mint amilyenek a különböző éves szőlészeti munkák is, ezáltal a karbonlábnyomunkat is csökkenthetjük. Ezzel egyidejűleg pontos időben tudjuk elvégezni az öntözést és annak mennyiségét is szabályozni tudjuk, amely hozzájárul a környezetünk védelméhez, mivel kevesebb vizet használunk fel.

Ahogy azt említettem, a precíziós-, a fenntartható és a digitális-szőlőtermesztés a jövő, és rohamos ütemben fejlődnek a hozzájuk tartozó módszerek, melyeket vállvetve kell majd alkalmazni. Aki lemarad ezekről az újdonságokról, idővel hátrányba kerül és le fog morzsolódní. Ezért is fontos, hogy haladjunk a korról, fejlesszük magunkat és összhangban éljünk a természettel és a technológia vívmányaival.

## 8 Felhasznált irodalom

- Alvino, A., & Marino, S. (2017). Remote Sensing for Irrigation of Horticultural Crops. *Horticulturae*, 1-36.
- Amienyo, D., Camilleri, C., & Azapagic, A. (2014). Environmental Impacts of Consumption of Australian Red Wine in the UK. *Journal of Cleaner Production*.
- Ang, L. M., Seng, K. P., & Ge, F. L. (2017). *Natural Inspired Intelligent Visual Computing and Its Application to Viticulture*. Ausztrália: Charles Sturt University.
- Antonis Tzounis, N. K. (2017). *Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges*. Görögország: University of Thessaly.
- Barriguiha, A., Neto, M. D., & Gil, A. (2021). Vineyard Yield Estimation, Prediction, and Forecasting: A Systematic Literature Review. *Agronomy*.
- COOMBE, B. (1995). Growth Stages of the Grapevine: Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 104-110.
- Coombe, B., & McCarthy, M. (2008). Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 131-135.
- Costa, J. M., & Lopes, C. (2023. November). *Sustainable water use in the vineyard and winery*. Carlos Lopes, Lisszabon, Portugália.
- Cunha M., V. P. (2000). Early estimate of wine production by means of airborne pollen. II - Demarcated Regions of the Bairrada and Dão. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 47-63.
- Cunha, M., Abreu, I., Pinto, P., & Castro, R. d. (2003). Airborne Pollen Samples for Early-Season Estimates of Wine Production in a Mediterranean Climate Area of Northern Portugal. *American Society for Enology and Viticulture*, 189-194.
- Csanaki, P. (2019). Különböző termésbecslési módok összehasonlítása. Budapest: Szent István Egyetem, Szőlészeti Tanszék.
- Dami, I. (2011). *Methods of crop estimation in grapes*. Ohio: The Ohio State University.
- Dami, I., & Sabbatini, P. (2011). *Crop Estimation of Grapes*. Ohio: The Ohio State University.
- European Environment Agency. (2019). *Climate change adaptation in*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fuentes, S., & Gago, J. (2022). Modern approaches to precision and digital viticulture. *Improving Sustainable Viticulture and Winemaking Practices.*, 125-145.
- Gautam, D., & Pagay, V. (2020). *A Review of Current and Potential Applications of Remote Sensing to Study the Water Status of Horticultural Crops*. Australia: The University of Adelaide.
- Giese, G., Velasco-Cruz, C., & Leonardelli, M. (2020). Grapevine Phenology: Annual Growth and Development. *College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, New Mexico State University*.

- Gonçalo, V. (2023. November). *Vineyard yield estimation Using proximal sensing technologies and image analysis*. Gonçalo Victorino, Lisszabon, Portugália.
- International Society of Precision Agriculture*. (2024. Január). Forrás: <https://www.ispag.org/about/definition>
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023, Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jarvis, C., & Englefield, A. (2018). Using EL stages and growing degree day data to aid growing season planning. *Research Fellow, University of Southern Queensland*, 86-91.
- Komm, B., & Moyer, M. M. (2015). *Vineyard Yield Estimation*. Prosser: Washington State University .
- Lopes, C. (2023. December). *Yield estimation, forecast & control*. Carlos Lopes, Lisszabon, Portugália.
- Lopes, C., & Cadima, J. (2021. December 8). Grapevine bunch weight estimation using image-based features: comparing the predictive performance of number of visible berries and bunch area. *OENO One*, 209-226.
- Lopes, C., & Cadima, J. (2021. December 8). *OENO One 2021, 4, 209-226 209© 2021 International Viticulture and Enology Society - IVES* Grapevine bunch weight estimation using image-based features: comparing the predictive performance of number of visible berries and bunch area. Lisbon: OENO One.
- Lőrincz, A., Sz. Nagy, L., & Zanathy, G. (2015). *Szőlőtermesztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Mader, A. (2021. Szeptember). Tracking continuous bunch weight measurement from veraison to harvest. *Grapegrower & Winemaker*, old.: Issue 692.
- Mader, A. (2024. Március 15). *Tracking continuous bunch weight presentation at SE Field Days*. Mason Erlekens, Lucindale, Dél-Ausztrália, Ausztrália.
- Matese, A., & Gennaro, S. F. (2015). Technology in precision viticulture: a state of the. *International Journal of Wine Research*, 69-81.
- Nuske, S., Achar, S., Bates, T., Narasimhan, S., & Singh, S. (2011). *Yield Estimation in Vineyards by Visual Grape Detection*. San Francisco: International Conference on Intelligent Robots and Systems.
- OIV. (2004). *RESOLUTION CST 1/2004*. Párizs: OIV publications.
- OIV. (2016). *RESOLUTION OIV-CST 518-2016*. Párizs: OIV publications.
- OIV. (2021). *Digital trends applied to the vine and wine sector*. Párizs: OIV publications.
- OIV. (2021). *The sustainable use of water in Winegrape vineyards*. Párizs: OIV publications.
- Robertson, M. M. (2020). Digital agriculture.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). *The Internet of Things: An Overview*. The Internet Society (ISOC).
- Tarara, J., Ferguson, J., Blom, P., Pitts, M., & Pierce, F. (2004). Estimation of grapevine crop mass and yield via automated measurements of trellis tension. *American Society of Agricultural Engineers* .

