



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

NEUMANN JÁNOS
INFORMATIKAI KAR



SZAKDOLGOZAT

OE-NIK
2023

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Máté András
T/005738/FI12904/N

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: **Máté András**
Törzskönyvi száma: T/005738/FI12904/N
Neptun kódja: 

A dolgozat címe:

**Okosasztal beltéri bonszaihoz
Smart table for indoor bonsai**

Intézményi konzulens: Lovas István
Külső konzulens:

Beadási határidő: 2022. december 15.

A záróvizsga tárgyai: Számítógép architektúrák
IoT, beágyazott rendszerek és robotika
specializáció

A feladat

Tervezzen és valósítson meg egy beltéri bonszai gondozását segítő rendszert. A cél egy olyan rendszer kialakítása, ami segíti a gondozást, figyeli a fa környezetét, illetve, ha felhasználói beavatkozásra van szükség azt jelzi a gondozó számára. A rendszer megvalósítása legalább két részből épüljön fel. A fizikai megvalósítás tartalmazza a szenzorokat, vezérlőket, a felépítményt, ahova a bonszai elhelyezhető, továbbá tervezzen egy szoftvert, mely feldolgozza a szenzorok által mért jeleket, ami alapján menedzseli a fa gondozását. Tesztelés során vizsgálja meg a rendszer felhasználhatóságát egyéb beltéri növények esetében is!

A dolgozatnak tartalmaznia kell:

- a megoldandó feladat pontos leírását és részletes elemzését,
- a meglévő rendszerek vizsgálatának elemzését,
- az alkalmazni kívánt technológiák elemzését,
- a rendszertervet, döntések indoklásait,
- a megvalósítási leírást,
- a tesztelési tervet és a tesztek eredményeit.



Pe Rc

Dr. Fleiner Rita
intézetigazgató

A szakdolgozat elévülésének határideje: **2024. december 15.**
(OE TVSz 55.§ szerint)

A dolgozatot beadásra alkalmasnak tartom:

.....
külső konzulens

[Signature]
.....
intézményi konzulens

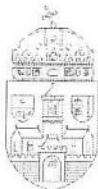


HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat / diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatomban / diplomamunkámban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja.

Budapest, 20 22.12.19.....

.....
hallgató aláírása



KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Neptun kód: Tagozat:
Máté András [REDACTED] Nappali
Telefon: Levelezési cím (pl: lakcím):
[REDACTED]

Szakdolgozat / Diplomamunka címe magyarul:

Okosasztal beltéri bonszaihoz

Szakdolgozat / Diplomamunka címe angolul:

Smart table for indoor bonsa

Intézményi konzulens: Külső konzulens:

Lovas István.....

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagybetűkkel írja!

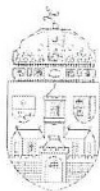
Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
1.	2022.02.16	Témaválasztási konzultáció	[Signature]
2.	2022.03.09	Szakirodalom áttekintése	[Signature]
3.	2022.04.06	Lehetséges megvalósítás áttekintése	[Signature]
4.	2022.05.04	Tartalmi, formai ellenőrzés	[Signature]

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal, az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A hallgató a Szakdolgozat I. / Szakdolgozat II. (BSc) vagy Diplomamunka 1 / Diplomamunka 2 / Diplomamunka 3 / Diplomamunka 4 tantárgy követelményét teljesítette, beszámolóra / védésre bocsátható.

Budapest, 2022. 05. 11.

[Signature]
.....
Intézményi konzulens



KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Máté András Neptun kód: [REDACTED] Tagozat:
Nappali.....
Telefon: Levelezési cím (pl: lakcím):
[REDACTED]

Szakdolgozat / Diplomamunka címe magyarul:

Okosasztal beltéri bonszaihoz

Szakdolgozat / Diplomamunka címe angolul:

Smart table for indoor bonsai

Intézményi konzulens: Külső konzulens:

Lovas István

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagybetűkkel írja!

Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
1.	2022.09.14.	Specifikáció áttekintése	[Signature]
2.	2022.10.12.	Rendszerterv áttekintése	[Signature]
3.	2022.11.09.	Fejlesztés, tesztelés ellenőrzés	[Signature]
4.	2022.12.05.	Tartalmi, formai ellenőrzés	[Signature]

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal, az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A hallgató a Szakdolgozat I. / Szakdolgozat II. (BSc) vagy Diplomamunka 1 / Diplomamunka 2 / Diplomamunka 3 / Diplomamunka 4 tantárgy követelményét teljesítette, beszámolóra / védésre bocsátható.

Budapest, 2022.12.07.

[Signature]
.....
Intézményi konzulens

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Irodalomkutatás	3
2.1. Lua okos cserép	3
2.1.1. Konklúzió.....	8
2.2. Gardyn Home Starter Kit.....	9
2.2.1. Konklúzió.....	14
2.3. Tregren T3 Kitchen Garden	15
2.3.1. Konklúzió.	17
2.4. Prêt á Pousser Lilo Edition.....	18
2.4.1. Konklúzió.....	20
2.5. Szenzorok	22
2.5.1. DHT11-M0 Hőmérséklet és páratartalom érzékelő modul	22
2.5.2. DS5-5528-LDRL.....	24
2.5.3. WLD-75 Vízsint érzékelő szenzor	25
2.5.4. SOILCAP-V12 Kapacitív talajnedvesség érzékelő.....	26
2.6. Összegzés.....	28
3. Rendszerterv	30
3.1. A fizikai felépítmény.....	30
3.1.1. AD20P-12V-PUMP-C Vízpumpa	32
3.1.2. SM-28BYJ-48-5V Léptető motor.....	32
3.2. A rendszer felépítése és működése.....	34
3.2.1. NodeMCU-ESP32-S	36
4. Fejlesztési leírás.....	40
5. Tesztelés	45
6. Továbbfejlesztési lehetőségek.....	53
7. Összefoglalás.....	54
7.1. Összegzés.....	54
7.2. Summary.....	54
8. Ábrajegyzék.....	55
9. Irodalomjegyzék.....	57

1 BEVEZETÉS

A szakdolgozatom célja, egy olyan eszköz megépítése, amely a beltéri bonszaiok gondozását segítené. Az ötlet onnan jött, hogy nekem is van egy beltéri bonszaiom, ami több figyelmet igényel egy átlag növényvel szemben. Maga a bonszai japán eredetű szó, jelentése edényben nevelt fa, melynek ismerete már az egész világon elterjedt. Legelterjedtebbek az örökzöldek és a lombhullatók, melyeknek igen nagy százaléka jól tűri a kint tartást, ám vannak olyan bonszaiok, amik kifejezetten benti tartásra alkalmasak, mint például a fikusz. A legfontosabb teendők, amelyek egy beltéri bonszai gondozása során szükségesek, és amit rendszeresen el kell végezni, az az öntözés, környezete hőmérsékletének figyelése, erős napfénytől való védelem, illetve az ágak drótozása a fa formálásának céljából. Megeshet, hogy a sok teendő miatt, egy két öntözés kimarad vagy akár a drótozást felejtjük el időben eltávolítani, ami maradandó károkat okoz az ágakon [1].

Az elvégzendő teendőket tekinthetjük egyfajta problémáknak, melyekre megoldást kell találni, ha az lehetséges. A cél ezeket a problémákat ismerve egy olyan rendszer kialakítása, ami segíti a gondozást, figyeli a fa környezetét, illetve, ha felhasználói beavatkozásra van szükség azt jelzi a gondozó számára. A rendszer megvalósítása legalább két részre bontható. A fizikai megvalósítás, amely tartalmazza a szenzorokat, vezérlőket, a felépítményt, ahova a bonszai elhelyezhető, továbbá egy szoftveres megvalósítás, mely feldolgozza a szenzorok által mért jeleket, ami alapján menedzseli a fa gondozását. A leírtak alapján az eszköznek rendelkeznie kell hőmérséklet és páratartalom érzékelővel, egy locsoló/párásító segítő rendszerrel, egy árnyékoló funkcióval, ha annak megvalósítása lehetséges, illetve egy olyan funkcióval is, amely révén a gondozó értesül az elvégzendő feladatairól. Az értesítés megvalósításánál érdemes figyelembe venni a lokális, illetve távolsági jelzés lehetőségeit is. Feltételezhetjük, hogy lokálisan egy LED felkapcsolása jelezné a drótozás eltávolításának idejét. Távolsági jelzésként, ha aktuális lenne eltávolítani a drótozást egy email küldése biztosítana minket afelől, hogy a gondozó tudomást szerzett a visszajelzésről, akkor is például, ha a jelzésként szolgáló LED meghibásodik.

A szakdolgozat további lehetőségeket is rejt, mivel én ezt egy szobadíszként képzelném el végleges formájában, amelyen a bonszai díszelgne, így bővíthető lehetne mondjuk éjjeli hangulatvilágítással, vagy fali aljzatba való csatlakoztatás helyett megvalósítható lenne akkumulátorral is akár.



1.1 Ábra: Bonszai asztal. Külsőleg egy hasonló asztal elkészítése a terv, amin egy állvány is található lesz.

Forrás: bonsaihungary.hu

2 IRODALOMKUTATÁS

Az irodalomkutatás során releváns rendszereket igyekeztem megvizsgálni, elemezni. Érdekes megjegyezni, hogy a háztartásban levő növények okoseszköz tárháza még nincs annyira jelen a köztudatban, sem a piacon. IoT¹ eszközök elterjedése inkább a mezőgazdaságban figyelhető meg, ahol akár az öntözést is képesek szenzorok segítségével támogatni, hogy éppen hol szükséges vagy éppen hol nem szükséges. Mivel ezen terület inkább az ipari növénytermesztéssel foglalkozik, így ezt nem tartom relevánsnak a kutatás során. A beltéri növények gondozásához és termeléséhez elérhető rendszereket vizsgálom meg, mivel kifejezetten bonszaiokkal foglalkozó fejlesztést nem találtam a kutatásom során [2].

2.1 Lua okos cserép

A Lua okos virágcserepe egy nagyon érdekes fejlesztés. Igyekeztek feldobni az általános gondozást egy igen egyedi módon. A megoldásuk tulajdonképpen két részre bontható. Az egyik egyértelműen a cserép maga, a másik pedig egy mobiltelefonos applikáció.



2.1 Ábra: Bal oldalt a cserép, jobb oldalt az applikáció látható.

Forrás: mu-design.lu

A cserép külsőleg egy gömbölyített formával rendelkezik, felépítését tekintve számos szenzorral és egy kijelzővel is el van látva, ami vizuálisan egy arckifejezéssel igyekszik visszajelzést adni a gazdájának, hogy éppen milyen állapotban „érzi” magát a növény. Szenzorok terén igen kreatívak voltak a fejlesztők. A cserép kapott még egy mozgásérzékelőt is, aminek köszönhetően Lua úgy próbál tenni, mintha követne a „szemével” minket vagy, ha egy állat megy a közelébe arra érdekes arckifejezésekkel reagál. Az arckifejezéseket egy videó segítségével prezentálták, ami igen sokfélét mutat

¹ IoT: Internet of Things (magyarul: dolgok internetje).

be különböző környezeti hatásokra reagálva. A kijelző összesen 15 különböző valós idejű animációt tud mutatni [3].

Ezekből 6 animáció tartozik az adott növény egészségéhez [3]:

1. Szomjas (Thirsty):
 - Amikor a talaj nedvességtartalma a meghatározott határ alá esik, meg kell öntözni a virágot.
2. Beteg (Sick):
 - A túl sok víz ugyan úgy megöli a növényt, így meg kell várni amíg Lua szomjas nem lesz.
3. Vámpír (Vampire):
 - Pár napon belül, ha nem kap elegendő napfényt akkor Lua vámpírrá változik jelezve, hogy napfényre van szüksége a növénynek.
4. Kancsal (Squint):
 - Túl erős fénynek van kitéve a növény akkor Lua kancsal arckifejezést mutat, jelezve, hogy árnyékra van szüksége a növénynek.
5. Hideg (Cold):
 - Túlzott hidegben van a növény huzamosabb ideig, az azt követő napon tüsszögni fog.
6. Meleg (Hot):
 - Túl melege van a növénynek.

A felsorolt animációk megjelenítéséhez 3 dolgot vesz figyelembe. A nedvességet, a fény erősségét és a hőmérsékletet [3].

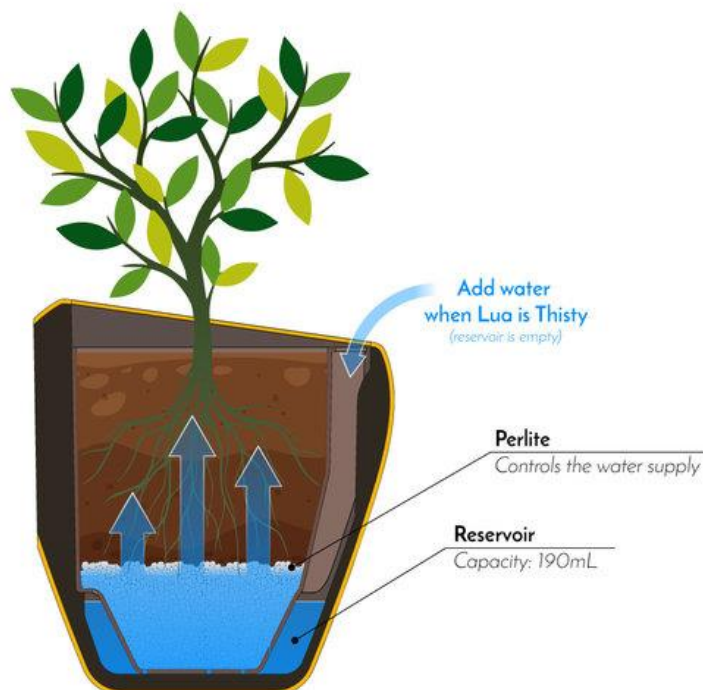
Egyéb érdekes animációk még, amik valamilyen eseményhez köthetők [3]:

1. Boldog (Happy):
 - Amikor ideális állapotba kerül átvált erre az arckifejezésre.
2. Zavart (Puzzled):
 - Amikor nem tudja beolvasni a QR kódot.
3. Kacsintás (Wink):
 - A Luanak mutatott QR kódot értelmezni tudta.
4. Fáradt (Tired):
 - Lua elmegy „aludni” mikor nem érzékel mozgást a környezete közelében.
5. Felébred (Wake-up):
 - Amikor mozgást érzékel.
6. Zsémbes (Grumpy):
 - Véletlenszerű animáció. Későbbi fejlesztések, modellek révén elvileg, ha eső várható akkor is ezt az arckifejezést fogja alkalmazni.
7. Nyelvkinyújtás (Tongue sticking out):
 - Véletlenszerű animáció.

A cserép szerkezeti felépítését tekintve rendelkezik egy öntözést segítő víztározóval. Ennek köszönhetően ritkábban kell öntözni a növényt és a növény megkapja az összes szükséges vizet így. A cserépben összesen 4 szenzor kapott helyet, amelynek segítségével tudjuk monitorozni a növényünk állapotát. Egy nedvességet vizsgáló szenzor, pontosabban egy vízszintet figyelő szenzor; egy fényérzékelő szenzor az adott fény erősségének figyelésére; egy mozgásérzékelő, hogy figyelni tudja környezetét és szükség esetén alvó állapotba helyezve a kijelzőt a felesleges energiafogyasztást elkerülje. Végül egy hőmérséklet szenzort is tartalmaz, aminek célja, hogy a környezet hőmérsékletét is figyelni tudja [3].

A cserép fizikai paraméterei a következők [3]:

1. Méretek:
 - Ø 15 cm x 16 cm - Ø 5.9" x 6.3".
2. Belső méretek:
 - Ø 12 cm x 10 cm - Ø 4.7" x 3.9".
3. Súly:
 - 500g – 0,5kg.
4. Kijelző:
 - IPS LCD - 2.4" - 320x240px.
5. Tápegység:
 - Standard vezeték nélküli QI áram átvitel segítségével.

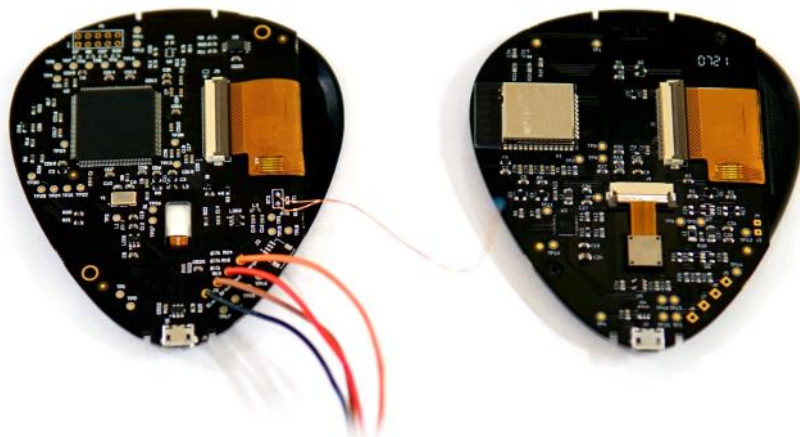


2.2 Ábra: A cserép szerkezeti felépítése oldalnézetből.
Forrás: mu-design.lu

Ábra magyarázat [3]:

1. Perlit (Perlite):
 - Szabályozza a víz adagolását.
2. Rezervoár (Reservoir):
 - Kapacitás: 190mL.
3. Jobb oldalt látható az utántöltést segítő csatorna:
 - Ennek segítségével pótolható a tartályban a víz, amikor Lua szomjas arcát mutatja nekünk.
4. Bal oldat a vastag fekete területen található az LCD kijelző:
 - Itt található maga a vezérlő és az egyéb áramkörök is.

A panelt folyamatosan fejlesztik, így a kezdetben csak QR kóddal frissíthető növény igények meghatározása a V2 lappal már Bluetooth-tal is megoldható [3] [4].



2.3 Ábra: Bal oldalt az első panel látható, jobb oldalt már a V2 változat szerepel.

Forrás: indiegogo.com

A cserép másik része a mobilapplikáció. Az applikációnak nincs szüksége aktív online kapcsolatra, mint manapság a legtöbb appnak. Ingyenesen elérhető és offline is működik. A fő fejlesztési iránya a könnyű kezelés és átláthatóság volt. Az applikáción belül lehetőségünk van kiválasztani a növény típusát [3].



