



ÓBUDAI EGYETEM

**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet
Mikroelektronikai és Technológia Tanszék**

SZAKDOLGOZAT

**OE-KVK
2023.**

Hallgató neve:

Albert Viktor Sándor

Hallgató törzskönyvi száma:

T009070/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Albert Viktor Sándor

Szaktervezési kód: SZD2309290841161232GXERF9

Törzskönyvi száma: T009070/FI12904/K

Neptun kódja: GXERF9

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Mikroelektronika és technológia specializáció

A dolgozat címe: Automatizált hidropóniás rendszer

A dolgozat címe angolul: Automated hydroponic system

A feladat részletezése: Tervezzen és építsen meg egy érzékelőkkel és beavatkozókval ellátott automatizált hidropóniás növénynevelő rendszert. Ismertesse a növények számára szükséges feltételeket és azok szabályozási, módosítási lehetőségeit.

Intézményi konzulens neve: Horváth Márk

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 12. 31.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szaktervezési: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 11. 14.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet
Mikroelektronikai és Technológia Tanszék

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Albert Viktor Sándor hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 20.23. 12.14.


hallgató aláírása

Tartalom

.....	0
1. Bevezető.....	4
2. Különböző hidropóniás rendszerek.....	6
2.1. Mélyvízi kultúra (Deep Water Culture/DWC)	6
2.2. Vékonyfilm-réteg (Nutrient Film Technique/NFT).....	7
2.3. Aeropónia (Aeroponics).....	8
2.4. Csepegtető módszer (Drip).....	9
2.5. Kanócos módszer (Wick).....	10
2.6. Ár-apály (Ebb and Flow/Flood and Drain)	11
2.7. Vertikális.....	12
2.8. Aquapónia	13
2.9. Kratky módszer	14
3. Vízkezelés, tápanyagok, magok.....	16
3.1. Fontos mennyiségek	16
3.2. Tápanyagok.....	19
3.3. Magról ültetés	20
3.4. Algásodás	21
3.5. Kármentés, fertőtlenítés.....	22
4. Megépített változatok.....	23
4.1. Első verzió	23
4.2. Második verzió	25
5. A legutóbbi(harmadik verzió) rendszer összetevői.....	27
5.1. Fóliaház.....	28
5.2. Tápellátás.....	29
5.2.1. Napelemek	30
5.2.2. Védelem.....	32
5.2.3. Töltésvezérlő.....	32
5.2.4. Akkumulátor	34

5.3.	Központi számítógép - Raspberry Pi 4.....	34
5.3.1.	A Raspberry és az SD kártya viszonya	34
5.3.2.	Szoftverek, amik a kommunikációt, megjelenítést, automatizációt biztosítják	35
5.4.	Mikrokontrollerek	37
5.4.1.	Raspberry Pi Pico	37
5.4.2.	ESP32.....	37
5.4.3.	MOSFET modul.....	38
5.5.	Szenzorok	41
5.5.1.	pH szenzor	41
5.5.2.	Hőmérséklet szenzor	42
5.5.3.	Átfolyásmérő	42
5.6.	Beavatkozók	43
5.6.1.	Perisztaltikus pumpa.....	43
5.6.2.	Mágnesszelep.....	46
5.6.3.	Szivattyúk.....	47
5.6.4.	Szellőztetés.....	48
5.6.5.	Ajtónyitás	50
5.6.6.	Ultrahangos szenzor	51
5.7.	Világítás	52
5.7.1.	Lightbar / „fénycső” kivitel	56
5.7.2.	Tálcás	57
5.7.3.	Saját tervezésű LED modul.....	58
5.8.	Programkódok, automatizációk.....	62
6.	További fejlesztési lehetőségek, tervek a jövőre nézve.....	68
6.1.	Esővízgyűjtés	68
6.2.	Passzív üvegház.....	70
6.3.	ESPHome	74
7.	Összefoglalás	75
8.	Summary	76
9.	Irodalomjegyzék.....	77

10.	Ábrajegyzék	80
-----	-------------------	----

1. Bevezető

Dolgozatom témájaként egy automatizált hidropóniás rendszert választottam, mivel az utóbbi időkben ennek az építésével és fejlesztésével foglalkoztam szabadidőmben. A gyakori vízhiány, szélsőséges időjárás miatt a szabadföldi termelés egyre nehezebbé válik, így szükség van hatékonyabb módszerekre az mezőgazdaságban.

A hidropónia egy növénytermesztési módszer, ami eltér a hagyományos talaj alapú mezőgazdaságtól. Ennél a módszernél nem a talajban nőnek a növények, hanem egy tápanyagokban gazdag vízzoldatból veszik fel a szükséges elemeket. A növénynek ugyanakkor szüksége van egy közegre, amibe belekapaszkodhatnak a gyökerek és fizikai tartást ad nekik. Erre többféle megoldás létezik, mint például kókuszrostba, sóderbe, perlitbe vagy kőzetgyapotba ültetés. A hidropóniás rendszerek lehetővé teszik a növények pontos tápanyag- és vízminőség ellenőrzését, ezáltal gyorsabb növekedést és több termést eredményeznek.

A hidropónia segítségével csökkenthetjük az erőforrásigényeket: kevesebb vízhasználat, kontrollált környezetet, kevesebb növénybetegség, nagyobb termések és hozam érhető el vele. Mivel a rendszer zárt, a környezetbe sem kerülnek ki közvetlenül veszélyes anyagok, mint például a műtrágya, ami a talajban mélyebb rétegekbe is eljut, ami a vizek elszennyezését okozza.