- Tilbrook, J. (2010). Characterising weight loss in *Vitis vinifera* Shiraz berries at sub-optimal maturity. *Adelaide Research & Scholarship*.
- Varga, Z., & Bodor, P. ( dátum nélk.). Termésbecslés a XXI. században. Budapest.
- Weiss, M., Jacob, F., & Duveiller, G. (2020). Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote Sensing of Environment*, Volume 236.

## 9 Mellékletek

### 9.1 Eredeti angol interjúvázlat, a kapott válaszokkal

#### An interview written in advance

by David Szarvas

for Amanda Mader

#### **Aim:**

My aim with this interview is to make a name for your invention using my thesis as an advertiser tool and also to gain useful information to write it. I will try to avoid using any classified info in the thesis if it possible.

#### **Questions:**

Please try to answer these questions as deep as possible.

If you are writing classified information please mark it with red.(so I can avoid using it or I know which one we have to discuss)

If you dont want to answer a question you can leave it out.

Please feel free to add missing questions or information which you think is related or would be useful for the project and answer them by your own! Any related information can help! ☺ Thank you!

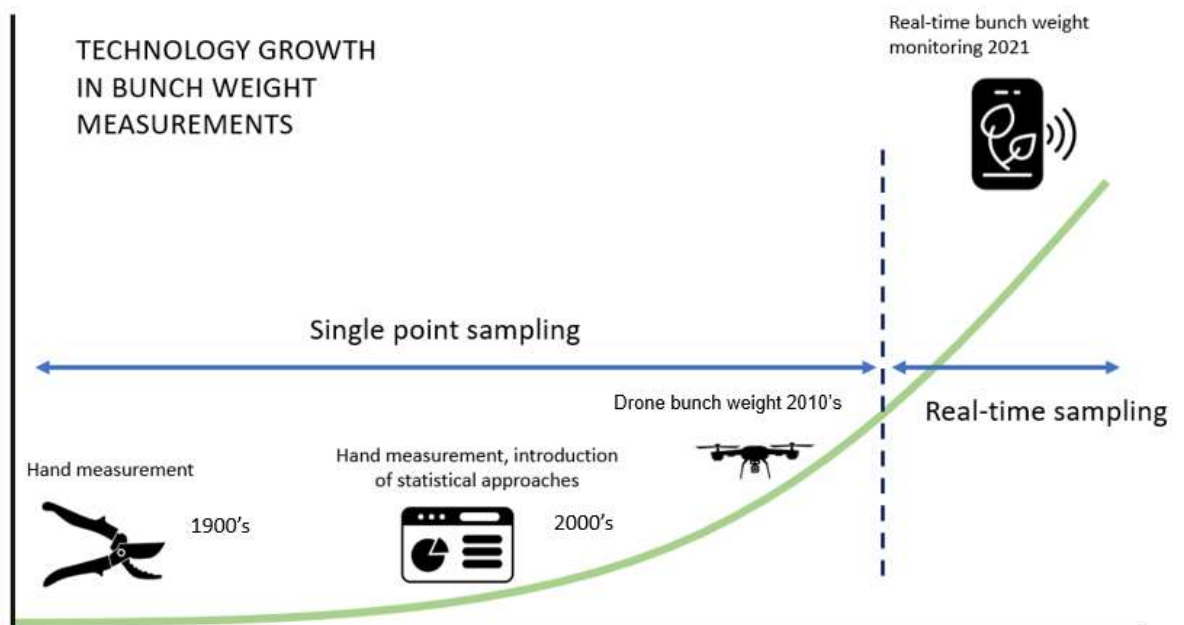
#### **Background:**

Please tell me about you background? What led you to do the things you do today?