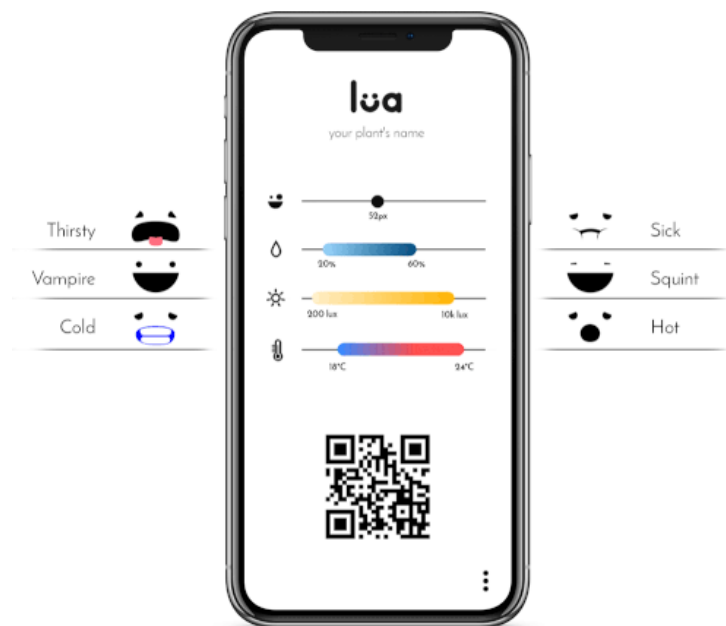
2.4 Ábra: Az applikációban választható növénykategóriák.

Forrás: mu-design.lu

Balról jobbra haladva a következők [3]:

- Lomb növény
- Fa
- Kaktusz
- Páfrány
- Virágzó növény
- Futó növény

Ha kiválasztottuk a növény típusát utána lehetőségünk van egy konkrét példányt meghatározni. Egyénileg be lehet állítani a saját értékhatárainkat az előre meghatározottakkal szemben. Látható, hogy az egyedi példányok esetén is csak előre definiált értékhatárok vannak megadva a 3 fő szenzor részére, amelyek ezek alapján adnak visszajelzést a növény gazdájának. Az elkészült beállításokat, legyen az előre kiválasztott növény vagy saját értékhatárokkal meghatározott tulajdonságok, egy QR kód segítségével továbbíthatjuk a cserép felé, ami a QR kód segítségével frissíti a rendszerében lévő értékhatárokat. Az applikációban szerepel egy növényváltási lehetőség, ha másikat helyeznénk a cserépbe. Lehetőségünk van még az appon belül letölteni a beállításainkat, és rendelkezik egy segítség füllel is. Minimális személyre szabásra is opciót ad az applikáció, amivel Lua arcvonásainak vastagságát tudjuk változtatni és az animációk természetesen ehhez igazodnak is [3].



2.5 Ábra: Telefonos applikációban beállítható értékhatárok.
Forrás: mu-design.lu

A 2.5 ábrán látható beállítások magyarázata [3]:

1. Az első skálán módosítható az arc vonásainak vastagsága.
2. A második skálán a vízigény mértéke adható meg.
3. A harmadik skálán a fény erősségének határa állítható be.
4. A negyedik skálán a hőmérséklet határok állíthatóak be.
5. Alul középen látható a generált QR kód, amivel átküldhetjük a beállításainkat a cserépnek.
6. Jobb alsó sarokban lévő 3 függőleges pötty segítségével nyitható meg a menü.
7. Két oldalt az adott skálákhoz tartozó arckifejezések láthatóak, ha az értékek elérték a beállított határt.

2.1.1 Konklúzió

Nagyon ötletes megoldásnak tekintem a Lua okos cserepet. Érdekes módon oldották meg a vízellátást, ezzel kizárva például a vízpumpa igényét. Maga a megoldás célja hasonlít az általam elképzelt bonszai asztaléhoz. Másszóval a gondozást segíteni. Habár az én dolgozatom célja még a gondozást igénylő bizonyos fizikai tevékenységek esetének csökkentése vagy esetleges kiváltása. Az applikáció szerintem azt a célt szolgálja, hogy a cserépen ne legyen szükség gombokra, így kényelmesebbé téve a termék használatát. Az applikáció igazából elég egyszerű, de pont ebben rejlik az ereje, hiszen bárki bárhol használhatja, mivel nincs internet kapcsolathoz kötve és igen egyértelmű az ábráknak köszönhetően, hogy a felhasználó pontosan minek az értékeit állítja éppen be. Például a karácsonyra ajándékba kapott cserepet könnyedén használhatják nagyszüleink is.

2.2 Gardyn Home Starter Kit

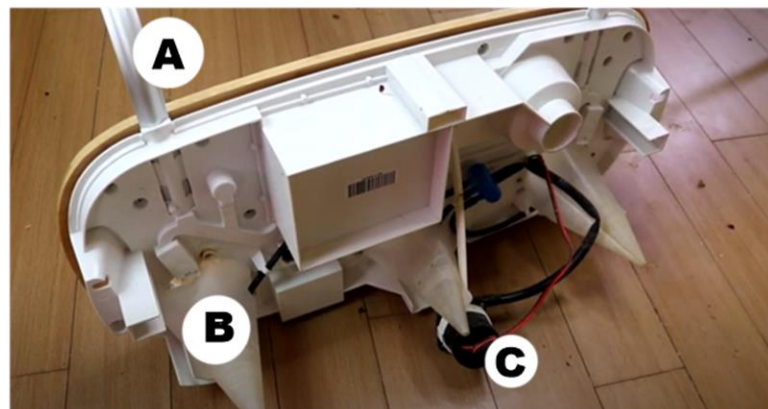
A Gardyn Kit egy igen érdekes eszköz. Ebben az esetben nem egyetlen cserépről beszélhetünk, hanem rengeteg növénykeltető kockáról, amik egy függőleges állványon helyezkednek el. A Gardyn Kit nem szobanövények tárolására szolgál, hanem a növények növesztésére. Azon belül is a kerti zöldségek termesztésére és virágok növesztésére kínál egy igen egyszerű megoldást az eszköz, szoba körülmények között [5].



2.6 Ábra: A Gardyn Home Starter Kit látható a kép jobb oldalán.

Forrás: mygardyn.com

Felépítésében egy modern dizájnt sugároz. A kiszerelés több komponensből áll és annak bizonyos részei időközönként pótlást igényelnek, melyeket a gyártótól lehet beszerezni, pótolni. A kiszerelés szintén el van látva mobilapplikációval, ami igen sok funkcióval rendelkezik, amelyek elengedhetetlenek a működést tekintve [5].



2.7 Ábra: A tartály fedele, amin megtalálható a pumpa és az elvezetések.

Forrás: [youtube.com](https://www.youtube.com)

A kiserelés külsőleg rendelkezik egy tartály résszel, amelyben a vizet tároljuk; egy fa fedőlappal, ami a 2.7 ábrán alulról látható, és amelyből kiáll 3 fehér henger. Ezeken a hengereken találhatóak a növénykeltető kockák foglalatjai. A két szélső hengerhez rögzítve van egy fém rúd a tetején, ami visszamegy a tartály fedőlapja alá. A 2.7 ábra „A” pontjánál látható ez a visszavezetés, ahol a vezérlőszerkezet is található a fedőlap alatt. A kiserelés célja, hogy egy háztartáson belül is tudjunk természeteni kerti növényeket fogyasztásra, vagy akár virágokat is. Ráadásul anélkül, hogy szükség lenne napfényre vagy folyamatos karbantartásra, öntözésre részünkről. Ezt a kiserelés két fő alkatrészével éri el. Az egyik egy nagyobb vízpumpa, ami a 2.7 ábrán a „C” pontnál található, amely a hengerek belsejében lévő cső segítségével permetezi, öntözi a növényeket tartalmazó kockákat belülről. Érdekes, hogy figyeltek a komfortra is, hogy a felesleges víz a hengeren lefele folyva ne csobogjon a tartályba. Ezt a 2.7 ábra „B” pontja alatt látható megoldással érték el. A fedőlap alján sima műanyag tölcseket alkalmaztak, szám szerint 3 darabot, hogy csillapítsák a lezúduló víz sebességét és mivel ezek szinte leérnek a tartály aljáig, így elkerüljük a csobogást. A másik fő alkatrésze a speciális világítás, aminek célja a növényzet folyamatos növekedésének elősegítése még sötétben is, kihasználva a növények fotoszintézis tulajdonságát [5].

A hengerekbe helyezhető kockákat yCubes-nak nevezik. 30 darab ilyen foglalat található a 3 hengeren összesen. Működésük igen egyszerű, ki-be pattinthatóak és fix elhelyezkedéssel rendelkeznek biztosítva a helyes beillesztést.



*2.8 Ábra: yCubes felépítése.
Forrás: mygardyn.com*

A 2.8 ábrán a jobb kézben a yCubes látható, bal kézben pedig az aljzat látható, amibe beillesztjük a kockát, majd azt a hengerekbe helyezzük vissza. A kockák maguk keltető közeggel vannak megtöltve, amiben az adott növény magja található. A kockák saját, házi megoldások segítségével helyettesíthetőek. Annak oka, hogy valaki ilyesmire vetemedik az az lehet, hogy a rendszer úgy van kiépítve, hogy csak a saját termékét helyezhetjük bele az egyedi foglalat miatt. Az eszköz fő célja a termesztés, ami azt eredményezi, hogy időközönként új növényekre van szükségünk, ha a meglévőket leszüreteljük. Ebben az esetben a termék fejlesztője biztosít utánpótlást, amelyet a telefonos applikáció

segítségével tudunk megtenni könnyedén. Ez a szolgáltatás is a minél egyszerűbb felhasználást igyekszik segíteni. Kiemelendő szempont a széleskörű kínálat a rendelhető kockák területén, ami funkcióban nem bővíti az eszközt, de vonzóbbá teszi azt. Hiszen egy meglévő megoldás számos növényre alkalmazható, hiába kisebb vagy nagyobb az adott növény [5] [6].

Ez a funkcionalitás az, ami igen vonzóvá teszi ezt a terméket. Csoportosítva a következő növényfajták érhetőek el az eszközhöz [7]:

1. Zöldek (Greens):
 - Összesen 25 féle kocka elérhető zöldekből.
2. Gyógynövények (Herbs):
 - Összesen 16 féle kocka elérhető gyógynövényekből.
3. Gyümölcsök (Fruits):
 - Összesen 5 féle kocka elérhető gyümölcsökből.
4. Virágok (Flowers):
 - Összesen 9 féle kocka elérhető virágokból.

Elsőre úgy tűnhet, hogy ezek az adatok feleslegesek, de valójában igencsak fontosak, hiszen rámutatnak arra, hogy egy ilyen eszköznél, ami a növényekkel áll kapcsolatban, nagyon fontos a széleskörű felhasználás, hogy ne csak egy adott növénynél legyen alkalmazható az eszközünk. A világítást biztosító vasrudak érdekes módon, beépített kamerát is tartalmaznak, ami révén dokumentálható és megfigyelhető a növények fejlődése, illetve még egy másik funkciója is van, amit már a szoftveres oldalon aknáz ki az eszköz. Az áramforrást itt egy fali aljzat biztosítja feltehetően a nagyteljesítményű pumpa és világítás miatt, és nem egy vezeték nélküli megoldás. Méreteit tekintve egy cserépnél nagyobb területet foglal el a szobában, de a növények mennyiségét és az eszköz hatékonyságát figyelembe véve ez elenyészőnek tekinthető [7].



2.9 Ábra: A kiszervezés és annak méretei.
Forrás: mygardyn.com

Fizikai paraméterei a következők [7]:

- 1 Szélesség:
 - 61cm – 24 col
- 2 Mélység:
 - 30cm – 12 col
- 3 Magasság:
 - 152cm – 60 col

Az eszköz működése és felépítése 9 pontban összefoglalható, amelyet egy kép segítségével prezentálok [6].



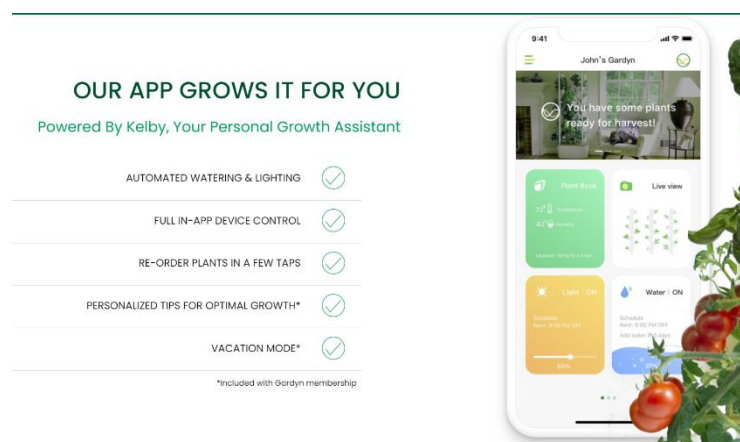
2.10 Ábra: Az eszköz, a bemutatni kívánt pontokkal megjelölve.
Forrás: mygardyn.com

Az 2.10 ábrán látható pontok magyarázata [6]:

1. A kiserelés stabil alapokkal rendelkezik. A felső és alsó biztonsági hevederek extra védelmet nyújtanak az eszköznek. A stabilitást segíti még a víz súlya is, ami a tartályban található.
2. Két nagy felbontású kamera rögzíti a növények minden részletét. A növények fejlődésének elemzésére szolgál és ezáltal tudja még a rendszer optimalizálni a növekedésüket is.
3. Zárt térben keringeti a vizet körkörösén, ezzel elméletileg 95% -kal csökkenti a vízfogyasztást a hagyományos módszerekkel szemben és magába foglalja a levegő és a tápanyagok keringését, valamint optimális környezetet biztosít a kockákban a gyökérrendszerek virágzása érdekében.

4. Az oszlopok szétszedhetőek és mosogatógépben is tisztíthatóak, a még könnyebb karbantartás érdekében, de általában nem igényel gondozást.
5. Alumínium melynek nem csak a stabilitás, a világítás és a kamerák helyének biztosítása a lényege, hanem a fény által termelt hő elvezetése is.
6. Megfelelő mennyiségű fényt kibocsátó LED-ek, amelyek a biztosítják az optimális növekedést. A vezérlés automatikusan is történhet vagy manuálisan is beállíthatjuk azt az alkalmazás segítségével.
7. „Plug-and-Play” kialakítás a kockák számára. Összesen 30 növény tárolására biztosít lehetőséget az eszköz.
8. A fedőlap alatt találhatóak a szenzorok és vezérlők. Több szenzorral is rendelkezik a rendszer, amelyek például a vízszintet, hőmérsékletet, és a páratartalmat is mérik.
9. Egy 6 literes víztartály, ami lehetővé teszi, hogy hetekig ne kelljen a növények öntözésével foglalkoznunk. A tartály oldalain fogantyúk találhatóak, amelyek megkönnyítik a nyitást és zárást, hogy könnyebben tisztítható legyen.

A rendszert egy úgynevezett személyes asszisztens kezeli, amit Kelby-nek neveztek el. Kelby a kamerakép segítségével elemzi a növények állapotát és ahhoz igazítja a rendszert. Ezáltal automatikusan működik a világítás és az öntözés is. A készülék rendelkezik beépített WiFivel. Így képes kapcsolatban lenni a rendszer az AI-val másnéven Kelby-vel. Kelby felülvezérelhető a telefonos applikációval. Tehát, ha egyéni módszereket preferálunk, arra is biztosít lehetőséget számunkra az applikáció révén az eszköz. A mobilapplikáció itt már rengeteg funkcióval rendelkezik. Nem csak beállításokat végezhetünk vele, hanem számos lehetőséget biztosít számunkra bizonyos növények megismerésére vagy épp tippeket biztosít azok gondozására a számunkra. Érdekes mód, rendelkezik előfizetési opciókkal is. Hasonlóan a mai ingyenes applikációk üzletpolitikájával, van egy ingyenes változat, ami korlátozott funkciókat biztosít és az applikáció teljes potenciáljának kihasználásához elő kell fizetnünk az úgynevezett „PRO” verzióra.



2.11 Ábra: Jobb oldalt a telefonos applikáció, míg bal oldalt néhány fő funkció látható.
 Forrás: mygardyn.com

Az applikáció segítségével Kelby képes tudomásunkra adni, ha éppen túlöntözzük a növényeinket vagy pont fordítva és ugyanígy jelzi nekünk, ha túl sok vagy éppenséggel nem elegendő fény éri a növényeket. Azt is jelzi számunkra, ha egy növény már alkalmas a fogyasztásra és ideje lenne azt leszüretelni, megenni. Kelby segítségével akár, ha vakációra megy a család sem megy tönkre a sok növény, hiszen képes magától is ellátni feladatát huzamosabb ideig. Viszont ez a funkció csak előfizetők számára érhető el. Az applikáció nem közvetlenül a Gardyn rendszerrel kommunikál, hanem köztes kapcsolatként egy WiFi, router eszközön keresztül tesztli azt, mint manapság minden okoseszköz. Működési elve, hogy egy hálózatra legyenek csatlakoztatva az eszközök, így az applikáció azokat felderítheti később a hálózaton és hozzáférést biztosít azon keresztül, azok vezérléséhez. Az applikáció előfizetéses funkciója azon kívül, hogy megnyit bizonyos személyre szabott tanácsokat és funkciókat, biztosít még számos dolgot, mint például a havonta 10 yCube igénylését ingyen. Ennek vizsgálata már inkább üzleti szemszögből lenne érdekes, de ez nem kapcsolódik az adott kutatás céljához, így azt mellőzöm. Visszatérve az applikációra, Kelby funkcióinak tehát egy része előfizetéshez kötött, de fontos elemét képezi a rendszernek, hiszen az AI-nak köszönhető, hogy a rendszer képes teljesen automatizáltan nevelgetni növényeinket. Az applikációban lehetőségünk van megnézni a növényekről készült képeket és megfigyelni, hogy növényeink jelenleg milyen hőmérsékletnek, páratartalomnak vannak kitéve. Ellenőrizhetjük az aktuális vízszintet, és a pár mondatnál fentebb említett két beállítást is megnézhetjük, állíthatjuk, ami az öntözési időszak és a fény erőssége volt [5] [6] [7].

2.2.1 Konklúzió

A vizsgált rendszer, amilyen egyszerűnek tűnik, olyan bonyolult. Maga a fizikai eszköz hasonló adottságokkal rendelkezik, mint egy okos cserép. Ami lényegesen eltér, az a nagyteljesítményű pumpa, ami a vízellátást szolgálja és az erős világítás, ami a növények növekedését segíti elő akár egy teljesen sötét szobába zárva is. A rendszer fő eleme az AI, aminek segítségével teljesen automatizálttá válik a rendszer. Képes képek alapján analizálni a növények állapotát és ahhoz igazítani a víz, és fény igényüket. A rendszer igencsak innovatív, nem véletlen kapott „2020 legjobb innovációk” díjazást. Ez a megvalósítás közel áll az általam elképzelt működéshez, amely nem csak segíti, hanem részben át is veszi a növény gondozását. A világítás, mint továbbfejlesztés említésre került a szakdolgozat bevezetésénél, de az itteni eredményeket figyelembe véve számításba veszem a megvalósítását. A rendszer rávilágított még valamire, amit figyelembe kell vennem majd a saját dolgozatomnál is. Ez a mérettel való kompatibilitás fontosságát jelenti. Ennél a rendszernél látható, hogy a kis és nagy növények egyaránt részesülnek a rendszer adta előnyökből. Saját rendszeremnél is törekednem kell arra, hogy kis és nagyobb beltéri bonszai fák gondozását egyaránt segíteni tudja.