Az egyes környezeti paramétereket szenzorok figyelik és ha kell, akkor a rendszer beavatkozik, hogy optimális szinten tartsa őket. Ilyen például a víz pH értéke, hőmérséklete, tápanyagszintje.

A növények fotoszintéziséhez szükséges a megfelelő megvilágítás, amit kevés napfény esetén például beltéri termesztés során mesterséges úton is biztosíthatunk.

Az elektronika jelentős szerepet játszik a hidropóniában. Az elektronikai eszközök segítségével optimalizálhatók a környezeti paraméterek és a növények számára ideális feltételek, ami nagyobb terméshozamhoz és jobb minőségű terményekhez vezethet.

A termesztési folyamat automatizálható, ehhez szükség van érzékelőkre és beavatkozókra, mint például hőmérsékletmérők és pH-szenzorok, szivattyúk, amik segíthetnek az öntözés optimalizálásában. Egy automatizált rendszerben állíthatók be a tápanyagok és víz adagolása a növények igényeinek megfelelően.

Az intelligens világítási rendszerek lehetővé teszik a növények számára szükséges optimális fénykörülmények fenntartását. A dolgozatban kitérek a LED-es fényforrások használatára is.

Érzékelők és monitorok segíthetnek, hogy folyamatosan figyeljük a növények állapotát. Adatokat gyűjthetünk a pH-szintről, tápanyagtartalomról, hőmérsékletről és más fontos paramétereiről, amelyek alapján finomíthatjuk a termesztési körülményeket.

A technológia segíthet optimalizálni az erőforrásokat, minimalizálni a környezeti hatásokat, és növelni a gazdaságosságot a hidropóniás növénytermesztésben.

Annak érdekében, hogy megállapíthassam a saját rendszerem specifikációit, módszereit, először áttekintem a létező megoldásokat, és ennek ismeretében be tudom mutatni a választott megoldást.

2. Különböző hidropóniás rendszerek

A hidropóniában számos különböző rendszer létezik, mivel a növények különböző igényekkel rendelkeznek, és a termesztőknek különböző célokra és környezeti feltételekre kell alkalmazkodniuk. A különböző hidropónia rendszerek lehetőséget adnak a gazdálkodóknak arra, hogy válasszák ki és alkalmazzák azt a módszert, amely a legjobban megfelel a számukra. Az alábbiakban bemutatom néhány hidropónia rendszer jellemzőit és azok használatát meghatározó tényezőket.



1. ábra - Illusztráció

2.1. Mélyvízi kultúra (Deep Water Culture/DWC)

A DWC rendszerekben a növényeket egy tápanyagokban gazdag vízben függesztik fel, a gyökerek teljesen a vízben vannak. Az oxigén ellátását légpumpák, porlasztókövek biztosítják.

Előny:

- gyorsan növekedő növényekhez kiváló
- egyszerű

Hátrány:

- nagy mennyiségű víz, nehezebb lehet kontrollálni



2. ábra - DWC [1]

2.2. Vékonyfilm-réteg (Nutrient Film Technique/NFT)

Az NFT rendszerek esetében egy vékony, tápanyagokban gazdag vízréteg folyik a növénygyökerek felett egy sekély, lejtős csatornában.

A növényeket kis tartókban helyezik el, ahol a gyökerek közvetlenül érintkeznek a tápanyagoldattal.

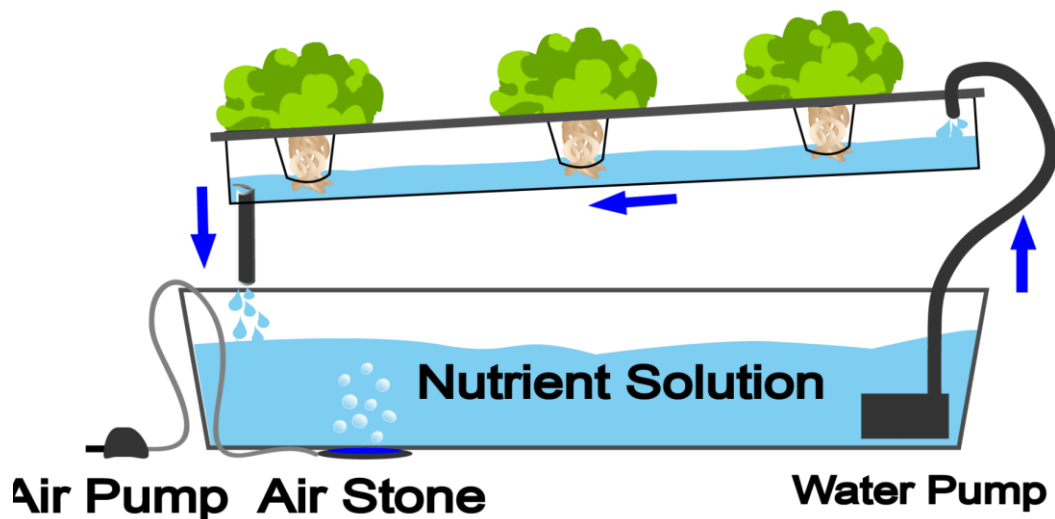
Előny:

- kevés vízhasználat
- nagyon jó oxigén ellátás

Hátrány:

- áramkimaradás/szivattyúhiba esetén leáll és a növények elpusztulhatnak

Nutrient Film Technique



3. ábra - NFT [2]

2.3. Aeropónia (Aeroponics)

Az aeroponikus rendszerekben a növényeket levegőben függesztik fel, és a gyökerekre közvetlenül permetezik a tápanyagokban gazdag ködöt vagy aeroszolt.