- *I have been working in the Wine Industry for 30 years and have followed the path in the Technical side of Viticulture.*

*What lead me to the things I do today is to:*

- *Significantly improve our yield estimation out in the vineyards to be within the  $\pm 10\%$  of what we estimate to what is actually delivered to the winery. In Australia we are currently  $\pm 30\%$  out which is a recognised industry problem.*
- *To Eliminate the need for labour intensive data collection methods that only capture a single point in time. This will save money and a lot of time.*
- *To eliminate any wastage of fruit to the ground due to ground truthing methods, including stripping bunches off vines and weighing them. Many vines have to be stripped to adequately represent the vineyard. This could sometimes equate up to 30 vines per vineyard to be stripped to represent differing soil types, differing vine vigour and irrigation shifts, vine rootstock and clone.*



11. ábra Technológiai fejlődési skála fürttömeg mérésnél, időrendben.

- *To gain further understanding of the yield and ripening curve from season to season to account for seasonal variation which is appears to be more prominent.*

- *To view the impact of heatwaves and cool spells and rainfall events.*
- *To avoid fruit weight loss during heatwaves and or under irrigation.*
- *For winegrape growers to view the impact of their irrigation application in real time to improve their water use efficiency. We live in the driest state of Australia and in drought seasons water restrictions are imposed for irrigators. Our climate is challenging and always changing.*
- *I believe this tool will assist in the selection of an optimal harvest date to maximise return.*

How did you come up with the idea of real time fruit weighting?

- *I worked on a trial here in Australia back in 2007 for the Yalumba Wine Company. The company at the time were seeking ideas on how to improve on our current yield estimation techniques which included bunch counts at growing stage 5-10 leaf and then we would strip vines - count and weigh bunches just on veraison then plug the data into excel. From here, we added our predicted factor of bunch weight, increased up until harvest. For our sampling size, we adopted the Percentage error (PE) formula, and worked on an optimal sample size - PE of 15%,  $t = 2$*

$$n = t^2 \times (CV)^2 / (PE)^2$$

*Refer to the link below.*

*Wine Australia Yield-Forecasting G Dunn.pdf*

- *My work colleagues at the time were seeking other ideas to save time and reduce labour and fruit wastage so I replicated a trial back in 2007 that was similar to what EJ Gallo in the USA was working on at the time. (I will send you this paper via email as an attachment). Continuous measurement of the tension on the trellis wire to predict yield via load cell technology and data loggers. See below.*

## Ms Amanda Mader Grape and Wine Research and Development Corporation

### Weighing up the benefits of estimating grape yield

A new method of estimating grape yield may provide the boost the Australian wine industry has been waiting for.

Amanda Mader, a viticulturist at Yalumba Wines, says if you can't measure the grape crop accurately, vines can't be managed for quality improvement.

"Currently the standard method of estimating yield requires a person to count flowering structures, the number of berries per bunch and weigh the mature bunches," she said.

"It is extremely time consuming and expensive, which limits the sampling frequency and as a result, the accuracy."

Amanda's idea is to estimate yield by measuring tension on the trellis wire, the structure holding the vine.



As the grapes grow on the vine, tension on the wire also increases. By continually measuring the wire tension via a data taker program, bunch weights can be accurately estimated up to the time of harvest.

Using this method, Amanda believes the variance between actual and estimated tonnage can be reduced to five per cent, which is half the current wine industry standard.

"The economic benefits associated with improved crop estimation techniques are substantial and believed to be in the order of tens of millions of dollars a year.

"At the same time, overall wine grape quality will lift as the crop can be manipulated via shoot and bunch thinning in a timely manner."

Amanda's method may also provide useful data on berry growth dynamics and continuous changes in bunch weight due to variations in rainfall, climatic conditions and irrigation practices.

*"Currently the standard method of estimating yield requires a person to count flowering structures, the number of berries per bunch and weigh the mature bunches."*

Ms Amanda Mader



16

12. ábra: Amanda Mader szőlőhuzalfeszesség mérés kísérletének cikk részlete.

*Check out this link below regarding the results*

[Wine Australia Media-Final-Report](#)

- *In 2014 I left Yalumba and in 2016 I ventured out on my own running a small viticulture consultancy business called Vine Scout.*
- *This lead to where we are now by weighing the acutal bunch in real time. ☺*



What is the patent formal name?



13. ábra: Valós idejű szőlőfürttömeg mérő szabadalomlevél.

Do you have any other inventions?

- *Not yet but we will work on it. 😊*

**Company related:**

Please tell me about RipenTech, How does the company work? How big is it?

- *We have registered Ripen Tech as a business with an Australian Business Number. We aren't commercial as yet. Currently we are trialling our sensors for further refinement in the Wine and Horticulture Industries. We have been providing loggers to a few apple orchard growers, citrus and avocado growers to try. We aim to be commercial very soon and currently seeking investors to join us. Who knows, You – Darvid Szarvas could be our EU man 😊*

What do you do in the company?