2.3 Tregren T3 Kitchen Garden

A T3 konyhakert az előző megoldáshoz hasonlóan egy növénytermesztést segítő eszköz, házon belüli körülményekhez. Ez a rendszer egy nagyobb, vagy több kisebb növényt képest termesztani. Ez a megvalósítás már kompaktabb formában érhető el. A rendszer rendelkezik egy szögletes cseréppel, amiből egy, a növény fölé nyúló lámpa gondoskodik a szükséges fényről [8].

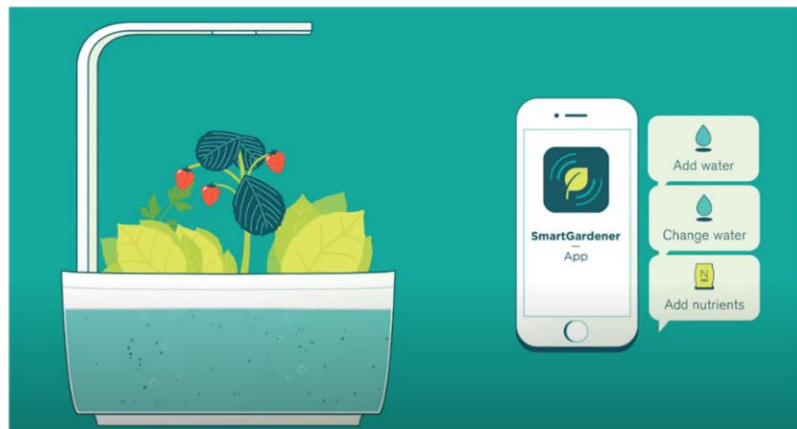


2.12 Ábra: A képen látható a T3 konyhakert eszköz. Több, kisebb növény termesztését láthatjuk és a lámpa működését.

Forrás: tregren.com

Használata igen egyszerűre lett tervezve, mondhatni egy „Plug-and-Play” eszköz. Használata pár egyszerű lépésből áll. 6 darab keltető vagy másnéven „pod” fér el benne, de akár saját növényt is rakhatunk bele. Ezután feltöltjük a rendszert vízzel, és szükség esetén tápanyagoldatot is rakhatunk bele. Összeillesztve a lámpa vázát már csak csatlakoztatni kell az áramot [8].

Például adjunk vizet a rendszerhez, cseréljük a vizet vagy adjunk hozzá tápanyagoldatot [8].



2.14 Ábra: Az eszköz, valamint az applikáció.

Forrás: [youtube.com](https://www.youtube.com)

A 2.14 ábrán bal oldalt látható egy nagyobb változata az eszköznek, jobb oldalt a telefonos applikáció által használt értesítések látszanak, amelyek azt jelzik, hogy beavatkozásra van szükség az eszköznél. Ez lehet a víztartály utántöltése, a víz cseréjének kérelmezése, illetve a tápanyag/tápotat hozzáadása [8].

2.3.1 Konklúzió.

Érdekes volt látni egy kisebb, nem annyira komplex rendszert az eddigieknél. Maga az öntözés érdekesen van megoldva, két szint található a cserépen belül, az egyik a víztározó szint a másik a növény alját érintő szint. A bonszaiokkal ellentétben egy növény általában műanyag cserépben van tárolva és az van egy kaspóba helyezve, míg a bonszaiok a bonszai tálakba vannak ültetve és nincs köztes réteg. Ez a rendszer ezt használta ki, mivel a kaspó mérete nagyobb, mint a cserépé, amibe ültetve van a növény, így az egyben tartja a földet, ha nedvesség éri. Így a rendszer egyfajta áztatásos módszert alkalmaz. Ennél a rendszerenél azt figyelhettük meg igazából, hogy egyszerű megoldásokkal is megvalósíthatóak bizonyos gondozást segítő funkciók. Esetünkben inkább csak az öntözés gyakoriságát csökkenti a felhasználó javára a rendszer. A világítás csak a gyorsabb növekedést eredményezi, és nem teszi szükségessé az ablakban tartást.

2.4 Prét á Pousser Lilo Edition

A Lilo okos virágcserep szintén az otthoni virág és növénytermesztést teszi lehetővé és kényelmessé. A rendszer egyszerűen működik. Beleteszünk egy magot a kis cserépbe egy kis földdel együtt természetesen, majd azt felöntjük vízzel és már csak várunk kell, amíg a növény ki nem fejlődik. Egy állványon levő fényforrás segíti a növények növekedését otthoni környezetben. Az eszköz összesen 3 kisebb cseréppel rendelkezik így 3 növény növesztésére alkalmas egy időben. A rendszerhez tartozik még egy mobiltelefonos applikáció [9].



2.15 Ábra: A képen a Lilo okos virágcserep látható és a mobilapplikáció a bal alsó sarokban.

Forrás: pretapousser.co.uk

A cserép fizikai paraméterei [9]:

1. Szélesség:
 - 30 cm
2. Mélység:
 - 13,5 cm
3. Magasság:
 - 47 cm

A cserép méreteit tekintve kijelenthető, hogy ez is egy kompakt megoldás. Mélységének köszönhetően nem foglal el nagy területet az asztalon, konyhapulton vagy esetleg az ablakpárkányon. Tömege mindössze 2,35 kg, így nem jelent különösebb problémát, ha azt át szeretnénk helyezni [9].

A megvalósítás igen érdekes megoldásokat alkalmaz. Maga a cserép felépítése több részre bontható. Az alapot egy bambuszfa biztosítja. A felületén található három mélyítés, ami biztosítja a 3 cserép stabilitását, és meggátolja azok csúszkálását mozgás közben. Az alapot képző fa hátuljának szánt részén található egy lyuk, amibe beleilleszthető az állvány. Az állvány szintén fából van és igazából olyan, mint egy darab lécs, aminek a szélei le vannak kerekítve. Az állvány tetejére húzható rá a világításért felelős alumínium egység, amibe bele van építve a világítás. Feltehetően ez azért nem fából van, hogy a hőelvezetést biztosítsa. Ilyen erősségű LED világítások képesek akkora hőt termelni, amit már figyelembe kell venni. A vezérlő is itt található. Az áramellátásról fali aljzat gondoskodik. Az erős világítás egy akkumulátort igen hamar lemerítene. Feltételezhetően ez indokolta annak mellőzését. A cserepek maguk műanyagból vannak és tartozik hozzájuk egy beléjük illeszthető üreges műanyag, aminek a közepén van egy kivágás, amibe még egy egység illeszkedik, ami már a földet és a magot tartalmazza. Maga a 3 cserép a fizika törvényeit használja a növények vízellátására. Nem közvetlen a növényt öntözzük, hanem a fedőkre öntve a víz beszivárogozik a cserép oldalán.

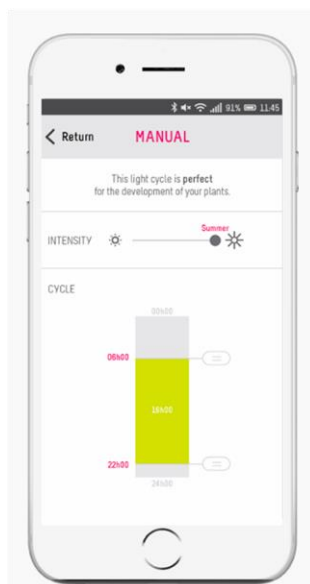


2.16 Ábra: A rendszer egyik cserepével demonstrált működése.

Forrás: pretapousser.co.uk

A növények cserepei növényfajtól függően 2-3 hétre biztosítanak elegendő folyadékot, mielőtt azt újra kellene tölteni. A növények növekedésére ebben az esetben is odafigyeltek. A lámpát fel-le csúszthatjuk az állványon, ha azt a növény magassága igényli. Az ügyes kivitelezésnek köszönhetően a rendszer nem használ pumpát a megvalósításhoz. Olyan érzékelőket, mint például fény, vízszint, hőmérséklet nem használ a rendszer. Ennek köszönhetően azért korlátozottak a lehetőségek, és több felhasználói beavatkozást igényel. A világítást egy kisebb vezérlő irányítja. A lámpán találhatóak kapcsolók, amelyekkel állíthatóak az időintervallumok és a fény intenzitása. A termék a kategóriájában hasonló megoldásokat alkalmaz a magok pótlására, mint a korábban vizsgált rendszerek, azaz rendelni lehet őket. Így előre definiált palettából lehet csak választani, amelyeknek az adott fényigénye ismert. Tehát a rendszert úgy építették ki, hogy a megvásárolható növény variációknak szükséges fényerősség beállítható

legyen. A lámpa egységben még található egy Bluetooth jeladó is. Célja a telefonos applikációval való kommunikáció. Ebben az esetben is közvetlen az eszközzel kommunikál a telefonunk. Az applikáció nincs túlbonyolítva. Fontos megjegyezni, hogy a fizikai kapcsolóknak köszönhetően az applikáció nélkül is működik a cserép. Az applikációban 4 menüelem közül választhatunk. Az egyik a manuális mód, ahol mi állítjuk be az intervallumot és a fény intenzitását. Akkor lehetőségünk van az adott növényt kiválasztani, így az ahhoz definiált beállításokat alkalmazza. Továbbá van egy fényképező mód, amivel ki-be kapcsolhatjuk a világítását vagy annak fényerejét is beállíthatjuk, hogy megteremtsük az ideális világítást egy fotó elkészítéséhez. Viszont kicsit tovább gondolva, lehetőséget biztosít a pontos dokumentálásra, hogy nyomon követhető legyen a fejlődése az adott növénynek. Utolsó opcióként lehetőségünk van ki-be kapcsolni az eszközt. Az applikáció grafikáját vizsgálva egy letisztult, egyszerű dizájnt alkalmaz. Nincsenek animációk, színes blokkok, skálák [9].



2.17 Ábra: Az applikáció MANUAL menüpontjában lévő beállításokat láthatjuk.

Forrás: pretapousser.co.uk

A 2.17 ábrán látható beállítások [9]:

1. Intenzitás (INTENSITY):
 - Egy skálán állíthatjuk be a fény erősségét.
2. Időszak (CYCLE):
 - 00:00 – 24:00 óráig adhatjuk meg a világítás intervallumát.

2.4.1 Konklúzió

A Lilo Edition által alkalmazott megoldások nagyon tetszettek. A rendszer működése rávilágított arra, hogy nem csak a technika által érhetőek el bizonyos funkciók megvalósítása, hanem a fizika törvényei is segítséget nyújthatnak és akár jobb, egyszerűbb megoldást is eredményezhetnek. Dizájn szempontjából az egyik legjobban

kinéző megoldás, habár ez szubjektív. Viszont az egyértelmű, hogy a rendszer nem csak a feladatát látja el, hanem a modern letisztult stílusával kellemes szobadíszként is funkcionál. A szenzorok terén viszont bőven elfért volna egy fényérzékelő szenzor, ami automatikusan érzékeli, hogy szükség van-e a világítás beállítására. Télen és nyáron is változó hosszúságúak a napok, így, ha csak egy bizonyos növényfajtát termelünk például, akkor erre oda kell figyelniük, mivel manuálisan állítjuk az időszakokat, ráadásul a nyáron egy viharosabb, erősen felhős időjárást fogunk ki például egy hétre, akkor szintén korrigálnunk kell a beállításainkat. Ez mind egy fényérzékelő szenzor segítségével orvosolható probléma. Amellett pedig még kényelmesebbé tehetné a gondozást, hiszen akkor tényleg csak a víz pótlására kellett volna figyelniük. Applikációt tekintve jó megoldás, hogy van, de anélkül is kezelhető a rendszer. Viszont a fényképező mód létét teljesen feleslegesnek tartom. A mód funkciója teljesen integrálható lehetett volna a manuális módba. Ha a manuális módban alaptól látjuk az általunk kezelt változtatásokat, itt gondolok arra, hogy ha lehúzzuk a fényerőt akkor azt fizikailag is látjuk, akkor egy SAVE gomb segítségével megoldható lett volna, hogy csak egy fotó erejéig maradjanak aktívak a beállított értékek. Ki-be kapcsolást szimplán integrálni lehetett volna a fényerő intenzitás beállításába, ha minimálisra húzzuk, akkor az lekapcsol. A SAVE gomb segítségével lennének menthetőek a MANUAL menüpontban beállított értékek, és szimplán egy vissza gomb segítségével meg elvetnénk azokat, és akkor az előző beállítások maradnának érvényben. Így megoldható lenne, hogy egy fotó erejéig maradjanak meg a beállítások.

2.5 Szenzorok

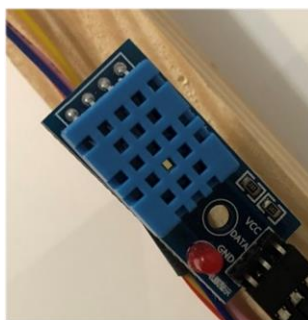
A kutatás során megfigyelhető volt, hogy bizonyos esetekben egy szenzor meglete jelentősen növelhette volna az adott rendszer teljesítményét, alkalmazhatóságát, de ennek ellenkezője is.

Az asztal működéséhez több szenzorra is szükségem van. Figyelembe véve a megvizsgált rendszereket és az asztaltól elvárt fő funkciókat, az alábbi szenzorok használata szükséges. Hőmérséklet, páratartalom, vízszint, talajnedvesség, és fényérzékelő szenzor. A hőmérséklet szenzor segítségével meghatározható, hogy a növény jelenleg nincs-e túl meleg környezetben, hiszen ennek következményeképpen felgyorsul a talaj száradása, ami nem előnyös. A páratartalom szenzor segítségével megfigyelhető az aktuális páratartalom a levegőben, aminek szintén fontos szerepe van, hiszen a növények, leveleik segítségével párologtatnak. Sokkal kevesebb vizet párologtatnak, ha a körülöttük lévő páratartalom is magas. A magas hőmérséklet és az alacsony páratartalom együttese nagyon kedvezőtlen hatással van a növényre, így ezen értékek megfigyelése igen kritikus szempont. A fényérzékelő szenzor segítségével meghatározható, hogy milyen erősségű napfény éri a növényt, ugyanis minden növénynek különbözik a fényigénye. Bonszai fák esetén törekednünk kell, hogy igényeiket minél jobban kielégítsük otthonunkban. Amennyiben az ablak dél felé néz, úgy napközben közvetlen napfény éri a fát. Abban az esetben, ha a fa ezt nem viseli jól, érdemes függönyt/árnyékolót alkalmazni a fa védelmének érdekében. Mivel az asztalt úgy terveztem, hogy az akár egy ablakpárkányon is elfér, így azt közvetlen napfény is érheti. A fényérzékelő szenzor használatával, így megállapítható, mikor van szükség árnyékolásra, a bonszai védelmének érdekében. A vízszint és a talajnedvesség szenzor lehetővé teszi, hogy a rendszer tudja, hogy van-e még víz a tartályban és kell-e öntöznie a fát [11] [12].

2.5.1 DHT11-M0 Hőmérséklet és páratartalom érzékelő modul

Hőmérséklet és páratartalom érzékelésre a DHT11-M0 modult alkalmazom. A modulon egybe integrálva megtalálható a hőmérséklet és a páratartalom szenzor. A modullal meghatározható a relatív páratartalom. „A levegő páratartalmát relatív páratartalomként mérjük, a 0% a teljesen száraz levegőt jelenti, a 100% pedig a párával teljesen telített levegőt jelzi.”² Felbontása 16 bit. Pontosságát tekintve 25°C-on $\pm 5\%$ az eltérés a relatív páratartalomban. Hőmérséklet tekintetében szintén 16 bites a felbontása. Pontosságát tekintve 25°C $\pm 2^\circ\text{C}$ eltérés lehetséges a valóságtól. Tápellátást tekintve 3,5~5,5V tartományban üzemel [10] [11] [13].

² Páratartalom, <http://www.vitaflora.hu/index.php?CN=40.010.050&CIE=0> Utoljára megtekintve: 2022.05.08.



2.18 Ábra: DS5-5528-LDR
Forrás: Saját ábra.

Részletes specifikációk [10] [13]:

1. Felbontás:
 - 16 Bit.
2. Mintavételezési frekvencia:
 - Legfeljebb 1Hz mintavételi frekvencia (másodpercenként egyszer).
3. Működési tartomány:
 - 0°C - 50°C fokig.
 - 20% - 90% relatív páratartalomig.
4. Üzemi feszültség:
 - 3,5V - 5,5V
5. Üzemi áramerősség:
 - 0,3mA mérési.
 - 60uA készenléti.
6. Pontosság:
 - 25°C fokon +, - 2°C.
 - 25°C fokon +, - 5% relatív páratartalom.

A páratartalom és hőmérséklet érzékelésére számos szenzor található még, egybe integrálva és külön is. Annak oka, hogy egy egybe integrált megoldás mellett döntöttem, az, hogy így egyszerűbb a kialakítás és ami még fontosabb, hogy kevesebb kiállást kell felhasználnom a mikrovezérlőn, ugyanis a felhasználható kiállások, más szóval portok/pinek száma limitált. A DHT11 szenzor kiválasztásánál két másik alternatíva volt még lehetséges, az egyik egy BME280 szenzor a másik egy DHT22 volt. A BME280 egy kicsit okosabb, és pontosabb szenzor is egyben, illetve ez a szenzor képes a nyomást is mérni. A DHT11-gyel szemben itt már 2 portra van szükség, ugyanis a BME280 I2C vagy SPI kommunikációs protokollal továbbítja az adatokat a mikrokontrollernek. Emellett egy mikrokontrolleres környezetben fontos figyelembe venni az adott szenzorok árát is. A BME280 a DHT11 szenzorhoz képest majdnem négyszeresébe kerül. A rendszer igényeit figyelembe véve és a több port szükségét, illetve az árazást tekintve BME280 szenzor túlméretezett lett volna a rendszernek. A DHT22 egy jobb, stabilabb változata a DHT11-nek, ami nagyobb tartományban méri a hőmérsékletet. A szenzor -40

és 80 °C között mér, ami beltéri használatra irreleváns volna, de egy kültéri asztal esetén optimális opció lehet. A DHT11 volt a legoptimálisabb választás az adott szenzorok közül. A választott szenzor elemzése során egy érdekbeli negatívumot találtam, amit fórumokon említettek meg, hogy a szenzor néhány felhasználójának hozzávetőlegesen egy év folyamatos használat után az veszített a pontosságából hőmérséklet tekintetében. Ezt figyelembe véve is a DHT11 mellett döntöttem [10] [13] [14] [15] [16] [17] [18].

2.5.2 DS5-5528-LDR

Fényérzékelő szenzornak egy DS5-5528-LDR-t szeretnék használni. A szenzor igazából egy fotoellenállás, amely csökkenti vagy növeli az ellenállását a fény erősségének hatására. Üzemi hőmérséklete -30°C ~ 70°C között van. Fényellenállás (10 Lux) (KΩ) 10-20 közötti értéket vehet fel. A lux a megvilágítás SI mértékegysége, amely négyzetméterenként egy lumennek felel meg. Ezt arra használják, hogy megmérjék az intenzitását a visszaverődő fénynek [19] [20].



2.19 Ábra: DS5-5528-LDR
Forrás: Saját ábra.