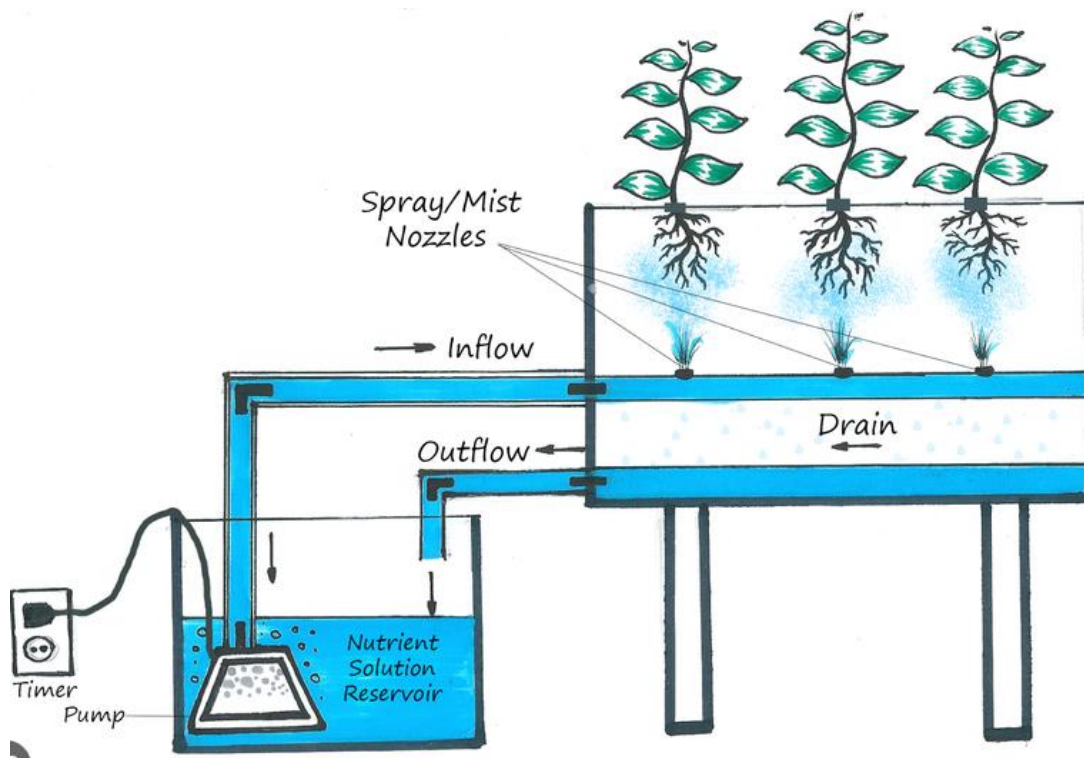
Ez a módszer kiválóan oxigenizálja a gyökereket, és gyors növekedésre ismert.

Előny:

- kevés vízhasználat
- kiváló oxigénellátás

Hátrány:

- bonyolult
- költséges
- ahogy az NFT, ez is érzékeny a hibákra



4. ábra – Aeropónia [3]

2.4. Csepegtető módszer (Drip)

A csepegtető rendszerek csövek és csövek hálózatát használják, amelyek a tápanyagoldatot közvetlenül a minden növény alá szállítják.

Ez a módszer széles körben használatos mind kereskedelmi, mind hobbi hidropóniás berendezésekben.

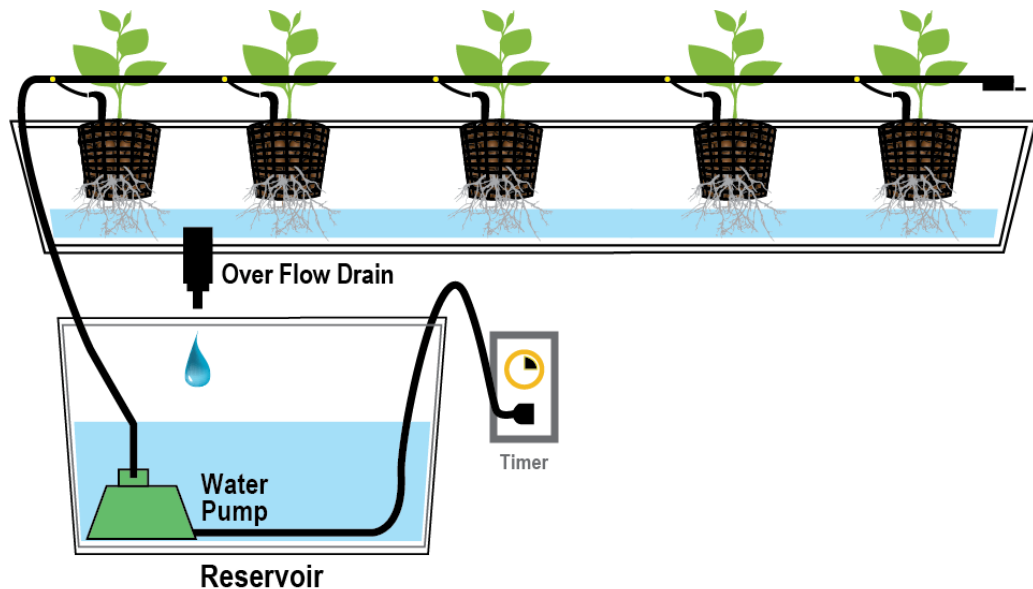
Előny:

- rugalmasan testre szabható
- kevés vízhasználat
- egyenletes elosztás, szabályozhatóság

Hátrány:

- szivároghat
- a csövek eldugulhatnak

Drip System



5. ábra – Csepegtető [4]

2.5. Kanócos módszer (Wick)

Egyszerűek és passzívak, vagyis nincs szükség elektromos működtető eszközre. Egy kanóc, általában filcből vagy más nedvszívó anyagból, a tápanyagot a tartályból a növény gyökeréhez vezeti.