- *Promote and Showcase the loggers, Installation and obtaining client feedback. I install loggers in Australia and have installed loggers in USA and New Zealand. Last year in 2023 we produced and installed 20 loggers. This year in 2024 we have produced and installed 70 loggers. I assist Mason in building the loggers, customer support and applying for grants. We are currently working on a business and financial plan together.*

What does Mason do in the company (your co-worker)?

- *Mason is the brains behind the outfit, he designs the electronic boards, builds the loggers, promotes and showcases the loggers at Ag Tech Field days with myself. Mason sets up the phone app for install, and Thingspeak app to view the data in Real Time on any internet connected device.*
- *We both work full time in our other jobs and this is a little side project that has gone literally crazy so at this point in time we cant spend a lot of time on this. We outsource our coding work and now we are going to outsource the production of the loggers as.*

What are your plans with the company in the future?

- *Currently seeking investors and to accelerate production to take to market globally in Winegrapes and Horticulture.*

### **Device related:**

How much does a device cost (material, labour..)?

- *From now onwards the loggers will be produced offshore, a company in the USA is tailoring and producing our loggers for us at a cost of --- USD.*

Do you make them by yourself?

- *Yes we have been making them ourselves up to date. We produced 70 loggers in 2024, 15 were deployed in New Zealand in wine grapes and the other 50 were deployed in South Australia and Western Australia in wine grapes, apples, avocados and citrus. Crazy we still aren't sure how we managed to fit this all in, while working full time in our other jobs.*

What is an IoT device? How does it work? How does it measure? Please describe it.

- *An IoT Device is an Internet of Time Device: IoT devices are pieces of hardware, such as sensors, actuators, gadgets, appliances, or machines, that are programmed for certain applications and can transmit data over the internet or other networks.” (IoT definition from google)*

Does it need any maintenance?

- *We have been very fortunate as we source our IoT devices offshore and so far we haven't had to do any maintenance on this component up to date. We have a plan in place. If these are faulty we send this back to the manufacturer and they will send us a new one. We always stock spares in our fleet.*

Does it need to be calibrated? How often?

- *We manually calibrate the load cell component prior to installation. The new loggers that are currently being produced offshore will be calibrated prior to being enclosed to save us a lot of work and time. We already know up to date that we can continuously log data for 4 months without any issues with the calibration.*

What stage are you in right now? Still development?

- *Almost ready for commercialisation. ☺*

What are the main issues with the device (nature effect on it, programm, electronics..)?

- *The only problem we have had so far is the wind blowers going through to remove leaves in the New Zealand vineyards, and smashing the loggers up. We have come up with a design where the enclosure of the components are more robust. We suggest not to run machinery through where the loggers are located.*
- *So far so good - no problems with the electronic boards, IoT sensors and load cells up to date. We may have a problem with the solar panel power, in areas where sunlight hours is limited. Currently we have two sources of power working together – solar and lithium batteries. Once we install the loggers, remotely from our house we can take a reading, then put the logger to sleep then wake it up every hour to take 10 readings over say 10 seconds and produce the average reading on the real time data graph, then put it back to sleep again. This save us a lot of power.*
- *There needs to be internet connection at the site of installation. Loggers cant run without internet connection.*

- *We have an option of setting up a base station if there is a requirement for our loggers in remote areas with minimal internet connection. We have thought of this scenario.*

How do you think you can improve the device?

- *Integration with other platforms e.e. Soil Moisture Monitoring Systems, Irrigation software Programs, Weather Stations, Vapour pressure Deficit etc. All we have to do is provide our AIP number. A software engineer is required to integrate the data in a way in which the consumer will find it the easiest to interpret the real time information.*

Is it only for grapes? What other fruits you can use it on?

- *We have used it on apples with great success and currently trialling it on avocados and citrus.*

Do you think you can use it on, in other fields? Other than fruit? Vegetables? Others?

- *Anything hanging. ☺ Although we will have to try to see if it works first. ☺*

How do you apply on, the machine? How hard is it?

- *Pretty easy ☺– We can install the loggers on vineyard trellis posts.*
- *Bush Vines, Citrus, Apples and Avocados we use a star dropper to install.*
- *I will send you pics on Whats App. ☺*

Are there any nature elements which can damage the device (wind, rain, heat, hail)?

- *So far New Zealand machines – wind leaf blowers.*
- *We had a winegrape machine harvester run through a few loggers and they were undamaged. Dhew. That was luck.*
- *The addition of a sugar sensor in winegrapes and a dendrometer for the citrus, avocado and apple growers to measure the diameter in real time. We are currently working on getting this set up.*

- *High velocity winds can be an issue as there is noise in the data.*

Are these nature elements cause problems with the measurements?