Részletes specifikációk [20] [21]:

1. Maximum feszültség:
 - 150V, DC.
2. Működési tartomány:
 - -30°C - 70°C fokig.
3. Fény ellenállás 10Lux esetén:
 - 8 ~ 20 KΩ.
4. Sötét ellenállás:
 - 1 MΩ.
5. Válaszidő:
 - 20ms emelkedés esetén.
 - 30ms csökkenés esetén.

A fény érzékelésére is több szenzor opció van. Egy LDR szenzor használata a leghatékonyabb, ha azt szeretnénk vizsgálni, hogy például nagyon világos, világos vagy esetleg sötét van-e. Egy BH1750 szenzorral hasonlítottam össze az LDR szenzort. A döntésem indoklását ebben az esetben fordítva közelíteném meg és azzal kezdeném, miért

nem a BH1750 szenzor mellett döntöttem. A szenzor az LDR-rel szemben nem egy ellenállás értéket ad vissza, hanem lux értéket 1-65535 között. A szenzor nagyon pontos és nagy felbontással rendelkezik, viszont esetemben akkor lenne ez fontos, ha egy adott lux értéket próbálnék fenttartani. Erre akkor lenne szükség, ha a természet lenne a cél. Természetesen a szenzor szintén alkalmas lenne arra, hogy meghatározza a rendszer, hogy szükséges árnyékolni a fát vagy sem, de az előbb említett cél eltérésén kívül itt is megjelenik a port szám szükséglete. Az LDR egy port és egy ellenállás felhasználásával üzemképes és kód méretének szempontjából is takarékosabb. A kód mérete a portok mellett az egyik kritikus pontja a rendszernek, mivel a mikrokontrolleres környezetben az asztali szegmenssel ellentétben takarékosan kell bánni az erőforrásokkal, jelen esetben a kód méretével, mivel míg pc-s szegmensben megszoktuk a több gigabyte memóriát addig mikrovezérlőknél kilobyte, jobb esetben megabyte-okról beszélhetünk. A fényérzékelés célja a rendszernél, hogy az el tudja dönteni szükséges-e az árnyékolás vagy sem, így az LDR szenzor tökéletesen megfelel [21] [22] [23].

2.5.3 WLD-75 Vízsint érzékelő szenzor

Az asztalba tervezek egy kisebb víztartályt. A tartály vízszint érzékelésére a WLD-75 szenzort tervezem használni. A tápfeszültsége 3-5V között van. A szenzor nem ad arra választ, hogy hány liter víz található a tartályban, viszont visszajelzést ad arról, hogy a szenzor milyen mélyen van elmerülve a vízben. A szenzor a vízszinttel arányos feszültséggel tér vissza a kimeneten, így egy 3 szintes skálán jelezhető, hogy a tartály aktuális telítettsége magas, közepes vagy alacsony [24] [25].



2.20 Ábra: WLD-75
Forrás: Saját ábra.

Részletes specifikációk [24]:

- Működési tartomány:
 - 10°C - 30°C fokig.
- Működési feszültség:
 - 3V - 5V

A WLD-75 szenzor az egyik legelérhetőbb vízszint szenzor. Ennél a döntésemnél nem csak a szenzor ára, hanem annak elérhetősége is fontos szerepet játszott más szenzorokkal szemben. Többféle szenzor és megközelítés is van a vízszint meghatározására. Ennek a szenzornak a kiválasztása során nem több azonos

felhasználásra szánt szenzort vizsgáltam, hanem megközelítéseket, különböző megoldásokat. A vízszint problémájának megoldása során nem különböző technológiákat hasonlítottam össze, mint azt tettem a többi szenzornál, hanem eltérő megvalósításokat elemeztem. Három érdekes megközelítést vizsgáltam meg. Az egyik a fent látható WLD-75 szenzorral történő vízszint mérés, melynek működésére a 2.5.3 fejezet elején tértem ki. A második egy ultrahangos megközelítés. A módszer lényege, hogy a szenzor segítségével meghatározzuk a víz távolságát a szenzortól. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy egy fix tartály tetején lefele néző irányban elhelyezzük a szenzort és elvégezzük a paraméterezést, ami annyit jelent, hogy méréseket végzünk az üres tartályban, így megkapjuk az úgynevezett üres állapotot, majd azt közel maximálisan feltöltjük és megismételjük a mérést. Így tudjuk az üres, és a maximum közti távolságot és a rendszerrel így tudjuk mérni egy általunk létrehozott skálán a vízszintet. Ez főként stabil környezetben alkalmazható, például egy víztorony szintjének méréséhez. Mivel az asztal egy mobilis és viszonylag kompakt rendszer, valamint áthelyezhető, így ezt a megvalósítást nem alkalmazhatom. A szenzor és a tartály kialakítása miatt nagyon magas lenne az asztal ezzel a megvalósítással. A harmadik megközelítés esetén pedig egy talajnedvesség érzékelő szenzort használhatunk vízszint mérésére. A szenzor beállítása hasonló elven működik. Üres tartály és feltöltött tartály által végzett mérés elvégzése után egyéni értékrendszer létrehozása a kapott értékekhez. Ez a megközelítés megvalósítható és erőforrás igényben hasonló, mind szoftveres, mind anyagi szinten egy WLD-75-höz mérve. A döntés ebben az esetben preferencia szerint történt, mivel mindkét megoldás megvalósítható a rendszer számára közel azonos befektetéssel. A WLD-75 rendeltetésszerű működtetés lenne a talajnedvesség szenzorral szemben, így a döntést részben ez is befolyásolta [24] [25] [26] [28].

2.5.4 SOILCAP-V12 Kapacitív talajnedvesség érzékelő

A talaj nedvességének mérésére a SOILCAP-V12 szenzort tervezem használni. A szenzor által szolgáltatott adatok segítségével, meghatározható a talaj nedvessége. Tápfeszültsége 5V és a kimeneti feszültsége 0-3V lehet. Egy adott kimeneti feszültség által meghatározható az aktuális talajnedvesség [28].



2.21 Ábra: SOILCAP-V12

Forrás: Saját ábra.

Részletes specifikációk [27]:

1. Kimeneti feszültség:
 - 0 ~ 3VDC.
2. Működési feszültség:
 - 3,3V – 5,5V.
3. Üzemi áramerősség:
 - 5mA.

A talajnedvesség meghatározására található egy másik szenzor, ami hasonló elven az output feszültség segítségével határozza meg a talaj nedvességét. Ilyen szenzor például az RD-SOIL3. A probléma viszont az RD-SOIL3 és a hasonló felépítéssel rendelkező szenzorokkal az, hogy azok többnyire állandó nedvességnek vannak kitéve, illetve a talajban számos anyaggal találkoznak (oxigénnel is), ami önmagában még nem probléma, de az elektromosság fellépésével olyan kémiai folyamatok mennek végbe, amelyek a szenzor gyorsabb korrodálódásához vezetnek. A szenzor a földbe helyezve magától is korrodálódna, viszont ezen hatások együttese felgyorsítja ezt a folyamatot. Ilyenkor a szenzor eleinte enyhén eltérő, de idővel teljesen hamis adatokat továbbít a rendszernek. Idővel mindenképp használhatatlanná válik. A SOILCAP-V12 ezzel ellentétben nem szenved ettől a problémától, a védőbevonatának köszönhetően [28] [30].



2.22 Ábra: RD-SOIL3

Forrás: Hestore.hu

2.6 Összegzés

A vizsgált eszközök, megvalósítások mind ugyanazt az elvet követték, amit én is kitűztem a dolgozatom szempontjából. Céljuk, hogy az adott növény gondozását segítsék és az azt igénylő fizikai beavatkozások számát csökkentsék vagy teljesen szüntessék meg, ha lehetséges. Habár a vizsgált rendszerek részben cserepek vagy mondhatni hydrofarmok voltak, az én dolgozatom egy bonszai okosasztal. A bonszai asztal nem egy rendes asztalt jelent, hanem egy alátét méretű kis asztalt, ami a bonszai tál vagy alátét alatt található. Egy lehetséges kinézetét a 1.1 ábra mutatja. A bonszai fákat legtöbb esetben bonszai tálakba ültetik, habár normális kaspókban is élnek. A bonszai tálak alul általában lyukasak, hogy az öntözés során a felesleges víznek utat biztosítsanak. Ennek okán szoktak alátétet is használni, ami stílusban illeszkedik a tálhoz [1].



2.23 Ábra: Bonszai tál, amibe a fát ültetni szokták.

Forrás: bonsaistudio.hu

Ennek ismertetése azért fontos mert az asztal kialakítása során figyelni kell arra, hogyha az öntözést pumpával oldom meg, akkor vagy a mennyiséget kell beállítanom úgy, hogy az ne öntözze túl a fát, így meggátolva a víz kiömlését alul, vagy biztosítanom kell egy elvezetést a tartályba. Ennek fontosságára a Gardyn megoldása mutatott rá, ahol a pumpa által szállított víz felesleges részét egyszerűen visszaengedték a víztartályba [5][6][7]. Habár a legtöbb esetben a bonszai tálakkal együtt alátétet is használnak pont emiatt. Az olyan tálak esetén, ahol nem található nyílás az alján ez alapból nem jelent problémát [1]. Egy jól kalibrált pumpa használatával biztosíthatom, hogy mindegyik variánshoz kínáljak megoldást ezen a téren. Méreteiben az asztal hasonlítana a Lilo Edition-höz [9]. Fontos, hogy ne legyen túl nagy a megvalósítás, hiszen alapvető cél, hogy elférjen egy ablakpárkányban. Dizájn tekintetében szintén ez a megoldás állt a legközelebb az általam elképzelthez, hiszen nem csak egy gondozást segítő eszköz fejlesztése a cél, amiből lógnak a vezetékek, hanem egy szobadíszként is funkcionáló eszköz. Ugyanúgy rendelkezik egy állvány résszel is, ahogyan az eszköz is fog. Mivel egy nagyobb alappal rendelkezik az asztal, így a víztartály alatta fog elhelyezkedni, hasonlóan a vizsgált megvalósításokhoz, ahol alul valamilyen formában egy tartály kapott helyet. A T3 esetén megismert áztatásos módszert szokták alkalmazni bizonyos bonszai fajtáknál, de esetünkben ez a módszer nem megfelelő, hiszen az asztal lényege a bonszai kiemelés. Ha az áztatásos módszernél maradnék, akkor a bonszai tálak esztétikai

funkciója sérülne, hiszen az egy nagyobb tábla lenne süllyesztve, ami esetemben nem a legjobb megoldás [1] [8]. Az asztal egyik sarkánál fog az állvány elhelyezkedni a rendszernél. Az állvány esetében egy masszív szerkezet, hasonlóan a Gardyn megoldásához [5] [6]. A vizsgált opciókkal ellentétben az állvány tetején nem lesz világítás. A tetején egy motorikusan vezérelt redőny található, ami leenged egy árnyékolót, ha bizonyos határ fölötti fényt érzékelne a rendszer, ezzel árnyékot adva a növénynek. A Lilo Edition-nél megfigyelhető volt, hogy az állványon lévő világítás magassága állítható manuális módon [9]. Ezt először nem vettem számításba, de egy igen hasznos funkciónak találom, hiszen vannak kisebb-nagyobb bonszaiok. Annak nincs értelme, ha egy kisebb bonszait helyezünk az asztalra és azt a redőny a magassága miatt nem tudja árnyékolni megfelelően. Szenzorokat tekintve a Lua és a Gardyn kiemelkedően sokat tartalmazott. A Lua megoldásánál érdekes volt látni, hogy egy kijelző segítségével mennyire feldobható a mindennapi gondozás. Amellett viszont hasznos visszajelzéseket is adott, ha csak ránéztünk egy pillanatra is [3] [5]. Ezt figyelembe véve az fizikai felépítménynél szintén alkalmaznák vizuális visszajelzésre alkalmas megoldást. Esetemben az asztalra tervezett vezérlő gombok mellett lévő LED világítások jelzik például azt, ha már kevés víz van a tartályban vagy ideje leszedni a drótokat a bonszai ágairól. Világítást tekintve Lua kivételével mindegyik megoldás a növény gyorsabb növekedésére használta azt [3] [5] [8] [9]. Habár az asztalnak ez nem célja, de mint továbbfejlesztési lehetőség egy remek opció. Amennyiben megvalósításra kerülne sor világítás tekintetében, akkor az asztal négy sarkánál lennének a LED-ek, amik irányítottan a fára világítanak csak. Funkcionalitását tekintve egyfajta éjjeli hangulatvilágítás lenne.

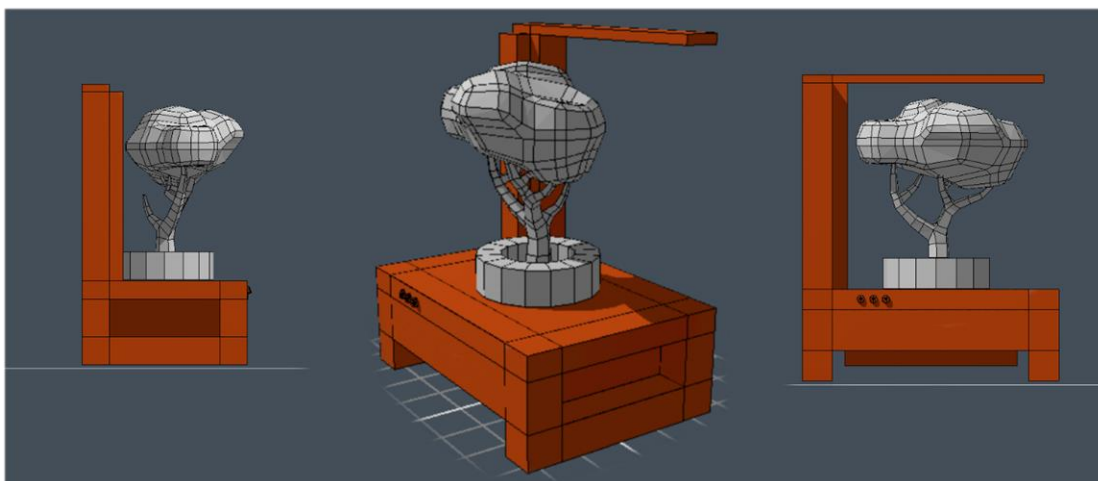
Minden esetben rendelkeztek telefonos applikációval a megoldások, hol érthető céllal, hol inkább csak kötelező elvárásként volt érezhető meglétük [3] [5] [8] [9]. Jelenleg inkább hátránnyként tekintek egy mobilos applikációra a dolgozatomnál. Ennek oka, hogy a rendszerem minél kevesebb interakciót akar kiváltani a gondozótól, viszont, ha arra szükség van azt tegye meg és esetlegesen egy utazás során vagy a boltban feljövő értesítést ne csak félrehúzzon és elfelejtkezzen például a tartály megtöltéséről. Jelen álláspontom szerint jobb, ha azt az asztalnál jelzem a felhasználónak, hogy interakcióra van szükség vagy egy megmaradó üzenet formájában küldöm azt tovább mondjuk egy e-mailként. Az áramforrás tekintetében azt figyeltem meg, hogy ahol több szenzor és pumpa is található, a fali aljzat az optimálisabb megoldás. Így az áramellátást a dolgozatomnál is fali aljzatba való csatlakozás formájában valósítom meg.

3 RENDSZERTERV

A rendszerterv felépítése két részre bomlik. A fejezet egy része a fizikai felépítmény paramétereit, részleteit mutatja be, míg a másik része a rendszer működését és az alkalmazott eszközök kapcsolatát, függőségét írja le. A fejezet fizikai paramétereit közt kerül bemutatásra a vízpumpa, és az árnyékolót mozgató motor. Ennek oka, hogy a két eszköz jelentős hatással van a fizikai kialakítás egészére, így annak paramétereit jelentősen befolyásolják a méreteik és az alkalmazásukhoz szükséges körülmények. Továbbá bemutatásra kerül az alkalmazott mikrokontroller is.

3.1 A fizikai felépítmény

A dolgozat egyik fontos aspektusa, hogy az elkészült rendszer mozgatható legyen és akár egy ablakpárkányon is elférjen. Mivel egy ablakpárkány mérete lakásonként nagy eséllyel eltérő, így a rendszer, vagyis az asztalnak olyan talpazattal kell rendelkeznie, ami túllógás esetén nem borul le a párkányról. Asztalra vagy polcra helyezés során ennek valószínűsége elég csekély, de akkor is figyelembe kell venni a párkány esetét, hiszen egy célja a rendszernek ez a fajta mobilitás. Ami még befolyásolja nagyban a bonszai asztal méretét a fejezet elején említett pumpa és motor. A vízpumpa mellé társul egy tartály is, amiben érdembeli vízmennyiségnek kell elférnie ahhoz, hogy ne kelljen öntözésenként újratölteni. Következésképpen az asztal magasságát növelnem kell egy általános bonszai asztaléhoz képest. Az árnyékolásért felelős a motor, amely egy árnyékolót, sötétítőt enged le vagy húz fel. Ennek okán a dolgozat elején említett állvány kialakítása szükséges. A kialakítása több irányból is megközelíthető, az egyik egy keret alkalmazása két sarok közt az ablak felől például és fentről leengedhető az árnyékoló. A másik, hogy egyik sarok felől kiemelkedik egy oszlop rész és az tartalmazza az árnyékolót, ami vízszintesen jobbra vagy balra nyílik, csukódik egyfajta függönyként. Én egy harmadik megoldást választottam. Az első megoldást bontottam szét és egy részét egy horizontálisan fordított L alakot alkalmazok állványként. Az asztalt szélétében tekintve annak bal hátsó sarkából emelkedik ki egy oszlop, amin elhelyezkedik a vízszintesen álló árnyékoló. Ezt az árnyékolót vezérli közvetlen a motor. Ezen befolyásoló tényezők figyelembevételével lettek meghatározva a fizikai paraméterek. Készítettem egy kezdetleges 3D-s tervet az asztal szerkezeti felépítéséről, amely a valóságtól eltér valamelyest, de kiindulási pontnak megfelelt a váz kialakításához. A terv oldalsó, perspektívából, illetve előnézeti képét a 3.1-es ábrán láthatjuk.



3.1 Ábra: 3D kezdetleges vázterv.

Forrás: Saját ábra.

Az ábra bal oldalán látható az asztal bal oldali nézete, ahol látható a lábazat. A veszélyét annak, hogy az asztal nem lenne alkalmazható esetleg egy kisebb párkányon, úgy kompenzáltam, hogy összekötöttem az oldalsó lábakat alul. Az asztal víztartálya azon belül található, annak is csak felében. Az asztal elejénél látható 3 pont. Ezek a pontok bizonyos jelzésért felelős LED-ek helyei és a szükséges gomboké. Az asztal baloldali felében helyezkedik el a vezérlő, és az ablakfelőli részében pedig a tartály. A tartály azért is csak az asztal ablakfelőli részében helyezkedik el, hogy adjon egyfajta stabilitást a szerkezetnek abban az esetben, ha az eleje egy része lelógna az ne billenjen le, ha esetleg van egy kis dőlése is a párkánynak. Az állvány megvalósítása az ábrán látható módon történik. A bal sarok meghosszabbításával és ahhoz egy vízszintes redőny rögzítésével. Míg a vízpumpa az asztalban helyezkedik el, addig a motor az állvány tetején. Szenzorokat tekintve a vízszint szenzor az asztalba építve kap helyet, míg a fényt érzékelő, hőmérsékletet, illetve a talaj nedvességét vizsgáló szenzorok az asztal állvány részén és a fa tájában helyezkednek el. A váz szerkezete fából épül fel, valamint fém, és műanyag elemeket tartalmaz rögzítés és borítás céljából. Az asztal paramétereit ezen információk tudatában, illetve a környezetemben elérhető párkányok lemérésével határoztam meg.