Ez a módszer kisebb növények számára alkalmas, és karbantartása alacsony.

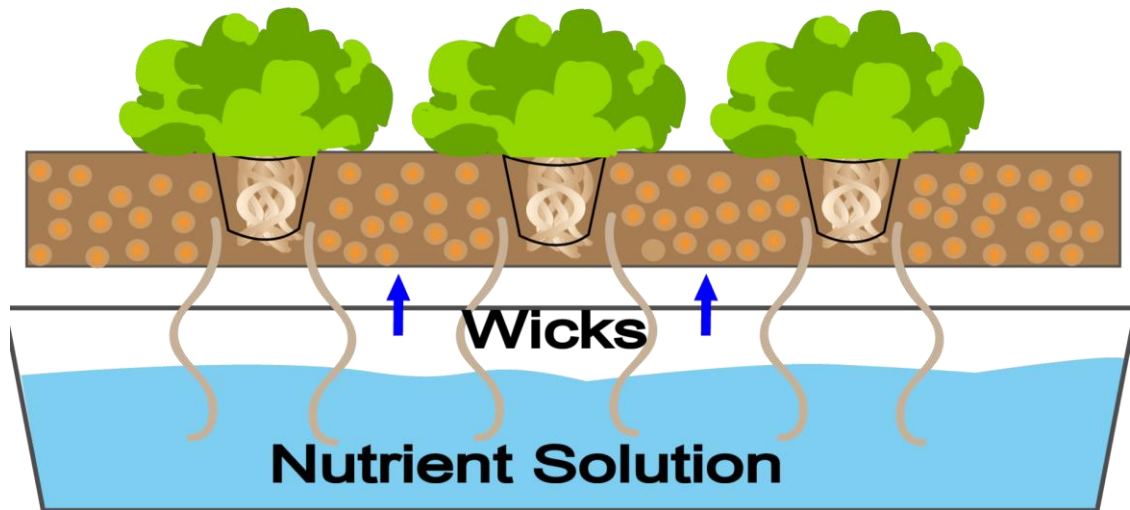
Előny:

- egyszerű és olcsó
- alacsony karbantartásigény

Hátrány:

- meghatározott méretű és fajtájú növények
- nem egyenletes tápanyag eloszlás

Wick System



6. ábra – Wick [5]

2.6. Ár-apály (Ebb and Flow/Flood and Drain)

Az ár-apály rendszerekben időszakosan elárasztják és leengedik a tápanyagoldatot egy tálcából vagy tartályból, ahol a növények elhelyezkednek.

Ez a ciklikus elárasztás és leengedés oxigént biztosít a gyökerek számára.

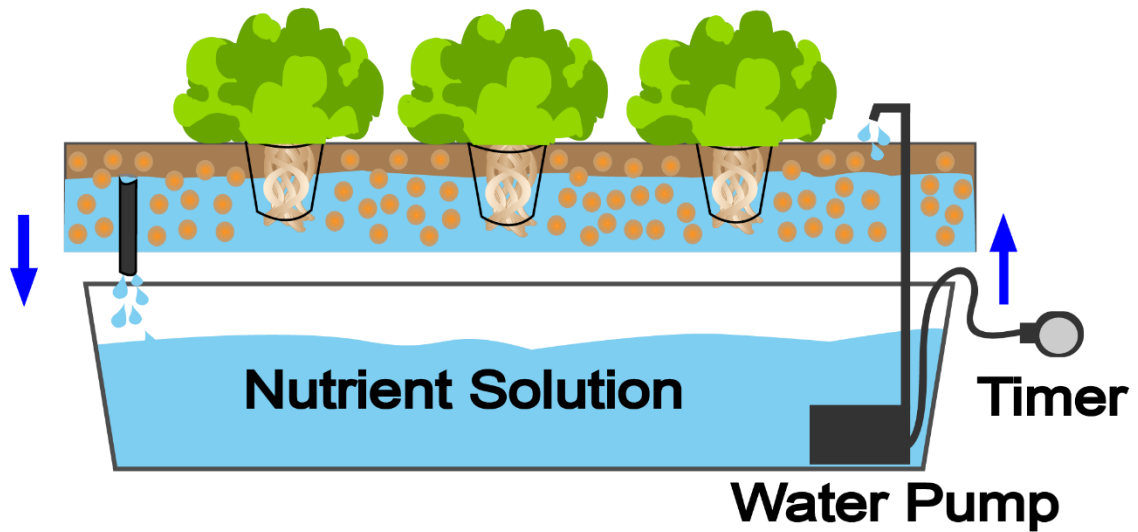
Előny:

- egyszerű és olcsó
- alacsony karbantartásigény

Hátrány:

- meghatározott méretű és fajtájú növények
- nem egyenletes tápanyag eloszlás

Ebb And Flow



7. ábra – Ár-ápany [6]

2.7. Vertikális

A függőleges hidropóniás rendszerek kihasználják a növények függőleges terét. Oszlopokat vagy tornyokat használnak a növények elhelyezéséhez, maximalizálva a rendelkezésre álló helyet. A vízpermet az oszlop tetején kerül bevezetésre.