- *Yes Wind – too much noise in the data. We install the loggers on the other side of the vine/tree from the prevailing wind side. We can iron out the noise in the data via a smoothing algorithm built in.*

What are your thoughts on implementing your tool alongside with other precision equipment?

- *This is our aim. ☺ We are super happy to. We are in talks with soil moisture monitoring companies and an irrigation software company at the moment. This will become such a more powerful tool for growers to making informed decisions on refining irrigation practise and improve water use efficiency plus save money.*

What do you think on using the device with proximal sensing technologies and image analysis for better yield prediction? How would you proceed?

- *Absolutely – Yes NDVI – Place a logger in each of the differing NDVI vigour. A great reason for where to select installation sites.*

What kind of data you can get with the measuring? How can you download the data?

How hard to is to manage this kind of big data? Could an average farmer evaluate the results?

- *We are measuring the weight in real time (g). Yes it is a graph that comes up on Thingspeak. It looks like the picture below. (This is on apples) We wish to integrate on to other platforms that the grower may already have such as his irrigation software and soil moisture, weather station etc. ☺*



14. ábra Valós idejű almatömeg mérések a Thingspeak alkalmazáson keresztül.

How would you calculate the yield for harvest from the obtained data?

- *Bunch counts at 5-10 leaf growing stage as this is a great time to view the bunches easier on the vine. (Calculate the average number of bunches per vine).*
- *Calulcate the number of vines per block*
- *At installation of the logger just on veraison or just prior to veraison we collect a representative bunch sample and calculate the average bunch weight. From here we will tension the logger at the start to the average bunch weight of that particular vineyard block. The first reading will be the average bunch weight reading 😊*
- *From the continuous data trend you can then plug in your tonnes per ha and or total tonnes per block and watch this continuously change right up until harvest.*

*It is strongly suggested you remove the logger just before the harvester comes in. If hand picked, leave the logger in for as long as you like even post harvest.*

What is the best time to measure data? How would you set data measurement (forexample every 5 min, only in the morning etc.)?

- *At this stage to save power – Every hour - 24 hours a day from install to harvest is very sufficient as diurnal change between day and night is captured, rainfall and irrigation uptake is captured and also impacts from ambient temperature.*

What time would you put out the device in the field (lag phase, veraison)? Is there a right time which you can measure or know?

- *At this stage, the earliest we have installed loggers is in New Zealand – 2 weeks prior to veraison. This has worked.*

### **Viticulture related:**

What is the best way for using it in the vineyard? How many device you should use for 1ha (same variety)? -or what do you suggest how many one should use? -in one row or more, please add your dimensions.

- *Logger Dimensions - Case 20cm x12cm.*
- *The number of loggers per ha is dependant upon differing vigour and soil types. If the vine vigour and soil types are similar you can get away with one single logger irrespective of area.*
- *We ask the winegrowers what information they are seeking and select the site and number of loggers required.*
- *To prevent the use of many loggers and to save the winegrowers money, we collect a 30 bunch sample to represent the entire vineyard and calculate the average. We then use this average bunch weight as the first reading when logging begins. We tension the copper wire to the exact average bunch weight value (g).*

How do you choose the bunch you will apply it on? Would you prefer to measure a fruit in the upper or lower part of the canopy or you would do both?

- *We can do both as we can add two load cells to the logger to capture the bunch in the upper part of the canopy and select a bunch on the lower part of the canopy. Measuring three bunches from the same logger on the same vine becomes way too crowded.*

What happens in case of mildew or other fruit damaging problems?

- *You will see a drop in the bunch weight e.g. as we do with berry shrivel in Shiraz. You will see this with bird pecking of bunches. We havent monitored a bunch in real time yet where botrytis has formed.*