Az asztal paramétereit:

1. Szélesség: 35 cm
2. Hosszúság: 25 cm
3. Magasság állvány nélkül: 12 cm
4. Állvány magassága: 40 cm
5. Árnyékoló teljes szélessége: 35 cm
6. Tartály űrtartalma: 1.25 L (31x10x9,5 cm)

3.1.1 AD20P-12V-PUMP-C Vízpumpa

Az öntözés automatizálásának céljából tartalmaz a rendszer vízpumpát. A vízpumpa esetében a kiválasztott pumpa bemutatása ebbe a fejezetbe került, mivel a kiválasztása inkább van hatással az asztal fizikai értékeire, mint a szoftveres vagy funkcionális adottságaira. A vízpumpa esetén az eltérő vízpumpák teljesítményben és ami számomra fontos méretben térnek el. Igyekeztem minél kisebb pumpát találni, így esett a választásom az AD20P kompakt 12V pumpára. A pumpa teljesítménye nem volt szempont, hiszen működése nem állandó jellegű és nem kell nagy mennyiségű vizet szállítania. Ami még szempont volt a méretén kívül a kiválasztásának az a működési zajszintje.



3.2 Ábra: AD20P-12V pumpa.

Forrás: Saját ábra.

Részletes specifikációk [31]:

1. Tápfeszültség: 12V.
2. Áramfelvétel: 350mA.
3. Működési zajszint: 35dB, de legfeljebb 40dB.
4. Vízálló: IP68 szabvány keretein belül.
5. Legmagasabb szállítási magasság: 3m.
6. Vízszállítás teljesítménye: 240 l/h.

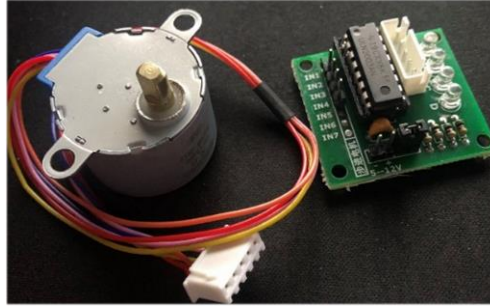
A pumpa 12V-ról üzemel, így a mikrovezérlőről közvetlen ennek üzemelése nem lehetséges. A pumpát egy 12V adapter segítségével látom el a szükséges tápfeszültséggel. A vezérlését, így viszont még nem oldottam meg, ezért a pumpa és a 12V adapter közé egy relét implementálok, aminek be és kikapcsolását a mikrovezérlővel már kezelni tudom. Ezzel elérve a biztonságos működést és vezérlést egyben.

3.1.2 SM-28BYJ-48-5V Léptető motor

Az árnyékoló mozgatásához egy léptető motort használok. Motorok terén is több lehetőség állt rendelkezésre, de a méret mellett itt az is szerepet játszott, hogy milyen körülményekre van szükség a működtetéshez. Egy DC motor esetén azt valamilyen formában jelezni kellett volna, ha az árnyékoló elérte a kívánt szintet. Ezt legtöbb esetben kapcsolók használatával oldják meg, ha olyan a környezet, hogy ez szükséges. Ez

tekinthető konkrétan egy billenő kapcsolónak. Esetemben például ez igényelt volna egy kapcsolót az asztal egy pontján, amit a redőny elérésekor lenyomott volna és leállítja a motort. Ez persze egy szenzorral is megoldható és egyéb más megoldásokkal, de mindenképp plusz kialakítást igényelt volna az asztalon. A léptető motor esetében erre nincs szükség ugyanis „lépések” adhatóak meg a motornak és egy „lépés” egy bizonyos szögelfordulásnak felel meg. Esetemben 2048 „lépés” egy fordulat például. A motor működése egy paraméterezéssel megoldható, vagyis megnézzük hány „lépésre” van szükség az árnyékoló leengedésére és felhúzására. A felhúzást ugyanúgy egy kezdő pozíciónak tekintjük és ahhoz paraméterezzük a lépéseket, illetve a lépés vesztés lehetőségét figyelembe véve felhúzva az árnyékoló nem teljesen van felemelkedve, hanem egy kicsit lejjebb van engedve, hogy legyen egy kis holtjátéka. Ez igaz a leengedett pozícióra is, hiszen arra szükség sincs mivel a tál árnyékolása nem fő feladata.

Legoptimálisabb megoldás volt méretét és a felesleges módosításokat elkerülve a léptető motor. Teljesítményét tekintve a pumpához hasonlóan nem volt mérvadó, hiszen nem számít, hogy egy másodperc vagy öt alatt engedi le vagy húzza fel az árnyékolót. Viszont DC és a léptető motor esetében is szükség van egy motorvezérlőre. Az SM-28BYJ-hez elérhető egy hozzá készített meghajtó modul az SM-ULN2003. Ennek a meghajtónak több szerepe is van, nemcsak feldolgozni a mikrovezérlő utasításait és vezérelni a léptető motort, hanem védeni is azt a visszacsatoló áramtól. Egy motor vezérlése lehetséges közvetlen a mikrovezérlőről, de egy motor működése során leggyakrabban mikor leáll, akkor keletkezhet feszültség, ami a használt vezérlő portokra csapódik vissza, ezzel terhelve azokat, akár idővel tönkretéve a vezérlőt, portot. A motorhoz köthető meghibásodások közül a leggyakoribb az úgynevezett „over stepping”, ami lépéshibát jelent. Ebben az esetben a motor nem a meghatározott lépéseket hajtja végig. Például a motorral 2 lépést tennénk meg, első „lépést” megteszi, másodikat viszont nem, de a rendszer magáról úgy tudja, megtörtént a lépés és visszalépésnél viszont 2-t lép vissza, vagyis -1 lépésbe van a kiindulási ponthoz képest [32]. Ez a fajta meghibásodás általában sokat használt és túlmelegedett motoroknál jelentkezik. Mivel az általam választott léptetőmotor és a hozzá hasonló paraméterekkel rendelkező többi motor is egy olcsó eszköz, így meghibásodás esetén az cserélhető különösebb ráfizetés nélkül. Természtesen itt is elérhetőek jóval precízebb és jobb paraméterekkel rendelkező motorok, viszont azok egy másik árkategóriában vannak. Az asztal az árnyékolót nem teszi ki ilyen viszontagságoknak, így a meghibásodás kockázata jóval alacsonyabb. A biztonságos működés érdekében, ahogy a pumpa esetében is külső adaptert használok. Jelen esetben viszont csak 5V tápfeszültség biztosítására.



3.3 Ábra: SM-28BYJ léptető motor és SM-ULN2003 meghajtó modul.

Forrás: Saját ábra.

Részletes specifikációk [33]:

1. Tápfeszültség: 5V.
2. Sebesség változó arány: 1/64.
3. Lépésszög: $5.625^\circ/64$.
4. Zajszint: <35dB
5. Frekvencia: 100Hz.
6. Fázisok: 4.
7. Lépések egy teljes fordulat alatt: 2048.
8. Típus: unipoláris.

3.2 A rendszer felépítése és működése

Az asztal működése a szenzorokból nyert információk alapján történik. Bizonyos beavatkozások igényét a rendszer több adat függvényében határozza meg, ahogy a pumpa és árnyékoló működtetését is. Az ehhez szükséges határokat, értékeket úgy határoztam meg, hogy több beltéri használatra alkalmas bonszai fény, víz és hőmérséklet igényét vettem figyelembe. Harry Tomlinson – Bonsai című könyve nagy segítség volt. Minden bonszai esetén volt egy szakasz, ami a fa igényeit írta le. Az esetek többségében az öntözés tekintetében az volt fontos, hogy a talaj alja ne száradjon ki. Előfordultak olyan növények, amelyek napi szintű öntözést igényelnek a legjobb növekedés érdekében, de ezek szélsőséges esetek és évszakokhoz köthetőek. Esetükben a minimum elvárás, hogy a talaj egy része ne száradjon ki. Egy nullától százig tartó skálán több bonszai víz, hőmérséklet és fényigényét vizsgáltam külön-külön. A talajnedvesség értékének határát, míg nem kapcsol be a pumpa ezen skála metszetei határozták meg, így a határ 30% lett. A szenzorok kapcsolatára, a rendszer működésére a következő bekezdésben térek ki részletesen, igyekezve azt egy működési ciklus lezajlásaként leírni és bemutatni a rendszer egy bekapcsolásakor végbemenő folyamatokat [1].

A rendszer csak időközönként aktív. Az esetek többségében altatás alatt áll. Ennek célja az energiamegtakarítás, ami napjainkban különösen fontos, illetve a rendszer, ha elvégzi az öntözést, esetleg árnyékolást, utána egy jó ideig arra nincs szükség. Igencsak

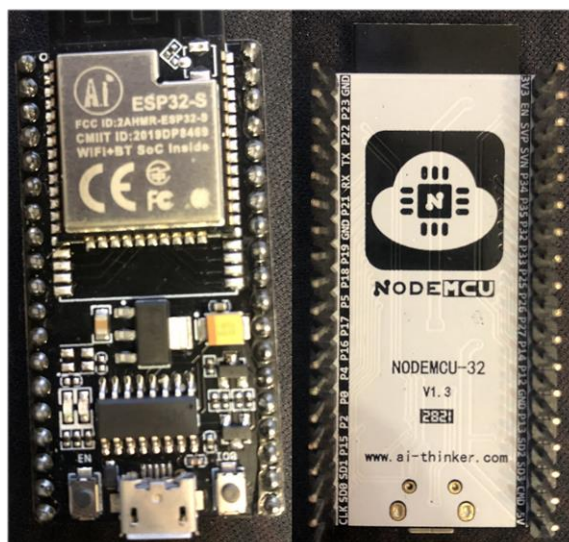
szürreális jelenség lenne, ha percenként kellene öntözni a növényt, vagy leengedni az árnyékolót egy felhős nap végett. A rendszer tizenöt percenként ébred fel és indítja el a méréseket. Ez az érték igazából egyéni döntés volt, de felmerült még a harminc perc és az egy óra is, ám mivel minél gyakoribbak a mérések annál részletesebb képet kapunk a fáról, így végül a tizenöt perc mellett döntöttem. Az ébredést követően a rendszer először a hőmérsékletet és a páratartalmat méri meg. A hőmérséklet során, ha 26°C feletti hőt érzékel, akkor a rendszer egy sötétítési tartomány változás igényt kezdeményez. A páratartalom mérése során, ha nagyon alacsony, azaz 40% alatti értéket mér, akkor az kezdeményez egy öntözést párasítás céljából. Ezek csak egy igényt jeleznek még, ténylegesen nem képesek beindítani az öntözést, árnyékolást. A fény értékét méri ezután a rendszer és meghatározza, hogy az hol helyezkedik el egy létrehozott skálán belül. Ezt követi a vízszint mérése, ami a pumpa esetén az indítás jogát határozza meg és egyben egy fontos biztonsági szempont is az adott érték. A szenzor a mérést követően megvizsgálja, hogy a víz állása a tartályban alacsony értéken áll-e, ha ez igaz, akkor a rendszer a pumpa indítását blokkolja, és felkapcsolja az újratöltés igényét jelző LED-et. Ellenkező esetben viszont a pumpa indítását engedélyezi a rendszer, illetve az előbb említett LED-et lekapcsolja, ha esetleg megtörtént az újratöltés. Következő lépésként a rendszer megvizsgálja a talajnedvességet, ami igényelhet öntözést. A rendszer a pumpa indítását úgy kezdeményezi, hogy megvizsgálja a vízszint, talajnedvesség és páratartalom értékeit. A rendszer elindítja a pumpát annak függvényében, hogy milyen indokkal kapcsoljuk azt be, öntözés vagy párasítás céljából. A két eset különböző ideig engedi üzemelni a pumpát, míg az öntözési céllal kezdeményezett indítás tovább tart, addig a párasítási szándék esetén egy rövid ideig a talaj felszínét csak nedvesítő időtartamig kapcsol be. A szenzorok együttese egy dolgot határoz meg voltaképpen, hogy milyen okból kapcsoljuk be a pumpát. Alapesetben a pumpa 30% talajnedvesség érték alatt kapcsolna be, de párasítás esetén ez 50%-ra emelkedik, ha a pumpa működését a vízszint szenzor engedélyezi. Végül az árnyékolás vizsgálatát hajtja végre a rendszer, ami megvizsgálja van-e igény sötétítési tartomány változtatására. Amennyiben nem, akkor a rendszer csak a legmagasabb tartomány elérése során engedi le az árnyékolót, viszont, ha jött igény, akkor egyel alacsonyabb szinten is már kezdeményezi a sötétítést. Az árnyékoló működése alatt a rendszer megvizsgálja, hogy árnyékolásra vagy annak kikapcsolására van-e igény, majd megvizsgálja a jelenlegi állását az árnyékolónak. Amennyiben szükséges pozícióban áll jelenleg is, akkor a rendszer tovább lép és nem bántja azt, ellenkező esetben végrehajtja a szükséges műveletet és beállítja az új pozíciót aktuálisnak. A leírtaknak felel meg a rendszer egy általános működése a szenzorok és motorok tekintetében ébredés után.

Az asztal viszont rendelkezik egy értesítő funkcióval is, ami az egyik bonszai tevékenységhez kapcsolódik. A drótozás egy olyan folyamat, ami segítségével a gondozók formálják a fa kinézetét saját vagy bevett stílusokhoz igazítva. Egy drótozás végrehajtását követően, amire figyelni kell, hogy mennyi ideig hagyjuk fent a drótozást. A drótozást eltérően 3-6 hónapig lehet ideális esetben fent hagyni, de ez nagyban függ a

fa korától, fajtájától. Ezért a rendszer a legkisebb intervallumot veszi alapnak, ami a 3 hónap. Az asztal elején a drótozásnak található egy LED és egy gomb, aminek célja, ha a gondozó elvégezte a drótozást azt lenyomva bekapcsol a rendszerben két funkciót. Az egyik, hogy az idő lejártakor a LED felkapcsol és jelzi a drótozás eltávolításának esedékességét. A másik egy e-mail küldő szolgáltatás, aminek célja, hogy küld a gondozónak az e-mail címére egy értesítést, ami tartalmazza a levétel dátumát, amit a gondozó hozzáadhat a naptárához, így akkor is kaphat értesítést, ha nincs internet közelben, például egy telefon esetében. A gomb újbóli megnyomása az idő lejárta előtt kikapcsolja a szolgáltatásokat, amit a LED 3 fel-le kapcsolásával, valamint e-mail küldésével jelez. Természetesen ezen funkció használatához szükség van WiFi kapcsolatra, illetve egy megoldásra az aktuális idő figyelésére. Ahhoz, hogy a rendszer, tudjon kapcsolódni a hálózatra, egy NodeMCU ESP32S-t alkalmazok mikrovezérlőnek, ami rendelkezik beépített WiFi modullal [29]. Az időt a rendszer nem maga fogja számolni, hanem NTP szerverről kéri le azt, így garantálva a pontos időt. Az NTP egy hálózati idő protokoll, aminek lényege, hogy óra szinkronizálást tesz lehetővé számítógépes rendszerek közt [34]. Lényegében a protokoll segítségével folyamatosan le tudja kérni a rendszer majd az aktuális időt. Mielőtt a fejlesztési folyamatokra térnék, egy dolog maradt hátra, az alkalmazandó mikrokontroller bemutatása.

3.2.1 NodeMCU-ESP32-S

A mikrovezérlő kiválasztásának fő szempontját a szükséges funkciók, technológiák és tapasztalat együttese határozta meg. Ebben az esetben már szerepe van a fejlesztési környezetnek is, amihez jelentős tényező a meglévő ismeret és tapasztalat. A legtöbb tapasztalatom Arduino IDE környezettel van, ami C++-ban ad lehetőséget egy vezérlő fejlesztésére, így olyan mikrovezérlőt kerestem, ami C++ környezetben programozható, és rendelkezik olyan technológiákkal, amik szükségesek, mint például a WiFi. Számításba jött egy szerényebb változata is egy NodeMCU vezérlőnek, ami egy ESP8266. Az ESP32S viszont egy erősebb, jobb paraméterekkel rendelkező mikrovezérlő. Például több RAM áll rendelkezésre, gyorsabb a CPU, akár Bluetooth kapcsolat kialakítására is alkalmas, amik továbbfejlesztési szempontból sem elhanyagolhatóak [29] [35] [36].



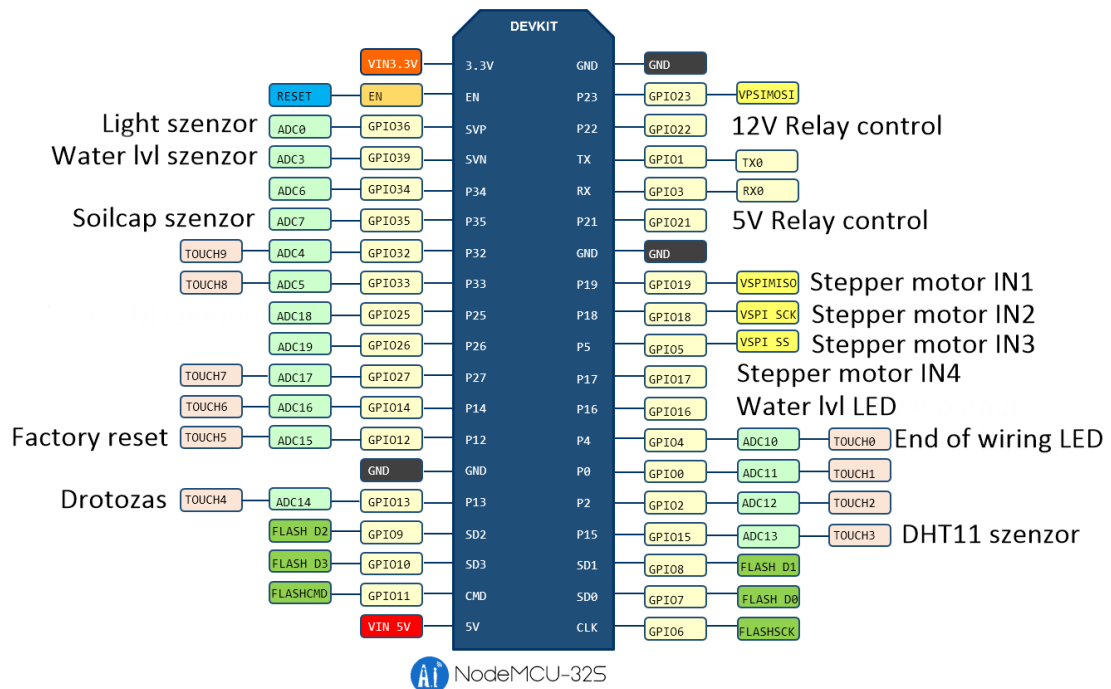
3.4 Ábra: NodeMCU-ESP32S.