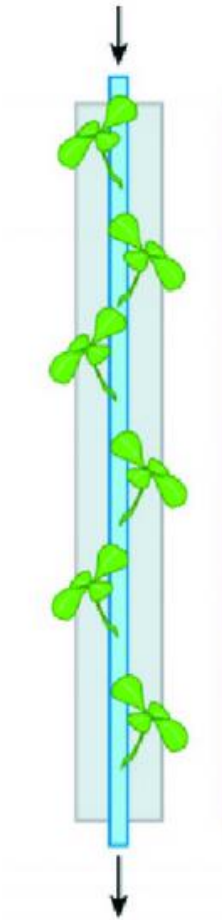
Ez a típus a városi gazdálkodásban és a helyszűk környezetekben népszerű.

Előny:

- nagyon jó térkihasználtság
- jó oxigénellátottság

Hátrány:

- meghibásodásra érzékeny
- nehéz a megfelelő szerkezetet kialakítani/költséges



8. ábra – Vertikális [7]

2.8. Aquapónia

Az akvakultúra a hidroponikát az akvakultúrával (haltermelés) kombinálja. A halak által termelt hulladékok tápanyagokat szolgáltatnak a növényeknek, míg a növények segítenek szűrni és tisztítani a vizet a halaknak.

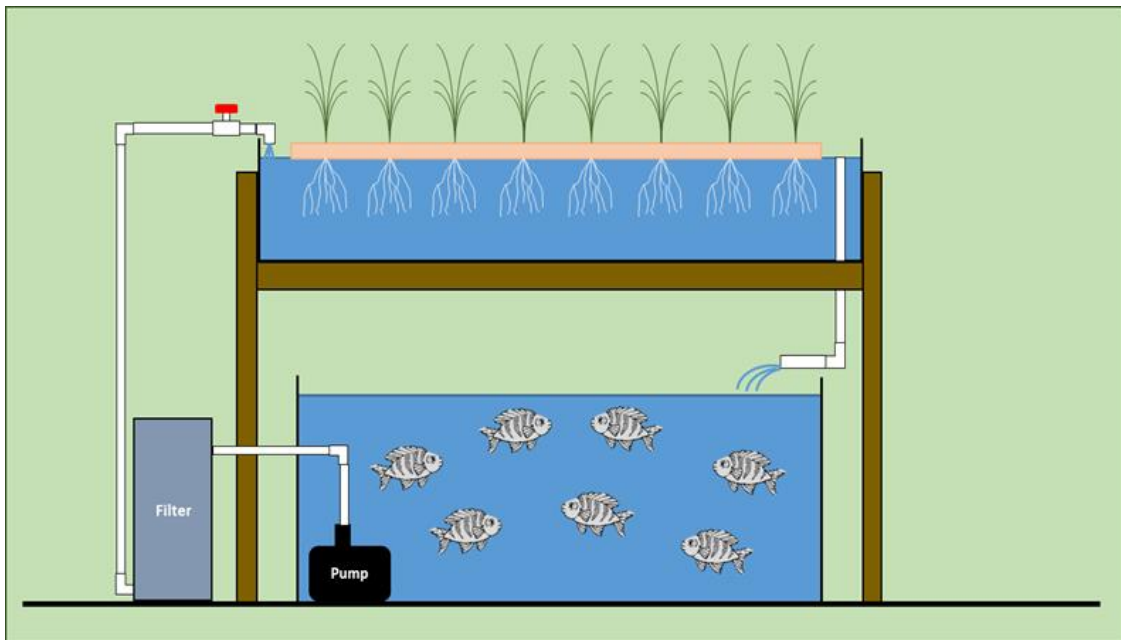
A halakat etetik, és a természetes anyagcsere folyamat során kiválasztott ammónia és egyéb anyagok bekerülnek a vízbe. Egy biofilter segíti a hulladékok lebontását a növények számára könnyen hasznosítható tápanyagokká baktériumok segítségével. Ezt a növényekhez pumpálják, ahol a gyökerekben található további baktériumok lebontják az ammóniát és más anyagokat nitrátokká és más tápanyagokká. A növények felhasználják ezeket a nitrátokat és más tápanyagokat a növekedésükhöz és fejlődésükhöz. Ezután a tisztított víz visszakerül a haltartályba, tiszta és oxigéndúsított környezetet biztosítva a halaknak.

Előny:

- fenntartható, környezetbarát
- növénytermesztés és haltenyésztés egyben
- gazdaságos vízfelhasználás

Hátrány:

- nehéz a kezelése
- a halakra, szűrőre is figyelni kell



9. ábra – Aquapónia [8]

2.9. Kratky módszer

A Kratky módszer egy nem keringetett hidropóniás rendszer, ahol a növényeket egy statikus tápanyagoldatban nevelik, anélkül, hogy szivattyúkat vagy elektromos áramot használnának.

Ez egyszerű és költséghatékony bizonyos növények esetében, különösen rövid növekedési ciklusúak esetén.