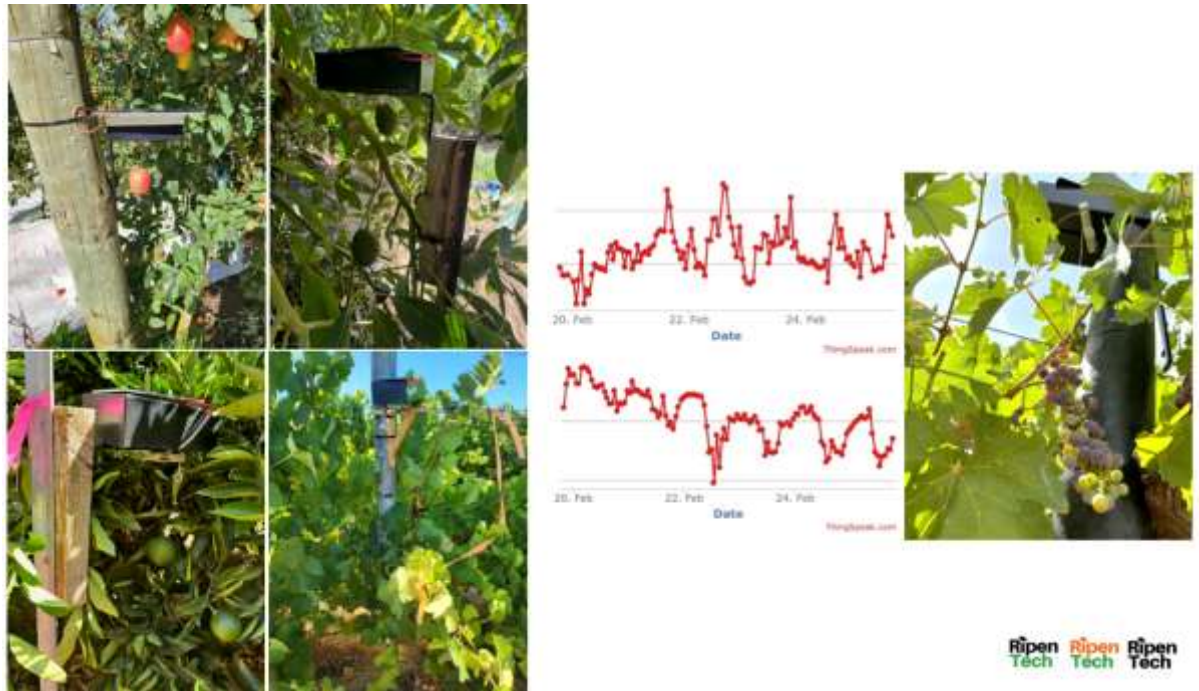
Would you advice, protecting the fruit you measure with a cone or net?

- *We are leaving the bunch without a cone or net. We tried using netting around an apple however this interferred with the weight of the bunch. Yes something we need to consider for continuous improvement. We place the logger on the opposite side of the canopy to the prevailing winds*

Is there any difference between varieties when you use the tool?

- *Yes there can be. We noticed that Cabernet Sauvignon bunch weight didn't drop during a February heatwave where as Shiraz bunch weight did decrease as this is when the bunch began to shrivel. I have sent a graph on your Whats App showing the Cabernet Sauvignon vs Shiraz between Febuary 20 and 24 February, 2024. Cabernet Sauvignon is the top graph and Shiraz is the bottom graph*





15. ábra Bal oldali 4 képen a készülék citruson, almán, avokádón és szőlőn. Középen a felső grafikonon Cabernet Sauvignon, az alsó Shiraz mérési adatai láthatók, és a jobb oldali képen egy műanyag oszlopra szerelve a készülék, szőlőn.

- *We have also obtained data from differing udnervine treatments including undervine Tilled versus undervine Straw Mulching. I sent a graph of this to your Whats App. Interesting. The Undervine Straw treatment saw an increasing bunch weight trend. The Undervine Tilled showed a decline in bunch weight during a heat wave 22-24 February, 2024. The variety was Shiraz.*

What trellis system you used it on so far? (type of poles, types and number of wires) any preferences? best ones?

- *We have installed on plastic, wooden and steel posts and have installed on T Trellis, Single Wire and Vertical Shoot Position trellis.*
- *Also we have insalled on bush vines by using a steel star dropper as with the Avocados, Apples and Citrus. Sent these pics on Whats app to you. ☺*

What training system you used it on so far? any issues? preferences?

- *Single Wire, T Trellis, Vertical Shoot Positioning, Bush vines.*

Does it matter how big is the canopy?

- *No. ☺ As long as there is internet connection.*

What viticulturists/winemakers can do with the obtained data?

- *So far they are using it to track the yield in real time and also to refine irrigation practise to improve water use efficiency.*

What fitotechniques can it help with?

- Track Yield
- View the impact of heat waves, rainfall and cool spells on yield in real time
- View the impactos of your irrigation application in real time
- Assist in the selection of a harvest date to optimise yield and quality

How does it help irrigation?

- To refine irrigation practise to improve water use efficiency. If the canopy is looking healthy and the bunch has already shrivelled, why apply more irrigation? Berries no longer respond to irrigation application post berry shrivel. We see this in Shiraz in Australian vineyards.
- We are also looking to integrate VPD – Vapour Pressure Deficit as we think this will be another powerful tool to incorporate with Ripen Tech data set to assess when to irrigate and for how many hours to really refine what the vine actually requires. We are going to work with Athena in the coming weeks to see what the data looks like once integrated. Check out Athen IR Tech in the link below.
- <https://athenairtech.com/contact-us/>

How do you get additional data(soil moisture, temperature, precipitation)?