Forrás: Saját ábra.

Az ábrán látható a mikrovezérlő vagy más szóval fejlesztői panel. ESP32-S modul látható a 3.4-es ábra bal felső részén. Rendelkezik még egy CH340, USB-UART konverterrel, de a V1.3-nál régebbi modelleknél még egy CP2102 chipet alkalmaztak. Látható még, hogy rendelkezik USB-porttal az áramellátás, a firmware programozása és a UART debugolásának céljából. Illetve 2x19 pin áll rendelkezésre, ami az ESP32-S összes I/O pin-ét kivezeti és így használhatóvá teszi azokat. A port két oldalán látható két gomb is, egyik a reset, ami az újraindításért felelős, a másik egy felhasználó által definiálható gomb [29].

Részletes specifikáció [29]:

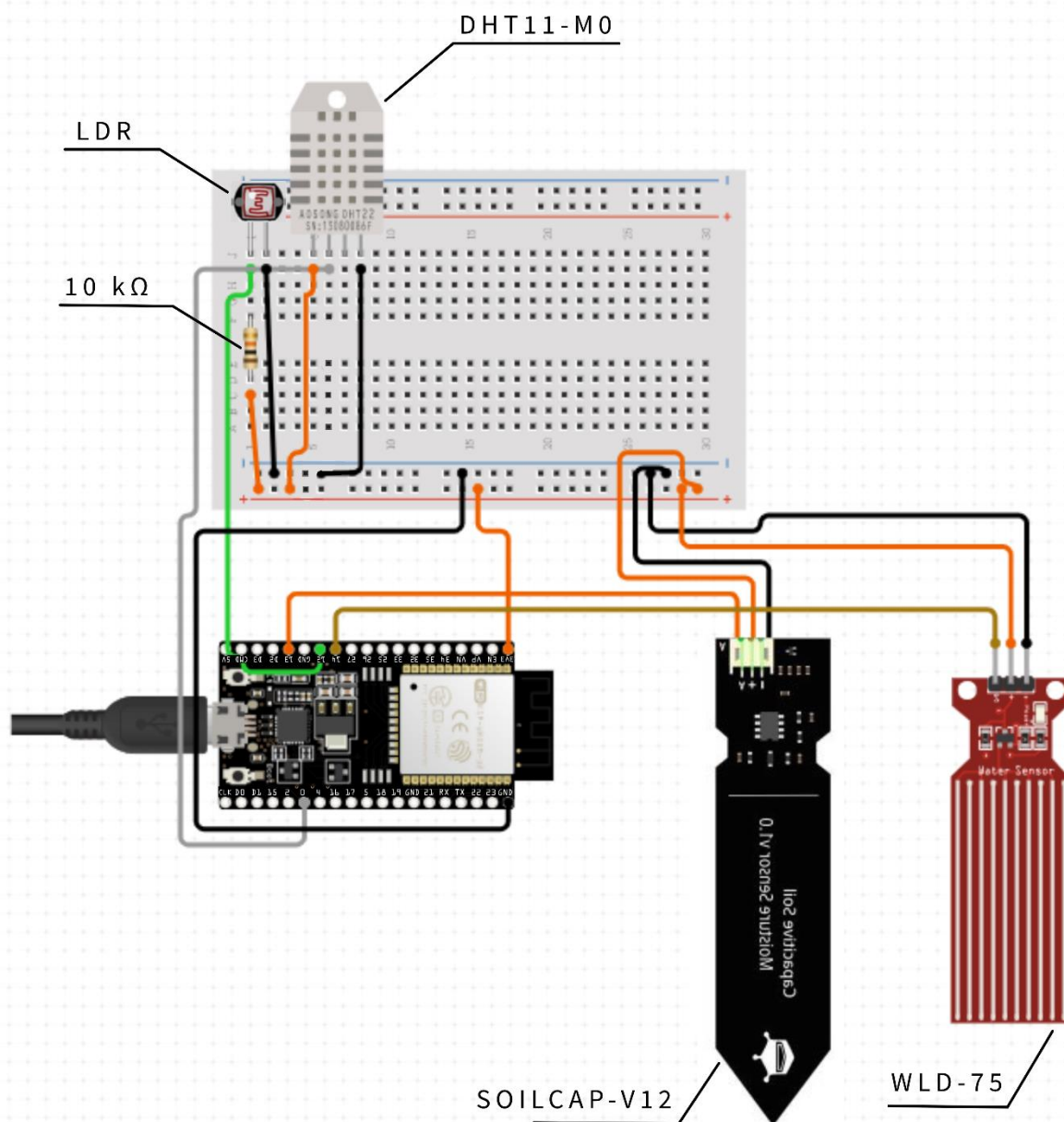
1. WiFi modul: ESP32-S
 - 1.1. Processzor: ESP32
2. Beépített Flash: 32Mbit
3. Antenna: Beépített PCB antenna
4. Periféria interfész: UART/GPIO/ADC/DAC/SDIO/PWM/I2C/I2S
5. WiFi protokoll: IEEE 802.11 b/g/n
6. Bluetooth: Bluetooth 4.2
7. Frekvencia tartomány: 2,4G ~ 2,5G (2400M ~ 2483,5M)
8. WiFi mód: Station / SoftAP / SoftAP+Station
9. Tápellátás: 5V
10. Logikai szint: 3,3V
11. Méretek: 48,26 mm x 25,4 mm



3.5 Ábra: NodeMCU-ESP32S Pin Diagram és azok kiosztása.

Forrás: Gyártói honlapon lévő pin diagram saját szerkesztése.

A fejezetet végül a rendszer szenzorjainak kapcsolási rajzával zárnám, amely az alkalmazni kívánt szenzorok, eszközök kapcsolását mutatja be a mikrovezérlővel.



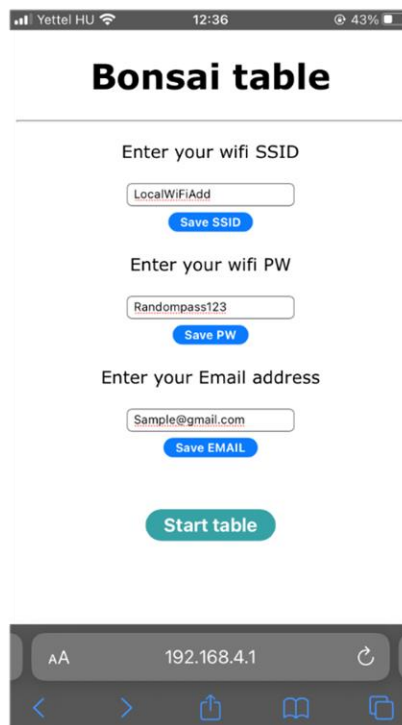
3.6 Ábra: Kezdetleges kapcsolási rajz a kiválasztott szenzorokkal.
 Forrás: Saját ábra.

4 FEJLESZTÉSI LEÍRÁS

A fejlesztést két csoportra bontottam, az egyik a fő funkciók, a másik pedig az egyéb szolgáltatások. A fő funkciók közé soroltam az asztal alapvetően elvégzendő feladatait. Az árnyékolást, az öntözést, és az ehhez szükséges szenzorok működését. Az egyéb szolgáltatások kategóriájába pedig a drótozás gombot és az ahhoz szükséges szolgáltatásokat. Az asztal a drótozás gomb nélkül is ellátja fő feladatát, ami a növény gondozása. A drótozás értesítő gomb implementálása nélkül is működik az asztal, viszont a funkció így nem elérhető. A fejlesztést a szolgáltatások implementálásával kezdtem, mivel teljesen független a gondozási rendszertől, így nem volt akadályozó tényező a fejlesztés során, illetve fontos volt figyelembe venni a mikrovezérlő memóriáját is. A szolgáltatás implementálása lényegesen több erőforrásigénnyel bír, mint a szenzorok üzemeltetése.

Az értesítő gomb a dolgozat során, mint e-mail küldő funkció volt említve. Az első lépés során szükség volt valamilyen formában lehetővé tenni egy gondozó/felhasználó számára, hogy csatlakoztatni tudja az asztalt a lokális hálózatra. Erre két lehetőség volt. Az egyik, hogy a kódba implementálom a WiFi azonosítóját és jelszavát, viszont ebben a formában, ha új router kerül beüzemelésre bármilyen okból kifolyólag, akkor az asztal kódjában felül kell írni az adatokat és azt feltölteni az asztalra, ami se hatékony, sem pedig felhasználó barát nem lett volna. A másik opció, hogy valamilyen eszköz segítségével, ami alkalmas WiFi kapcsolatra, például egy telefon, megadjuk a szükséges adatokat az asztalnak és az onnantól automatikusan kapcsolódik. A fejlesztést így ennek a kódolásával kezdtem. Az első dolog amire szükség volt a WiFi, hozzáférési pontként való bekapcsolása. Ebben az állapotban a WiFi modul hirdeti magát, mint elérhető hálózat, és könnyedén csatlakozni lehet rá telefonnal. A funkció használatához jelszó és azonosító megadása szükséges, de a jelszó üresen hagyása esetén a csatlakozáskor a rendszer nem kéri azt. A legtöbb háztartásban elérhető okoseszköz hasonló elven működik. Rácsatlakozunk az eszközre, majd megadjuk a hálózatunk paramétereit és az csatlakozik rá. Ezt a mintát követve miután rácsatlakoztam a rendszerre, szükség volt megadni a helyi hálózat adatait. A hálózat nevét és jelszavát viszont így még megadni nem lehet. Szükséges valamilyen formában megvalósítani az adatátvitelt. A rendszer rendelkezik egy IP címmel, ebben az üzemmódban. A fejlesztés során ezt a címet használtam fel egy HTML form elérésére. A HTML segítségével egy számomra szükséges weblapot hoztam létre, ahol lehetőséget biztosítottam az azonosító, jelszó és e-mail cím megadására. Az e-mail címre azért van szükség, mert a gomb lenyomásával az értesítési funkció e-mail üzeneteken keresztül kommunikál a gondozóval. A weblapon a beírt adatok tárolódnak a rendszer flash memóriájában, annak érdekében, ha üzenen kívülre kerül a rendszer, a következő indításnál az automatikusan csatlakozni tudjon a hálózatra. Szélsőséges eset manapság, de előfordulhat, hogy nincs

otthon internet szolgáltatás. A weblapon, ha csak a rendszer indítására megyünk az akkor is elindul, ha nem adunk meg semmit, viszont az értesítési funkció nem lesz elérhető.



4.1 Ábra: Rendszer weblap.

Forrás: Saját ábra.

A 4.1-es ábrán látható a weblap. Save gomb használata menti az adott mezőt, majd halványan jeleníti meg a szöveget, hogy elolvasható legyen és elírás esetén azt annyival módosíthatjuk, hogy átírjuk és újra mentjük. Miután megadtunk minden adatot a Start table gombra nyomva a rendszer újraindul és betölti a paramétereket. Az újraindítást követően már, mint eszköz csatlakozik a hálózathoz és nem lesz elérhető számunkra. A rendszer erőforrásaival takarékosan bántva lett létrehozva a weblap, így egy egyszerű, de célját kielégítő weblap lett. A rendszer miután újraindul, azt vizsgálja ez volt-e az első üzembe helyezés, és ha nem, akkor tovább lép a következő funkcióhoz, ami az idő figyelésére szolgál. Ebben a környezetben a legpontosabb időt egy NTP szerver kérést indítva kaphatunk. Habár az ESP32S rendelkezik RTC (Real Time Clock) modullal, ami a sikeres NTP kérés esetén tárolja az időt és hálózati kapcsolat nélkül is képes azt onnantól számolni. A következő lépés az NTP lekérdezés megvalósítása volt. A funkciót figyelembe véve a rendszernek az évre és hónapra volt szüksége. A drótozás átlagban három és hat hónap közötti időszakig lehet fent [1]. A széleskörű felhasználhatóság érdekében 3 hónap elteltével küld e-mailt a felhasználónak, hogy távolítsa el a drótozást. Az NTP kérés alatt a rendszer megvizsgálja, hogy volt-e drótozás aktiválva, ha igen, akkor megvizsgálja az időt, és ha eltelt a 3 hónap, akkor kezdeményez egy e-mail küldést. A rendszer a drótozás aktiválása során is NTP kérést kezdeményez az aktuális idő mentésének érdekében, hogy azt vizsgálva tudja, mikor kell értesítést küldenie. A gomb

lenyomását szintén flash memóriába mentem. Ezzel biztosítva, áramszünet után is, hogy a rendszer nem felejt el értesíteni a gondozót. A következő feladat egy e-mail küldő funkció létrehozása volt. A funkció implementálásához szükség volt a kódíráson kívül másra is. Szükség volt egy kiszolgálóra, ahonnan az e-mailt el lehet küldeni. Az e-mail szolgáltatók közt, mint a Google, Outlook, elérhető egy olyan funkció, ami segítségével eszközöknek biztosítunk e-mail küldési szolgáltatást. A folytatáshoz szükség volt egy szolgáltatásra, vagyis egy SMTP szerverre. A fejlesztés során én a Google-t használtam. Az első lépés egy fiók létrehozása volt. Az üzenetküldő szolgáltatás aktiválásához szükséges aktiválni a kétlépcsős azonosítást, és ezt követően engedi a rendszer egy egyedi kulcs generálását, amit felhasználva az eszközünk hozzáférést kap a fiókhoz. Az e-mail címünk és a generált jelszó megadásával a rendszer képes e-mailt küldeni. A rendszer indítása során megadott e-mail címet is ez a szolgáltatás használja fel. A szolgáltatás e-mail küldéséről értesíti a rendszer, ha sikertelen volt, a következő ébresztésnél megpróbálja újból.



4.2 Ábra: E-mail a rendszertől.

Forrás: Saját ábra.

A tesztelés folyamán készült 4.2 ábra látható az értesítés megtörténtéről. A rendszer értesítést küld a gomb lenyomásakor, az idő lejártakor és a gomb újbóli megnyomásakor annak deaktiválásáról, illetve az e-mail küldés felhasználható volt a víztartály feltöltési igényének jelzésére is ezek mellett. Mivel gomb segítségével érhető el a funkció, így szükséges volt bármikor elérhetővé tenni azt, a rendszer mérések végzésén kívül. A rendszer mély altatásban van alapvetően, és 15 percenként ébred fel vizsgálatot végezni. A mélyaltatás alatt a rendszer figyeli a meghatározott portokat, amelyek lehetővé teszik számára az ébresztést. A drótozás gombja képes felébreszteni a rendszert, így elérhetővé tenni azt, amikor szükséges. A rendszer ekkor csak egy idő kérést indít, majd menti az adatokat és jelzi a rendszernek, hogy aktiválták, majd újra

altatásba kerül. A funkció így, céljának megfelelően implementálva lett. Emellett a rendszerhez tartozik egy ugyanilyen ébresztésre képes gomb, aminek funkciója a gyári állapot visszaállítása, ha például új WiFi azonosítónk lenne, akkor csatlakozni tudjunk arra is.

A rendszer fő funkciójához szükséges szenzorok implementálása következett. A rendszer ébredéskor megvizsgálja a szolgáltatáshoz szükséges lépéseket, majd elkezdi a méréseket végrehajtani. Elsőként a DHT11 szenzorral végez méréseket. Öt mérést átlagol és annak az értékét adja tovább a rendszernek, hőmérséklet és páratartalom esetén is. A mérés során egy hőmérséklet tartomány közt mér a szenzor. Sikertelen mérés esetén a rendszer a 0 értéket adja vissza, amiről tudja, hogy csak akkor állhat fent, ha szakadás történt a vezetéken vagy nem sikerül a mérést elvégeznie a szenzornak. Ezt követően a fényérzékelésének implementálása következett. Ennél a szenzornál és a későbbiekben említettekénél is kalibrálásra volt szükség, ami azt jelenti ebben az esetben, hogy a rendszerhez igazítjuk a mért értékeket. A fény érzékelése egy analóg port olvasásával valósult meg, különböző fényviszonyok mellett. A mért értékeket egy értékkrendszerhez kötve, a rendszer értesítést kap *String* értékként arról, hogy milyen erős a fény jelenleg. A mért adat itt is átlagolva van és kiértékelés után, mivel a rendszernek nincs rá szüksége, ezért kap csak egy *String*-et. A következő szenzor a vízszint szenzor, ami hasonlóan egy analóg port olvasásával történik. Átlagolás történik hasonlóan, viszont a visszatérési érték egy *bool* érték. Ennek oka, hogy a rendszernek csak annyit kell tudnia van-e elég víz még a tartályban. A következő mérést a talajnedvesség szenzorral végzi a rendszer. A szenzor kalibrálása vízben történt. Az analóg porton érkező jel száraz környezetben egy felső küszöbérték lett, míg a vízbe rakott állapotában mért, egy alsó küszöb. A szenzor száraz állapotban 4095-ös értéket adott vissza, míg vízben ázva 1640-eset. A rendszer egy *int* értéket kap a mérésből, ami egy százalék érték valójában, a két érték között részarányosan. Így 0-100 közötti *int* értéket vár a rendszer. Szakadás esetén itt a rendszer egy 200-as értéket kap, amiről tudja, hogy hibás volt a mérés és a későbbiekben ez alapján jár el. A felhasznált szenzorok implementálásával a pumpa és a motor használata maradt hátra. A pumpát egy relé indítja és kapcsolja ki. Ennek implementálása egy port fel-le kapcsolása volt, viszont ennek engedélyeztetése a mért szenzorok (páratartalom, talajnedvesség, vízszint) kapcsolatán alapul. A rendszer először azt vizsgálja, van-e elég víz a tartályban, ha nincs nem engedi bekapcsolni a pumpát, ha van, megvizsgálja, hogy jött-e kérés párasításra. Amennyiben igaz, megvizsgálja a talajnedvesség adatot és ha az 50% alatt van, egy másodpercre bekapcsolja a pumpát egy felületi locsolás erejéig. Abban az esetben, ha nem jött kérés párasítás céljából, akkor a rendszer megnézi, hogy a talajnedvesség 30% alatt van-e és bekapcsolja a pumpát három másodpercre. Az árnyékolás használata esetén megvizsgálja a rendszer, hogy milyen erősségű a fény, illetve a hőmérséklet mekkora. Ha 26°C feletti, akkor csökkenti az árnyékoló aktiválásának határát hűtés céljából. Alapesetben csak erős fény esetén engedi le a rendszer az árnyékolót, de a hőmérséklet adatot vizsgálva ez változhat. A folyamat során megvizsgálja, hogy jelenleg le van-e engedve vagy sem. Amennyiben azon az álláson van

az árnyékolás, amire jött a kérvényezés, nem történik semmi, ellenkező esetben végrehajtja a kívánt kérést.