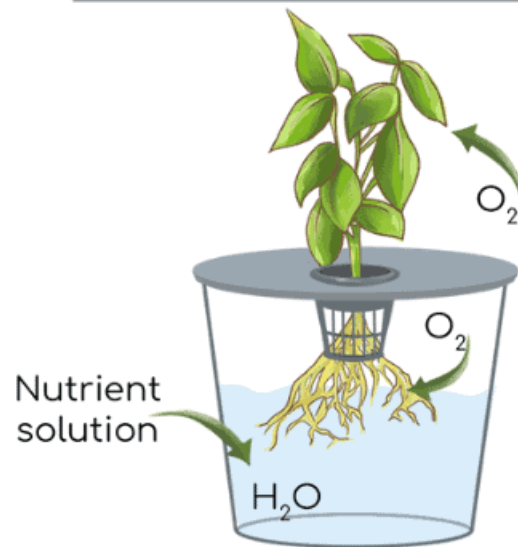
Előny:

- nincs szükség áramra
- egyszerű és olcsó

Hátrány:

- csak rövid élettartamú növényekhez alkalmazható
- korlátozott hozam és növényméret

The Kratky Method



10. ábra – Kratky [9]

3. Vízkezelés, tápanyagok, magok

A következő táblázatot készítettem, amiben jellemeztem az egyes rendszereket.

+ alkalmas

0 semleges

- nem alkalmas

	DWC	NFT	Aero	Csepegtető	Kanócos	Ár-apály	Függőleges	Aquapónia	Kratky
Egyszerűség	+	0	-	0	+	0	0	-	+
Költség	0	0	-	0	+	0	-	-	+
Oxigénellátás	+	+	+	0	0	+	+	0	-
Hibaérzékenység	-	-	-	-	+	0	-	0	+
Növekedés	+	+	+	+	-	+	+	0	0
Nagy rendszerekhez	+	+	0	+	-	0	+	0	-

11. ábra - Rendszerek jellemzői saját tapasztalatom alapján [saját ábra]

3.1. Fontos mennyiségek

A hidropóniás rendszerekben számos fontos paramétert kell figyelemmel kísérni, hogy a növények optimális környezetben növekedjenek. Ezek a paraméterek magukban foglalhatják a vízminőséget, a tápanyagok szintjét, a pH-t, a fényintenzitást és a hőmérsékletet. Az alábbiakban felsorolom ezeket a fontos mérendő mennyiségeket, és bemutatom, hogyan tartható fenn egy hidropóniás rendszer:

A pH a víz savasságát vagy lúgosságát méri. A növények optimális növekedéséhez különböző pH-szintekre van szükség, de általában a 5,5 és 6,5 közötti tartomány a legkedvezőbb. Rendszeres ellenőrzést igényel, több befolyásoló tényező is jelen van, ami eltérítheti az optimálistól, például: algák, gombák, baktériumok.

Az elektromos vezetőképesség Electrical Conductivity(EC) méri az oldott ásványianyag koncentrációját a vízben. Ezt gyakran Total Dissolved Solids (TDS) mértékegységben is kifejezik. A két mennyiség között kb. 500-as szorzóval lehet számolni ($2.0 \text{ EC} = 1000 \text{ TDS}$). Az EC mérés segít abban, hogy megállapítsuk, hogy a tápanyagok megfelelő koncentrációjúak-e a rendszerben, és szükség esetén változtassunk rajta.

A gyökereknek oxigénre van szükségük a fotoszintézishez. Biztosítani kell, hogy a rendszerben megfelelő mennyiségű oldott oxigén legyen jelen. A

hidropóniás rendszerek gyakran használnak levegőztető pumpákat a víz oxigénnel való telítésére.

A növényeknek megfelelő hőmérsékletre van szükségük a növekedéshez. A hőmérséklet szorosan kapcsolódik a vízminőséghez és a tápanyagok felszívódásához. Például a gyökérzóna hőmérsékletét is figyelemmel kell kísérni, mivel ez befolyásolja a növények tápanyagfelvételét. Ez nehezebben mérhető.

A megfelelő mennyiségű fény elengedhetetlen a fotoszintézishez. Gondoskodni kell róla, hogy a növények a szükséges mennyiségű fényt kapjanak. Ezt szintén nehezen mérhetjük.

Rendszeresen ellenőrizni kell a növényeket betegségek és kártevők szempontjából. Az időben történő észlelés és intézkedés elengedhetetlen a hidropóniás rendszer egészségének megőrzéséhez.

Figyelnünk kell a növények növekedését, fejlődését, és vizsgálunk a levelek, gyökerek és virágok állapotát. A növények vizuális állapota sokat elárul a hidropóniás rendszer jelenlegi állapotáról.

A fő ásványianyagok az NPK. Az NPK egy rövidítés, amely három fontos tápelemre utal, és széles körben használatos a növénytápok és trágyák címkézésén.

Nitrogén (N):

A nitrogén az egyik legfontosabb tápelem a növények számára. A nitrogén hiánya lassíthatja a növény növekedését, és sárgás leveleket okozhat.