- *Off weather stations, soil moisture monitoring equipment and the regional weather data sets. At the moment we are doing this manually by exporting CSV Files which is pain in the ass and very time consuming. Our next step is for real time integration. We have the capabilities right now as we can provide our AIP number to integrate.*

### **Future related:**

#### How does it help to reduce our carbon foot prints?

- *Water Saving Benefits*
- *Energy Savings – Reducing irrigation pump power and cost*
- *By improving our yield estimations to match more closely what we actually deliver to the winery will improve winery production logisitcs potentially saving energy, labour, time and money in the long term.*

#### How does it help with climate change?

- *Refining irrigation practise to save our most prescious reource – Water.*
- *By chaning our undervine management practises for the vines to become more resilient to climate change. E.g. changing to undervine straw mulching instead of undervine tillage whilst maintian yield and save water and irrigation operation costs.*

#### What are your hopes and plans with the device in the future?

- *Currently seeking investors, and to accelerate production to take to market globally in Winegrapes and Horticulture.*

## 9.2 Egyéb mellékletek

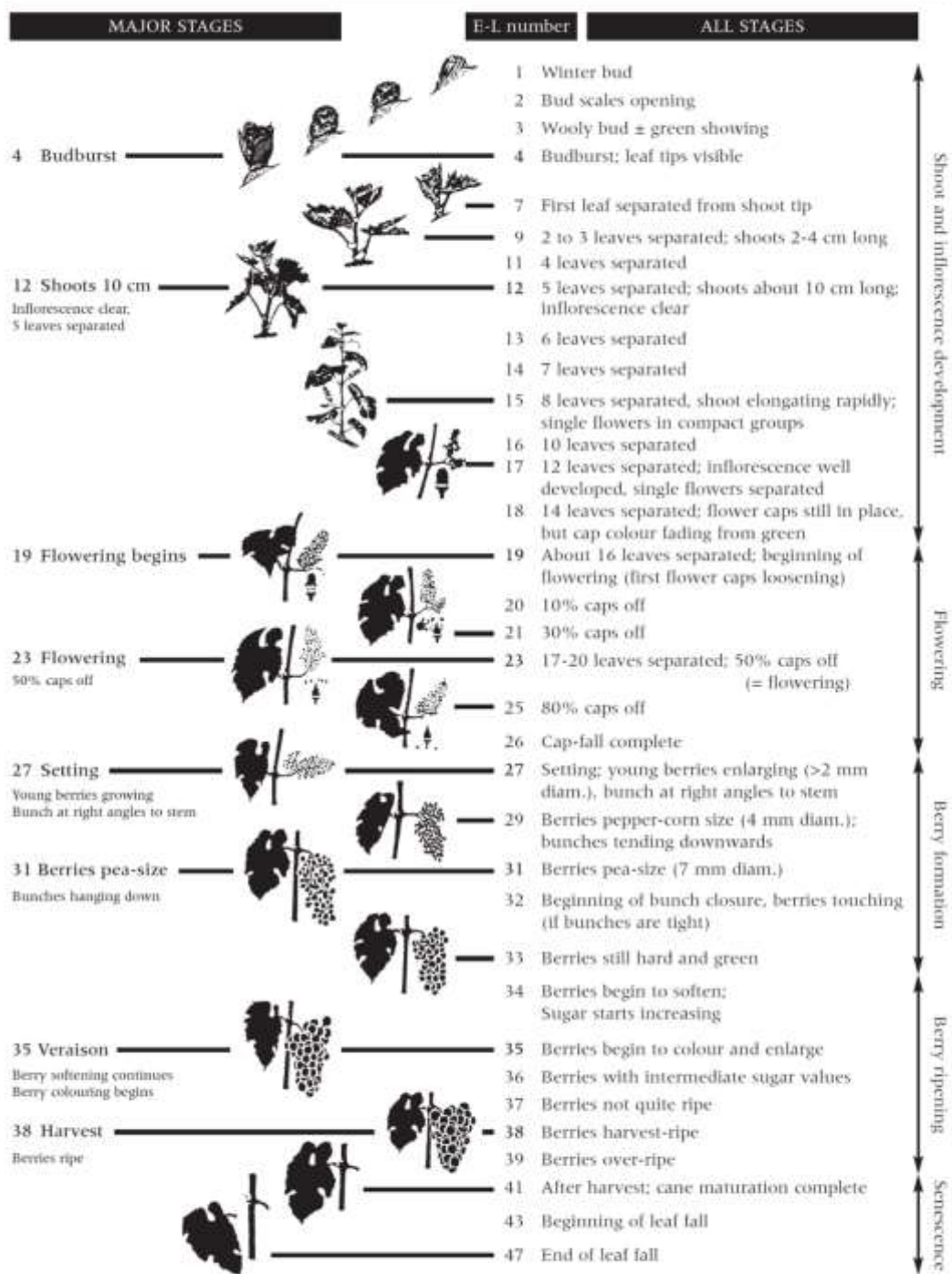


Figure 7.3 Modified E-L system for identifying major and intermediate grapevine growth stages (revised from Coombe 1995). Note that not all varieties show a woolly bud or a green tip stage (May 2000) hence the five budburst stages in the modified original 1995 system have been changed slightly by removing stage 4 and allocating the definition of budburst to what was formerly stage 5. Revised version of "Grapevine growth stages - The modified E-L system" Viticulture 1 - Resources, 2nd edition 2004, Eds. Dry, P. and Coombe, B. (Winelitles)