*4.3 Ábra: Rendszer fejlesztés alatt.
Forrás: Saját ábra.*

A 4.3 ábrán a rendszer látható a fejlesztés és tesztelés alatt.

5 TESZTELÉS

A tesztelés fő szempontja a biztonságos működés. Mivel a rendszer működése során víz is felhasználásra kerül, ezért kiemelten fontos annak biztonságos működtetése. A rendszer tesztelése során a motorok vezérlésért felelős rendszerek tesztelése a fő szempont, hogy a rendszer fő funkcióit hiba mentesen tudja ellátni és ne tegyen ki senkit sem veszélynek. A tesztelési fázist azoknak a szenzoroknak a tesztelésével kezdtem, amelyek hatással vannak a pumpa működésére.

A tesztelés során, mivel egy mikrokontrolleres környezetben fejleszték, nem csak mockolt adatokkal dolgozom, hanem a valóságban is közbeavatkozok a rendszer működése során. A pumpa működésére a fényérzékelésen kívül, minden szenzorra szükség van, így elsőként azok tesztelése a feladat.

DHT11 tesztesetek:

- Szakadás: A teszt folyamán feltételezzük, hogy a szenzor nem elérhető vagy mérés közben lesz elérhetetlen kábel szakadás végett. A teszt akkor sikeres, ha a szakadás hatására keletkezett értékek nem jutnak tovább a rendszerhez és már a mérés során értesítjük a rendszert a hibáról.
- Meghibásodás: A teszt során feltételezzük, hogy a szenzor valamilyen komponense meghibásodott és az ezáltal mért adatok nagyban eltérnek az elvárt értékektől és ezzel befolyásolhatják a rendszert. A teszt sikeres, ha nem jut tovább a rendszerhez a hibás érték és így nem módosítja annak működését.

DHT11 teszteredmények:

- Szakadás: A tesztet mérés előtti szakadás vizsgálatával kezdtem. Ebben az esetben a szenzor portján folyamatosan 0 érték volt leolvasható. Zavarás a porton nem volt jelen. Mielőtt az átlagolás megtörténne a metódusban, megvizsgálja, hogy *float* érték jött-e válaszként a szenzortól, amennyiben nem, akkor azt figyelmen kívül hagyja. A szenzor *float* értéket ad vissza század pontossággal, de a rendszer egy *int* értéket kap, és ha az 0, akkor tudja, hogy hibás olvasás történt. A rendszer tudja, hogy egy háztartásban 0%-os páratartalom, valamint 0°C elérése közel lehetetlen, így nagy valószínűséggel hiba történt és nem használja fel a mérési eredményt. Ha mérés során történik szakadás, akkor a rendszer szintén a 0-ás értéket kapja a szenzortól és az átlagolást félbeszakítja.
- Meghibásodás: A teszt folyamán mockolt adatot, vagyis saját, teszt céljából készült adatot kezeltem a metódusban, mintha azt a szenzor olvasta volna. A mérések során átlagol a rendszer. Minden adat vizsgálatánál figyelembe vesz egy tartományt, és ha azon kívül esik az érték, jelzi a rendszernek egy 0 érték visszaadásával. Mivel az eszköz beltérben van rendeltetésszerű használat során, így egy intervallumban vizsgálva az értéket, ha az például 40°C feletti, vagy 10°C alatti értéket átlagolna, ezt a metódus megszakítja, és 0 értékkel tér vissza.

```

14:16:05.829 -> DHT11: mérések indítása!
14:16:07.864 -> .....
14:16:16.057 -> DHT11: mérések indítása!
14:16:18.086 -> .....
14:16:26.180 -> 25
14:16:26.180 -> 52
14:16:26.180 -> 0
14:16:26.180 -> 0

14:13:14.873 -> DHT11: mérések indítása!
14:13:16.939 -> Sikertelen mérés!
14:13:17.034 -> DHT11: mérések indítása!
14:13:19.082 -> Sikertelen mérés!
14:13:19.082 -> 0
14:13:19.082 -> 0

14:24:04.790 -> DHT11: mérések indítása!
14:24:06.939 -> DHT11: mérések indítása!
14:24:08.953 -> 0
14:24:08.953 -> 0

```

5.1 Ábra: DHT11 Teszt normál állapotban, majd szakadásokkal és végül meghibásodással.

Forrás: Saját ábra.

WLD-75 tesztesetek:

- Szakadás: Teszt folyamán feltételezzük, hogy a vezeték elszakad, mérés előtt vagy közben. A teszt akkor sikeres, ha a szakadás hatására keletkezett értékek nem jutnak tovább a rendszerhez és már a mérés során értesítjük a rendszert a hibáról.
- Meghibásodás: A teszt folyamán feltételezzük, hogy a szenzor meghibásodott és hibás értékeket mér. A hibás adatokat saját mockolt adatokkal idézem elő. A teszt sikeres, ha a hibás mérést a rendszer nem kapja meg.

WLD-75 teszteredmények:

- Szakadás: A mérés módszere egy analóg port olvasást hajt végre. Felléphetnek zajok az adott portokon. A szakadás imitálásánál, vagyis a vezeték kihúzásakor ebben az esetben nem 0 volt az olvasott érték, hanem 90 - 270 közötti. Ennek oka a fényérzékelő szenzor, mivel az egy fényre érzékeny ellenállás, így az érték ingadozás évégett volt. Ha árnyékolva volt, leesett a zaj szint, míg erős fény hatására, megugrott. A módszer egy *bool* értékkel tér vissza. Mivel a szenzor paraméterezés mellett lett beüzemelve, így egy mérés történt szárazon, és vízbe áztatva. A mért adatok közt a legalacsonyabb is jóval a zajszint felett volt, így a végső értékre nincs hatással, mert túl alacsony a zaj. Mivel a szakadás során mért adattal is a visszatérési érték tiltja a pumpa bekapcsolását, így az nem okozhat kárt a rendszerben. A mérés átlagolást végez ebben az esetben is, és ha mérés közben lép fel szakadás, akkor a mérés folytatódik az átlagolással, de drasztikusan csökken az érték, ami azt jelenti, hogy hamarabb tiltja a rendszer a pumpa indítását, mint amikor tényleg szükséges lenne az.

- Meghibásodás: A teszt folyamán feltételezzük, hogy a szenzor meghibásodott és nem hiteles adatokat mér. Ebben az esetben működési elvéből kifolyólag a szenzor a tényleges mért értéknél alacsonyabban mérhet. A szenzor a víz hatására változtatja ellenállását. Ez a fajta meghibásodás, akkor is fennáll, mikor a szenzor a víz és elektromosság hatására korróziót idéz elő a felületen. Mindkét esetben a szenzor mérési tartománya lecsökken a hatékonyságot tekintve, de a hibás működést kizárva. Alacsony vízszint hatására a pumpa nem indulhat el, így meghibásodás esetén az nem kapcsolhat be akkor, amikor nincs víz a tartályban.

17:47:50.609	-> Vízszint mérése:	251
17:47:50.609	->	
17:47:51.588	-> Vízszint mérése:	246
17:47:51.588	->	
17:47:52.601	-> Vízszint mérése:	237
17:47:52.601	->	
17:47:53.615	-> Vízszint mérése:	256

5.2 Ábra: WLD zaj megjelenése szakadás esetén.

Forrás: Saját ábra.

Soilcap V12 tesztesetek:

- Szakadás: A teszt folyamán előidézzük, hogy a szenzor nem elérhető vagy mérés közben lesz elérhetetlen kábel szakadás végett. A teszt akkor sikeres, ha a szakadás hatására keletkezett értékek nem jutnak tovább a rendszerhez és már a mérés során értesítjük a rendszert a hibáról.
- Meghibásodás: A teszt folyamán feltételezzük, hogy a szenzor a mérési tartományán kívüli értéket is mérhet és azt próbálja meg továbbadni a rendszer részére.

Soilcap V12 teszteredmények:

- Szakadás: A mérés módszere egy analóg port olvasással kezdődik, aminek értékét egy saját skálán értelmezzük. A paramétereket az határozza meg, hogy milyen értékeket olvasunk le teljesen száraz környezetben, illetve a szenzort vízbe mártva. A szenzor 1640 és 4095 közötti értéket vehet fel. Teljesen száraz esetben 4095, vízben ázott állapotban 1640 volt az érték. Szakadás esetén a porton 0-ás érték volt mérhető. Zaj ezen a porton nem volt jelen. Mivel ennek a szenzornak fordított a működése és minél kevesebb a víz annál magasabb az érték, így erős zaj esetén sem lehetséges, hogy öntözést kezdeményezzen a szenzor a rendszertől. Szakadás esetén 0 volt a visszatérési érték. A módszer 0-100 között ad egy számot vissza. Ez egy százalék értéknek felel meg, és alapesetben 30% alatti mérés esetén jelez a rendszernek öntözés céljából. Ha szakadás következik be és megtörténik az átlagolás, a módszer megvizsgálja, hogy az alsó határérték alatti-e az érték, ha igen akkor 200-as számot adja vissza, amiről tudja a rendszer, hogy hibás mérés

történt. Mérés közbeni szakadás esetén drasztikusan csökken az értéke az átlagolásnak és ebben az esetben is 200 a visszatérési érték. Feltételezve, hogy nem drasztikus a mérési hiba, és folyamatosan csökkenti az értéket, a szenzor fordított működésének köszönhetően az öntözés kezdeményezése nem valósulhat meg.

- Meghibásodás: Hasonló eset áll fent ebben az esetben is mint szakadás terén, ott 0 vagy zaj értéke léphetett fel mint olvasott analóg jel érték. Ebben az esetben a felsőhatár fölé menő mockolt értékeket adunk a metódus számára, mint olvasott érték. A teszt során a 200-as érték tért vissza. Ennek oka, hogy a felsőhatárt is vizsgálja a rendszer, így kizárva a hibás igény indítását a pumpa felé.

```
18:57:09.508 -> Moisture value: 4095
18:57:09.976 -> Moisture value: 4095
18:57:10.490 -> Moisture value: 4095
18:57:11.007 -> Moisture value: 0
18:57:11.507 -> Moisture value: 0
18:57:12.006 -> Moisture value: 0
18:57:12.504 -> Moisture value: 0
```

5.3 Ábra: Soilcap szakadáskor mért érték.
Forrás: Saját ábra.

Pumpa tesztesetek:

- Szakadás: A pumpát a rendszer nem közvetlen irányítja. A pumpa egy relé kapcsolásával történik. A teszt során megvizsgáljuk, mi történik szakadás esetén indítás előtt és a folyamat alatt. A teszt akkor sikeres, ha a pumpa nem indul el, vagy leáll hiba esetén.
- Hibás mérések: A teszt folyamán a szenzorok hiba érzékelésekor küldött adatokat adjuk át a pumpa indításáért felelős metódusnak. A teszt akkor sikeres, ha nem indul el a pumpa.
- Meghibásodás: A teszt során feltételezzük, hogy a relé tönkremegy. A teszt akkor sikeres, ha nem indul el a pumpa.

Pumpa teszteredmények:

- Szakadás: A pumpa működését tekintve a relé modult normális nyitott állásban használjuk. A másik lehetőség a normális zárt. Utóbbi folyamatosan ellátja árammal a pumpát, amíg egy vezérlés során nem kap feszültséget. Ez a megvalósítás veszélyes és ideális sem lett volna. A normális nyitott (NO), viszont csakis akkor kapcsolja be a pumpát, ha a relé IN2 pinje feszültséget kap a mikrovezérlőtől. Ha szakadás áll fent a pumpa nem kapcsol be, hiába kapcsoltuk fel a portot a vezérlőn. Az üzemelés alatti szakadás esetén a pumpa azonnal leállt. Ennek oka, a kivitelezés. A rendszer és a relé közt fellépő probléma esetén sem történhet baleset.

- Hibás mérések: A rendszer a felesleges elágazások futtatása miatt egyből a vízszint tartály által mért adatot elemzi. Hamis érték esetén nem fut tovább a metódus és nem történik meg az öntözés, mert nincs elég víz a tartályban. Ellenkező esetben folytatódik a kiértékelés. Ha hibás páratartalom érték jött, a rendszer figyelmen kívül hagyja az értékhatár módosítását, további jó adatok esetén végrehajtja az öntözést. Ha a talajnedvesség szenzor mérése volt hibás, a pumpa indítása nem lehetséges, mivel a rendszer nem tudja szükséges-e. Eddig a rendszer megfelelően megszakította a folyamatokat.
- Meghibásodás: Ennek tesztelése nem lehetséges, csak feltételezhető. A relé modul meghibásodása esetén képtelen lenne fogadni a vezérlő jeleket, akkor a pumpa is inaktívvá válik. A külső áramforrás bekötésének megvalósítása itt is védelmet nyújt a felhasználónak, mint, ahogy szakadás esetén is.

A tesztelés végére a fényérzékelő, a léptetőmotor és a szolgáltatás maradt.

LDR tesztesetek:

- Szakadás: A teszt folyamán megvizsgáljuk, hogy milyen adatok érkeznek be a portra szakadás esetén. A teszt sikeres, ha a rendszer deaktiválja az árnyékolást.
- Meghibásodás: A teszt folyamán feltételezzük, hogy a szenzor elromlott. A teszt akkor sikeres, ha a rendszer deaktiválja az árnyékolást.

LDR teszteredmények:

- Szakadás: Mivel egy olyan szenzorról van szó, ami működési elvét tekintve egyetlen vezetéknek is tekinthető, szakadás esetén a porton 0 érték jelenik meg. Zaj a porton nem mérhető, így a mérés metódusára a következőképpen van hatással. Mint a többi mérésnél, itt is átlagol a rendszer. Szintén rendelkezik egy saját skálával, ami személyre szabott a funkciót tekintve. A metódus egy *String* értéket ad vissza annak megfelelően, hogy milyen értéket átlagolt a mérés során a metódus első fele. A szenzor működési tartománya 0 és 4095 között van az adott vezérlővel. Szakadás esetén 0-t mér a metódus, majd a skálán, az ahhoz tartozó szöveget adja vissza. A skála rendelkezik 0 és 50 közötti tartománnyal, ez a „sötét” -nek felel meg. Szakadás esetén ezt a szót adja vissza a rendszernek. A rendszer ebben az esetben feltételezi, hogy hiba van, ezért az árnyékolót deaktiválja, mindaddig amíg egy sikeres mérés nem történik és nem látja szükségesnek azt aktiválni.
- Meghibásodás: A szenzor meghibásodás során produkált értékei megfelelnek a szakadásban leírtaknak. A szenzor hajlamos meghibásodni kültéri használat során. A kinti viszonyosságokat nehezen viseli és az érzékelésért felelős rész tönkremegy, ilyenkor szakadás lép fel. A rendszer deaktiválja az árnyékolást.

Árnyékoló tesztesetek:

- Szakadás: A teszt folyamán vizsgálja meg a szakadás által okozott hatást.
- Hibás mérések: A fényérzékeléskor kapott hibás adatok feldolgozásának módját teszteli.

Árnyékoló teszteredmények:

- Szakadás: Ebben az esetben a motor megfelelő vezérlése lehetetlenné vált. Az árnyékoló a vízpumpához hasonlóan kikapcsolt állapotban marad. Sérülés és kár nem keletkezik a hiba során, de egy funkcionalitást elveszít az asztal.
- Hibás mérések: Az árnyékolás módszere két dolgot vesz figyelembe, hogy milyen erős fényviszonyok vannak jelen, illetve a hőmérsékletet. Megvizsgálja, volt-e kérés árnyékolásra vagy annak felhúzására. Ha volt kérés, akkor megvizsgálja az aktuális állását a motornak és ha szükséges változtatni, azt végrehajtja a fényviszonyokhoz mérten. Amennyiben a hőmérséklet érték hibás, abban az esetben csak az alapbeállításnak megfelelően történt az árnyékolás. A fényérzékelő esetében, ha hibás adat vagy szakadás által küldött érték érkezik, akkor az árnyékolás nem aktiválódik, és amennyiben az leengedett állapotban van, az felhúzásra került. Ha mind a két beérkező adat hibás, akkor a rendszer felhúzza az árnyékolót, hogy fényt mindenképp biztosítson a fának hiba esetén is.

Drótozó funkció teszteset:

- Időtűllépés: A teszt folyamán leteszteli mi történik, ha a küldés közben, vagy az idő mentése közben megszakad a kapcsolat. A teszt sikeres, ha az elvárt működés megvalósul.

Drótozó funkció teszteredmény:

- Időtűllépés: A szolgáltatást két esetben érheti ez a hatás, az egyik az idő lekérésénél, a másik az e-mail küldésénél. Első esetben, a gomb nyomására létrejön egy adatszerkezet a flash memóriában az adatok tárolására például áramvesztés esetén. A szükséges adatokat az idő lekérésével kapja meg a funkció, ami először a hálózatra csatlakozik, és ha ez megtörtént, kérést indít a szerver felé. Tíz másodpercig várakozik, majd befejezi a kérést, megszakítja a műveletet és 0 év, hónap adatot tárol az emlékeztetés funkcióhoz, majd altatásba kerül a rendszer. Minden ébredésnél indul egy időkérés. Az időkérésben van egy elágazás, ami vizsgálja a funkcióhoz tárolt adatokat, és ha az év értéke 0, akkor legyen az aktuális év, hónap az értéke. Erre azért van szükség, hogy ha a gomb lenyomását követően a rendszer nem tudta lekérni az aktuális időt, akkor azt később frissítse. Így a rendszer kompenzálja az elérési problémát, és vélhetően a nap folyamán, az ébredések alatt sikerül lekérnie az aktuális időt. A másik az e-mail küldési funkció, ha pont elmegy a net és a küldés nem történik meg, akkor újból

próbálkozik, mindaddig amíg el nem küldi vagy nem deaktiválja a funkciót. Ezt szintén egy adat mentésével biztosítom. Egy *bool* értéket vizsgált a rendszer a teszt során, ami csakis akkor válik igazgá, ha az e-mail küldés megtörtént. A teszt sikeres volt, és megtörténtek a hiánypótlások, annyit megemlítve, hogy ezek nem azonnal történtek meg, hanem a következő ébresztés alatt. A rendszer, habár nem azonnal, de korrigálja a hibát.

```
10:54:36.574 -> .
10:54:37.088 -> .
10:54:37.587 -> .
10:54:37.587 -> sikertelen ntp kérés
10:54:37.587 -> Time Year, month, buttonpress, emailsentcheck overridden.
10:54:37.587 -> Csatlakozás Bonsai table
10:54:38.085 -> .
10:54:38.630 -> .
10:54:38.630 -> Csatlakozva a hálózathoz.
10:54:41.648 -> 2022 December 05
10:54:41.648 -> Time Year, month, buttonpress, emailsentcheck overridden.
10:54:41.648 -> Going to sleep now
10:54:42.663 -> Zzz. Zzz.
```

5.4 Ábra: Sikertelen időlekérés teszt.

Forrás: Saját ábra.