Foszfor (P):

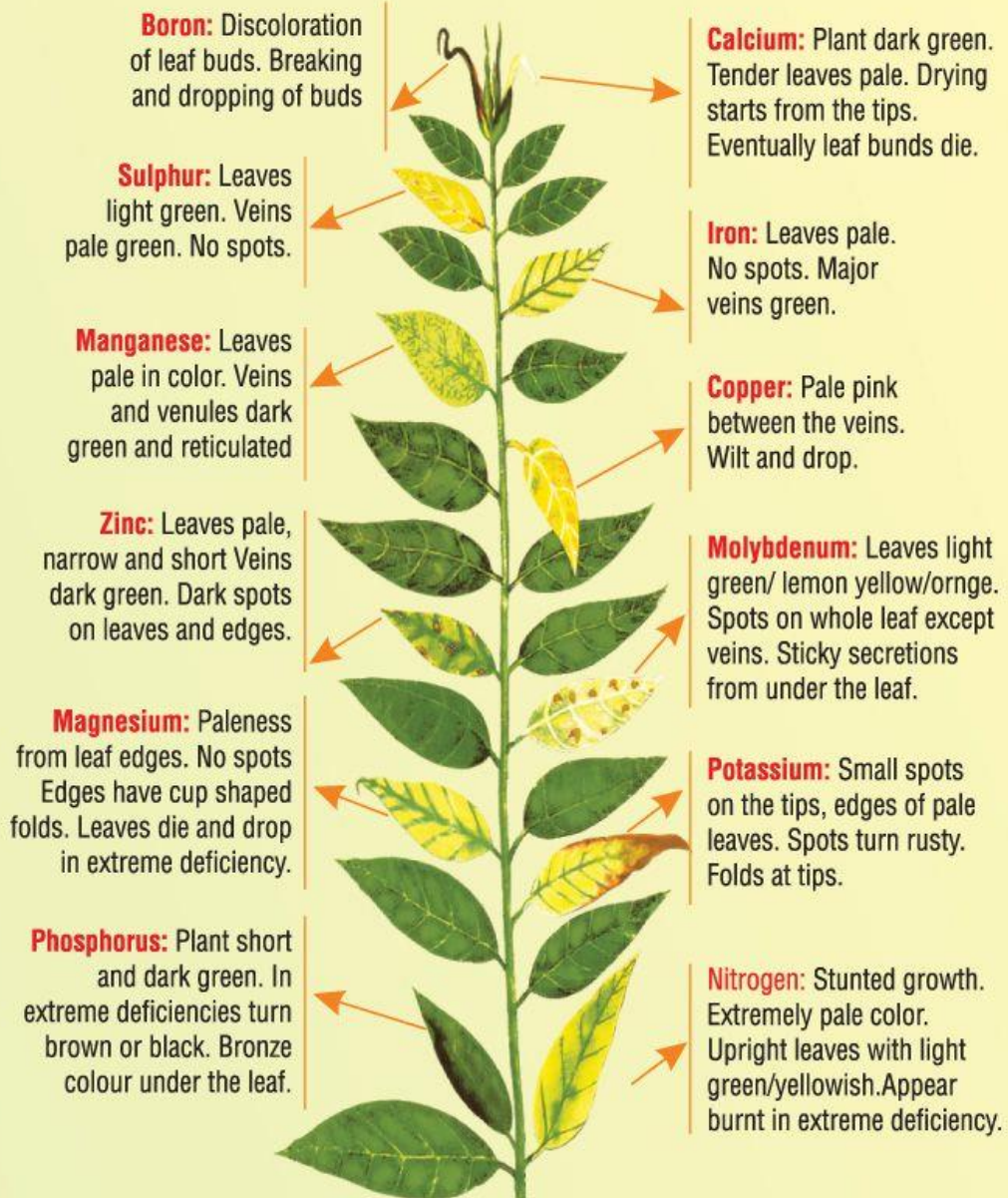
A foszfor az energiát szállító vegyületek. A foszfor hiánya lassíthatja a gyökérnövekedést és a virágképződést.

Kálium (K):

A kálium fontos a növényi vízháztartásban, a fotoszintézisben és a sejtosztódásban. Segít a növények stresszre való ellenállásában és az általános egészség fenntartásában.

Emellett kisebb mennyiségben szükség van a többi ásványianyagra is, amiket a növények különböző módon hasznosítanak, például: kalcium, magnézium, kén, vas, mangán, réz...

Deficiency Chart of Micronutrients



**THE COLOUR REPRESENTED ARE INDICATIVE.
THEY MAY VARY FROM PLANT TO PLANT**

12. ábra – Ásványianyag hiány jelzők [10]

3.2. Tápanyagok

Kezdetben a BioNova Hydro Supermix-et használtam a szükséges tápanyagok biztosítására a növényeknek. Ez egy koncentrátum, amit élelmiszeripari minőségű és ásványi alapú főtrágyaként hirdetnek. Használata egyszerű, növény típusonként különböző mennyiségben kell adagolni a vízhez. Hátránya, hogy drága és a különböző összetevők arányát (NPK) nem tudjuk változtatni.



13. ábra- BioNova Hydro Supermix [11]

Fórumokon ajánlották a Masterblend műtrágyákat, így vásároltam belőle tesztként. Ezt már nem folyékony halmazállapotban árulják, hanem só illetve granulátum formában. Magyarországon nem kapható, Hollandiából postázták. Szükség szerint változtatható az összetevők aránya a vízben. Olcsóbb, viszont az adagolása problémásabb, főleg, ha azt automatizálni szeretnénk. Az adott mennyiségű vízhez ki kell mérnünk grammra pontosan a mennyiséget és azt a megfelelő sorrendben adagolni hozzá, megvárva amíg teljesen feloldódik. Ha nem így teszünk, akkor a vízben kikristályosodnak az összetevők.