16. ábra: Teljes E-L skála szőlőre. (COOMBE, 1995)

## 10 Ábrák, táblázatok és egyenletek jegyzéke

1. ábra A bogyó fejlődési szakaszai (Ang, Seng, & Ge, 2017) .....	9
2. ábra: EL skála főbb számai időrendben. EL1-nyugalmi időszak (Dormancy and winter bud), EL4-rügyfakadás (Budburst), EL23-Virágzás (Flowering), EL27-Kötődés (Fruit set), EL35-Zsendülés (Veraison), EL38-Szüret (Harvest), EL43-Lombhullás (Leaf fall). (Giese, Velasco-Cruz, & Leonardelli, 2020) .....	10
3. ábra A bogyófejlődés részletezve (Coombe & Mccarthy, 2008).....	11
4. ábra A valós idejű szőlőfürttömeg mérő készülék. Forrás: Amanda Mader. A képen: A dobozban lévő Iot szenzor és lítium/napelemes elem (Box-Iot Sensor/Solar and Lithium Battery Power), Erőmérő cella (Load Cell), Zsinór (Line), Szőlő fürt (Grape bunch), Erőmérő cella rögzítési pont (Load Cell Fixture Point), Fürt rögzítési pont (Bunch fixture point), Rögzítési pont (Fixture point). .....	25
5. ábra a szőlőfürt folyamatos mérése (g) az EL35 fázistól a bogyó zsugorodás kezdetéig (1-37nap eltelt a zsendüléstől) .....	27
6. ábra a szőlőfürt folyamatos mérése (g) az EL35 fázistól a szüretig (37-59 nap eltelt a zsendüléstől).....	28
7. ábra A napi szőlőfürttömeg reakció a hőmérsékletre és a különbségek a belsőleg és külsőleg mért hőmérsékletek között (C0).....	28
8. ábra Szőlőfürttömeg reakció egy 6 órán át tartó öntözésre 2021 Február 26-án.....	29
9. ábra Szőlőfürttömeg reakció egy osztott 12 órás öntözésre 2021 Március 7-én.....	30
10. ábra Szőlőfürttömeg reakció esőzésre.....	30
11. ábra Technológiai fejlődési skála fürttömeg mérésnél, időrendben. ....	43
12. ábra: Amanda Mader szőlőhuzalfeszesség mérés kísérletének cikk részlete. ....	45
13. ábra: Valós idejű szőlőfürttömeg mérő szabadalomlevél. ....	46
14. ábra Valós idejű almatömeg mérések a Thingspeak alkalmazáson keresztül.....	51
15. ábra Bal oldali 4 képen a készülék citruson, almán, avokádón és szőlőn. Középen a felső grafikonon Cabernet Sauvignon, az alsó Shiraz mérési adatai láthatók, és a jobb oldali képen egy műanyag oszlopra szerelve a készülék, szőlőn.....	54
16. ábra: Teljes E-L skála szőlőre. (COOMBE, 1995).....	57
1. táblázat Hozamkomponensek és a szőlő életszakaszai, amelyben meghatározhatók (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023) .....	16
2. táblázat: Fürt, bogyó és kocsány tömegei reprezentációs mintavétellel. Az átlagos bogyó tömeg és az átlagos kocsány tömeg az átlagos fürt tömeg százaléka szerint. ....	26
1. egyenlet: Egyszerű terméshozam számítás (Lopes, Yield estimation, forecast & control, 2023) .....	16

## Köszönetnyilvánítás

Elsősorban szeretnék köszönetet nyilvánítani családomnak, barátaimnak, akik támogattak a diplomadolgozat elkészítése során, és tanárainak, akiktől rengeteg hasznos tanácsot, információt kaptam a munkámhoz (Portugáliából és Magyarországról egyaránt).

Másodszor pedig Ausztrál barátaimnak, Masonnak és legfőképpen Amandának, akik nélkül nem jöhetett volna létre ez a diplomamunka.

Utolsó sorban szeretnék megemlékezni kiskedvencemről Ivánról, aki hű társam volt 13 éven át, és tanulmányaim során sokat segített a felkészülésekbem☺



*Iván*



Barossa völgy 2022, az első rizlingemmel.

*„Beware of drop bears”*

## NYILATKOZAT

### A diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Szarvas Dávid  
A Hallgató Neptun kódja: itvx2d  
A dolgozat címe: Valós idejű szőlőfürttömeg mérése az ültetvényekben  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
A konzulens tanszékének a neve: Szőlészeti és Borászati Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat 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 állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsgabizottság 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 mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába.

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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024.04.28.



Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Szarvas Dávid (hallgató Neptun azonosítója: itvx2d) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:            igen    nem\*<sup>1</sup>

Kelt:2024.04.28.



---

belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.