Az 5.4 ábrán látható egy sikertelen időkérés, amit megismételt a rendszer és sikerült másodjára. Első esetben a tesztben leírt paraméterekkel történt a funkció mentése, az ábrán látható 587 időbélyeggel ellátott „overridden” végű sora jelzi, hogy a flashben felülírásra kerültek az adatok. Sikeres csatlakozás után megismételte az adatmentést, ezúttal a tényleges adatokkal. Az asztalt más növényekkel is teszteltem.

Az asztal beltéri növények gondozására is alkalmas. A felhasználhatóságának vannak kritériumai is. Az adott növény méretének akkorának kell lennie, amely elfér az asztalon.

Alkalmazhatóság szobanövények esetén tesztet:

- Általános szobanövények: Az asztal teszteléséhez egy szobanövény szükséges. A teszt akkor sikeres, ha eldönthető egyértelműen, hogy az asztal alkalmas vagy sem az adott növény gondozására.
- Speciális tulajdonsággal rendelkező növények: A teszt során olyan növényen alkalmazza az asztalt, amely speciális tulajdonsággal rendelkezik. A teszt szintén akkor sikeres, ha eldönthető egyértelműen, hogy az asztal alkalmas vagy sem az adott növény gondozására.
- Különös felépítéssel rendelkező növények: A teszt során vizsgálja meg az asztal kompatibilitását olyan növényvel, amely eltérő felépítéssel rendelkezik egy átlag szobanövénytől, gyökérzetében, törzsében vagy levélzetében. A teszt akkor sikeres, ha eldönthető, hogy az asztal alkalmas-e arra vagy sem, hogy elláson egyedi tulajdonsággal rendelkező növényeket.

Alkalmazhatóság szobanövények esetén teszteredmény:

- Általános szobanövények: A teszt során egy mikulásvirágot és egy egyszerű zöldlevelű növényt használtam. A teszt során minden eszköz, ami az asztalhoz

van, elhelyezhető volt a növényeken. A teszt során az asztal gondozta a növényeket, és mivel azok nem rendelkeztek egyedi szükségletekkel, az asztal megfelelően gondozni tudta azokat. Az asztal egy általános szobanövény esetében alkalmazható.

- Speciális tulajdonsággal rendelkező növények: A teszt során egy kisebb kaktuszt alkalmaztam, ugyanis ez a növényfajta speciális tulajdonsággal rendelkezik. A kaktusz sajátossága, hogy nem igényel folyamatos öntözést és párasítást. A túlzott öntözés a növény elpusztulásához vezet. A teszt alatt a növény a kis kaspójának köszönhetően gyorsabban párologtatott és többször volt szükség öntözésre, mivel nem tudott annyi vizet megtartani. A teszt eredménye így is sikeres, mivel eldönthető, hogy az asztal kaktuszfélék gondozására nem alkalmas, mert azokat túlöntözi, amely a növény elpusztulását jelenti. A tesztből levonható még, hogy ahhoz, hogy az asztalt felhasználhatóvá tegyük ezen növények esetében, nem elegendő a talajnedvesség határértékét 0%-ra állítani, mert akkor is túlöntözés történne. Ebben az esetben időzített öntözésre lenne szükség. Az asztal koncepcióját tekintve, ez egy másik megközelítés lenne, ami hatékonyságot inkább csak ezen növény típusok esetén jelentene.
- Különös felépítéssel rendelkező növények: A teszt elvégzésére egy orchideát használtam fel. A növény sajátossága, hogy nem igényel földet a gyökérzete és az szabadon a kaspóban van. A tesztelés eredménye, hogy az asztal nem alkalmas ilyen és hasonló növények gondozására. Ennek oka, hogy a talajnedvesség szenzor nem alkalmazható rendeltetés szerint. A teszt alatt a szenzor által küldött érték nem felhasználható, ugyanis az ilyenkor áztatásban van az öntözést követően.



5.5 Ábra: Mikulásvirág teszt.

Forrás: Saját ábra.

A teszteredmények szerint az asztal felhasználható általános földdel rendelkező beltéri növények esetén is.

6 TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

Az asztal fő feladatait megfelelően ellátja. A céljának szánt felhasználásra alkalmas, és bizonyos növények gondozására is képes a bonszai fákon kívül. Az asztal lehetőségeit tekintve számos szemszögből továbbfejleszthető. Az alapfunkciók fejleszthetőek, hatékonyabb, jobb szenzorok alkalmazásával. A fejlesztés során szerzett tapasztalataimat alapul véve a vízszint érzékelésénél alkalmaznék elsőként továbbfejlesztést. Az általam használt szenzor nagyon érzékeny, ami pozitívum, viszont nagyban befolyásolja a víz minősége, hogy az mennyi vízkövet/ásványt tartalmaz. Így ennek beállítása jóval tovább tartott. Ez kompenzálható volt pár érzékelő láb letapasztásával, de hosszútávon nem megoldás. Ahol nem erősen vízköves a csapvíz, ott ez nem probléma. Egy erre a célra szánt ultrahangos vagy egy hatékonyabb szenzor felhasználása lenne az első lépésem.

Az asztal fejleszthető lenne még egyéb szolgáltatásokkal is. A vizsgált rendszerek mind rendelkeztek világítással a termesztés/növekedés gyorsítása érdekében. Az asztalnak nem célja a termesztés, csak a gondozás, így ennek a funkciónak, ahogy az első fejezet végén is említettem, inkább esztétikai szerepet szánnék. Például egy éjjeli hangulatvilágítás kiemelné a növényt. Ezt az asztal négy sarkából, alulról azt megvilágítva tenné. A rendszer viszont nem fejleszthető minden irányba. Kültéri használatra nyári időben még továbbfejleszthető lehet a megfelelő szenzorok alkalmazásával, és szigeteléssel, de téli időben a fagy miatt, mint alapvető funkciót az öntözést lehetetlenné tenné és a rendszert károsítaná a víz befagyása. Az asztal tesztelése beltéri növények esetében egy lehetséges fejlesztési irányt is mutatott. Feltételezzük, ha az asztal funkciói közül lehetőség lenne deaktiválni és módosítani bizonyos paramétereket, mint például az öntözési igényt, akkor az közel bármilyen növény esetében felhasználható lenne beltéren. Ezt egy mobilapplikáció létrehozásával lehetőség van megvalósítani, ahol a felhasználó öntözési intervallumot vagy akár fényigényt állíthat be, más szóval az adott növényhez szabja az igényeket. A Lua okoscserep alkalmazott hasonló megoldást [3]. Ebben az esetben viszont már nem egy okos bonszai asztal lenne a rendszer, hanem egy okosasztal, ami felhasználhatóság szempontjából előre lépés lenne, viszont az asztal célja kifejezetten a beltéri bonszai fák gondozása.

7 ÖSSZEFOGLALÁS

7.1 Összegzés

A szakdolgozat készítése alatt megvizsgáltam különböző rendszereket, szinteket, több szenzort és megoldást, adott problémákra. A kutatás végeztével, kialakult egy rendszerkép, egy lehetséges megvalósítás. A dolgozat rendszertervét és koncepcióját a kutatás során elemzett rendszerek segítették, hogy milyen technológiákkal milyen megoldások valósíthatóak meg, mint például a Lua okoscserep QR kódos paraméterezése, és szórakoztató gondozása [3]. A rendszer tervezése számos kihívást tartalmazott, főként a fejlesztői környezet sajátosságai miatt. A rendszer fejlesztése két részre volt bontható, egy fizikai felépítményre és egy szoftveres részre, ami menedzseli a rendszert. A fizikai felépítmény egy fa vázszerkezet lett, ami burkolható takaró elemekkel, hogy takarják az alatta lévő vezérlőt és kábeleket. Egy ablakpárkányban elfér a lábatajának köszönhetően, még ha a párkány kisebb is. A szoftver, aminek a rendszert kell vezérelnie kielégíti a kitűzött célokat, és fő feladatát ellátja, ami a fa gondozása. A tesztelések többsége repetitív volt, de szükségesek a biztonságos működés eléréséhez, hiszen a rendszer vízzel is dolgozik. A továbbfejlesztést tekintve számos lehetőség van a rendszert fejleszteni, új funkciókkal ellátni, de akár egy teljesen új irányt is venni a fejlesztések alkalmazásával.

7.2 Summary

During the preparation of the thesis, I examined different systems, levels, several sensors and solutions to given problems. At the end of the research, a system image, a possible implementation was formed. The system design and concept of the thesis were helped by the systems analyzed during the research, which technologies can be used to implement which solutions, such as the QR code parameterization of the Lua smart tile and its fun maintenance [3]. The design of the system contained many challenges, mainly due to the peculiarities of the development environment. The development of the system could be divided into two parts, a physical structure and a software part that manages the system. The physical superstructure became a wooden frame structure that could be sheathed with covering elements to cover the controller and cables underneath. It fits in a window sill thanks to its base, even if the sill is smaller. The software, which must control the system, satisfies the set goals and fulfills its main task, which is the care of the tree. Most of the tests were repetitive, but they are necessary to achieve safe operation, since the system also works with water. In terms of further development, there are many possibilities to improve the system, provide it with new functions, or even take a completely new direction by applying the improvements.

8 ÁBRAJEGYZÉK

1.1 Ábra: Bonszai asztal. Külsőleg egy hasonló asztal elkészítése a terv, amin egy állvány is található lesz. Forrás: bonsaihungary.hu	2
2.1 Ábra: Bal oldalt a cserép, jobb oldalt az applikáció látható. Forrás: mu-design.lu	3
2.2 Ábra: A cserép szerkezeti felépítettsége oldalnézetből. Forrás: mu-design.lu	5
2.3 Ábra: Bal oldalt az első panel látható, jobb oldalt már a V2 változat szerepel. Forrás: indiegogo.com.....	6
2.4 Ábra: Az applikációban választható növénykategóriák. Forrás: mu-design.lu	6
2.5 Ábra: Telefonos applikációban beállítható értékhatárok. Forrás: mu-design.lu.....	7
2.6 Ábra: A Gardyn Home Starter Kit látható a kép jobb oldalán. Forrás: mygardyn.com	9
2.7 Ábra: A tartály fedele, amin megtalálható a pumpa és az elvezetések.	9
2.8 Ábra: yCubes felépítése. Forrás: mygardyn.com.....	10
2.9 Ábra: A kiserelés és annak méretei. Forrás: mygardyn.com	11
2.10 Ábra: Az eszköz, a bemutatni kívánt pontokkal megjelölve. Forrás: mygardyn.com	12
2.11 Ábra: Jobb oldalt a telefonos applikáció, míg bal oldalt néhány fő funkció látható. Forrás: mygardyn.com	13
2.12 Ábra: A képen látható a T3 konyhakert eszköz. Több, kisebb növény termesztését láthatjuk és a lámpa működését. Forrás: tregren.com.....	15
2.13 Ábra: A képen láthatóak a működést előkészítő folyamatok. Forrás: tregren.com	16
2.14 Ábra: Az eszköz, valamint az applikáció. Forrás: youtube.com	17
2.15 Ábra: A képen a Lilo okos virágcserep látható és a mobilapplikáció a bal alsó sarokban. Forrás: pretapousser.co.uk.....	18
2.16 Ábra: A rendszer egyik cserepével demonstrált működése. Forrás: pretapousser.co.uk	19
2.17 Ábra: Az applikáció MANUAL menüpontjában lévő beállításokat láthatjuk. Forrás: pretapousser.co.uk	20
2.18 Ábra: DS5-5528-LDR Forrás: Saját ábra.	23
2.19 Ábra: DS5-5528-LDR Forrás: Saját ábra.	24
2.20 Ábra: WLD-75 Forrás: Saját ábra.....	25
2.21 Ábra: SOILCAP-V12 Forrás: Saját ábra.	26
2.22 Ábra: RD-SOIL3 Forrás: Hestore.hu.....	27
2.23 Ábra: Bonszai tál, amibe a fát ültetni szokták. Forrás: bonsaistudio.hu.....	28
3.1 Ábra: 3D kezdetleges vázterv. Forrás: Saját ábra.	31
3.2 Ábra: AD20P-12V pumpa. Forrás: Saját ábra.	32
3.3 Ábra: SM-28BYJ léptető motor és SM-ULN2003 meghajtó modul. Forrás: Saját ábra.....	34
3.4 Ábra: NodeMCU-ESP32S. Forrás: Saját ábra.	37
3.5 Ábra: NodeMCU-ESP32S Pin Diagram és azok kiosztása. Forrás: Gyártói honlapon lévő pin diagram saját szerkesztése.	38

3.6 Ábra: Kezdetleges kapcsolási rajz a kiválasztott szenzorokkal. Forrás: Saját ábra..	39
4.1 Ábra: Rendszer weblap. Forrás: Saját ábra.....	41
4.2 Ábra: E-mail a rendszertől. Forrás: Saját ábra.....	42
4.3 Ábra: Rendszer fejlesztés alatt. Forrás: Saját ábra.	44
5.1 Ábra: DHT11 Teszt normál állapotban, majd szakadásokkal és végül meghibásodással. Forrás: Saját ábra.	46
5.2 Ábra: WLD zaj megjelenése szakadás esetén. Forrás: Saját ábra.	47
5.3 Ábra: Soilcap szakadáskor mért érték. Forrás: Saját ábra.	48
5.4 Ábra: Sikertelen időlekérés teszt. Forrás: Saját ábra.	51
5.5 Ábra: Mikulásvirág teszt. Forrás: Saját ábra.	52

9 IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Tomlinson, H.: Bonsai. *Park Könyvkiadó*, 1996, 1997
- [2] Élő, G., Szármes, P.: Kockázatminimalizálás IoT- és Big Data-technológiákkal agrárgazdasági példán,
(<https://docplayer.hu/111847987-Kockazatminimalizalas-iot-es-big-data-technologiakkal-agrargazdasagi-peldan.html>), Utoljára megtekintve: 2022.05.08
- [3] Lua smart tile,
(<https://mu-design.lu/lua>), Utoljára megtekintve: 2022.03.03.
- [4] Lua, the smart planter with feelings!,
(<https://www.indiegogo.com/projects/lua-the-smart-planter-with-feelings#/updates/all>), Utoljára megtekintve: 2022.03.03.
- [5] Gardyn, „how its work”,
(<https://mygardyn.com/how-it-works/>), Utoljára megtekintve: 2022.03.03.
- [6] Gardyn, „technology”,
(<https://mygardyn.com/technology/>), Utoljára megtekintve: 2022.03.10.
- [7] Gardyn „FAQs”,
(<https://mygardyn.com/faq/>), Utoljára megtekintve: 2022.05.10.
- [8] Tregren T3 kitchen garden,
(<https://www.tregren.com/product/288/>), Utoljára megtekintve: 2022.03.15.
- [9] Prét á Pousser Lilo Edition,
(<https://pretapousser.co.uk/collections/jardins-interieur/products/lilo-edition-1>),
Utoljára megtekintve: 2022.03.15.
- [10] DHT11-M0 hőmérséklet és páratartalom szenzor
(https://www.hestore.hu/prod_10041274.html), Utoljára megtekintve: 2022.04.02.
- [11] Fényszükséglet,
(<http://www.vitaflora.hu/index.php?CN=40.010.020&CIE=0>), Utoljára megtekintve: 2022.04.11.
- [12] Páratartalom,
(<http://www.vitaflora.hu/index.php?CN=40.010.050&CIE=0>), Utoljára megtekintve: 2022.04.16.
- [13] DHT11 Humidity & Temperature Sensor,
(https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=12543), Utoljára megtekintve: 2022.11.12.

- [14] BME280-M szenzor,
(https://www.hestore.hu/prod_10039068.html), Utoljára megtekintve: 2022.11.12.
- [15] BME280-M Datasheet,
(https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=10549), Utoljára megtekintve:
2022.11.12.
- [16] DHT22-M szenzor,
(https://www.hestore.hu/prod_10036812.html), Utoljára megtekintve: 2022.11.12.
- [17] DHT22-M Datasheet,
(https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=8633), Utoljára megtekintve:
2022.11.12.
- [18] DHT11 Malfunctioning DHT11 Sensor,
(<https://forum.arduino.cc/t/malfunctioning-temperature-on-dht11-sensor/456030>),
Utoljára megtekintve: 2022.11.11.
- [19] Lux definition,
(<https://www.yourdictionary.com/lux>), Utoljára megtekintve: 2022.05.01.
- [20] GL55 Series Datasheet,
(<https://datasheetspdf.com/pdf/756863/CdS/GL5528/1>), Utoljára megtekintve:
2022.08.08.
- [21] GL5528 Datasheet,
(https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=8459), Utoljára megtekintve:
2022.08.08.
- [22] BH1750 Light Sensor,
(<https://learn.adafruit.com/adafruit-bh1750-ambient-light-sensor/overview>),
Utoljára megtekintve: 2022.08.08.
- [23] Microcontroller,
(<https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcontroller>), Utoljára
megtekintve: 2022.08.10.
- [24] Hestore, „WLD-75”,
(https://www.hestore.hu/prod_10035547.html), Utoljára megtekintve: 2022.07.03.
- [25] Water Sensor Modul User’s Manual,
(https://curtocircuito.com.br/datasheet/sensor/nivel_de_agua_analogico.pdf),
Utoljára megtekintve 2022.05.08.
- [26] Build a Water Level Sensor With an Ultrasonic Sensor and Home Assistant,
(<https://www.makeuseof.com/build-water-level-sensor-using-ultrasonic-sensor-and-home-assistant/>), Utoljára megtekintve 2022.05.08.

- [27] Hestore, „SOILCAP-V12”,
(https://www.hestore.hu/prod_10040575.html#), Utoljára megtekintve:
2022.11.18.
- [28] Capacitive Soil Moisture Sensor SKU:SEN0193,
(https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/DFRobot%20PDFs/SEN0193_Web.pdf), Utoljára megtekintve: 2022.10.08.
- [29] NodeMCU-32S Core Development Board,
(https://docs.ai-thinker.com/_media/esp32/docs/nodemcu-32s_product_specification.pdf), Utoljára megtekintve: 2022.12.08.
- [30] Dr. Németh, Gy.: Korrózióvédelem,
(<http://www.sze.hu/~nemethgy/korrozio.pdf>), Utoljára megtekintve: 2022.11.18.
- [31] AD20P-12V-PUMP-C,
(https://www.hestore.hu/prod_10041524.html), Utoljára megtekintve: 2022.08.01.
- [32] Léptetőmotorok- típusok és alkalmazások,
(<https://www.tme.eu/hu/news/library-articles/page/41861/Leptetomotorok-tipusok-es-alkalmazasok/>), Utoljára megtekintve: 2022.11.22.
- [33] SM-28BYJ-48-5V Adatlap.png,
(https://www.hestore.hu/prod_10035505.html), Utoljára megtekintve: 2022.11.22.
- [34] D. L. Mills: Network Time Protocol Version 4 Reference and Implementation Guide,
(<https://www.eecis.udel.edu/~mills/database/reports/ntp4/ntp4.pdf>), Utoljára megtekintve: 2022.11.25.
- [35] What is Arduino?,
(<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>), Utoljára megtekintve:
2022.06.25.
- [36] Non-volatile Storage Library,
(<https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/index.html>), Utoljára megtekintve: 2022.10.21