14. ábra – Masterblend Tomato formula [12]

3.3. Magról ültetés

Mivel hidropóniában nem földbe ültetjük a magokat, hanem valami más semleges közegbe, különösen oda kell figyelni a nevelés során. Megfelelő magválasztás és a hőmérsékleti és páratartalmi körülmények biztosítása segíthet ebben. Ugyanakkor, ha nem vigyázunk, a magas páratartalom miatt könnyebben kialakulhatnak gombák és egyéb betegségek, amelyek negatívan befolyásolhatják a fejlődést. Szellőztetés és a megfelelő higiéniai intézkedések alkalmazása segíthet ezen a téren.

A magok ültetési mélysége is fontos tényező. Ha túl mélyre vagy túl sekélyre ültetjük a magokat, az befolyásolhatja a csírázást és a növények korai fejlődését. Ökölszabály az, hogy kétszer/háromszor olyan mélyre kell ültetni a magot, mint amilyen hosszú.

Tapasztalatok különböző közegekkel:

Vattával próbálkoztam először, csírázás után hamar elhaltak a növények. Túl tömör, nem engedi levegőzni a gyökeret, azok berohadnak.

A kókuszrost magában nagyon tömör, nem engedi át a levegőt a rostok között. Nagyon könnyű túllöntözni. 50-50%-os arányban kevertem kertészeti perlittel, ami engedte levegőzni. Többször használható fertőtlenítés után.

A kőzetgyapotot ha teljesen át van nedvesítve, akkor is engedi a növényt szellőzni. Probléma akkor lehet, ha túl kicsi kőzetgyapotot használunk spórolás céljából, ugyanis ez könnyebben és gyorsabban kiszárad. Egyszer használható, nem bomlik le.

Legutóbb tápkockákat vásároltam, őstermelővel konzultálva, szerinte ez a legjobb megoldás. Tavasszal indulnak a kísérletek ezzel a módszerrel.

Eddig mezőgazdasági boltban szereztem be a magokat, de beszélgetések során kiderült, hogy ezek nem felelnek meg arra, hogy valóban jó minőségű növényt tudjak nevelni, ami ellenálló és magas terméshozammal bír. Úgynevezett „F1”-es magokat kell beszerezni, amik az „első gyermeket” (Filial 1) jelentik. Két különböző növényt kereszteznek egymással, aminek az eredménye egy új növény. Ezeknek a növényeknek a magjai az F1-esek. Ezeket a magokat elültetve a kifejlődött növény kiemelkedő tulajdonságokkal fog rendelkezni, de csak az első évében.

Az F1 hibridek kiválasztásakor a szülőknek lehetnek különböző jellemzőik, és a keresztezés célja az, hogy az utódok megörökljék ezeket a kívánatos tulajdonságokat. Az F1 hibrid vetőmagok kereskedelmi forgalomban is elérhetők és sok növénytermesztő preferálja ezeket a hibrideket.

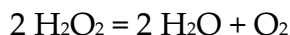
Természetesen bármilyen maggal dolgozhatunk, azonban érdemes biztos helyről, minőségi magot használni.

3.4. Algásodás

Az alga nem tekinthető hagyományos értelemben vett növénynek. Bár mindkettő fotoszintetizál, és ezen keresztül energiát nyer a napfényből, a növények és az algák biológiai szempontból eltérnek egymástól. Az algák és a növények azonos tápanyagokat használnak fel. Elszaporodása esetén a növények kevesebb tápanyaghoz juthatnak, ami gátolhatja növekedésüket. Elzárhatják a légbefúvókat és csöveket, ami oxigénhiányhoz és anaerob feltételekhez vezethet. Ez károsíthatja a növények gyökerét és aquapónia esetében halakat. Az algák jelenléte változásokat idézhet elő a rendszer pH-jában, ami befolyásolhatja a növények és halak egészségét. Olyan anyagokat termelnek, amik megbetegíthetik az élővilágot a rendszerben. Kis mennyiségű alga mindig jelen van, a probléma a túlszaporodásuk.

3.5. Kármentés, fertőtlenítés

A hidrogén-peroxid (H_2O_2) amit szőkitőként is ismerhetünk, egy olyan erős oxidáló vegyi anyag, amelyet használnak laboratóriumban oxidálószerként, szagtalanításra, klórmentes fertőtlenítésre. Fontos megfelelő óvatossággal használni, mivel túlzott mennyiségben káros hatásokat okozhat. Bomlása során csak környezetbarát anyagok keletkeznek:



Hidropóniában a következőkre használható:

Alacsony koncentrációban (3%) a hidrogén-peroxid használható a növények gyökérzetének tisztítására, különösen, ha a rendszerben problémák vannak, például lehullott/rohadt gyökerek vagy betegségek. A hidrogén-peroxid segíthet a gyökerek egészséges állapotának helyreállításában.

Segíthet az ammónia és algák megfékezésében. Az ammónia lebomlik a szer hatására, és az algák növekedését is gátolhatja. Ez hozzájárulhat a rendszer vízminőségének javításához.

Fontos odafigyelní, hogy ne legyen a rendszerben olyan más anyag, amivel esetleg reakcióba léphet, káros mellékhatásokat okozva. Karbantartáskor/a rendszer tisztításakor is érdemes a hidrogén-peroxidot alkalmazni, mivel nem marad utána káros anyag és nagyon hatásos. Növelhető vele a víz oldott oxigénmennyisége is.

4. Megépített változatok

4.1. Első verzió

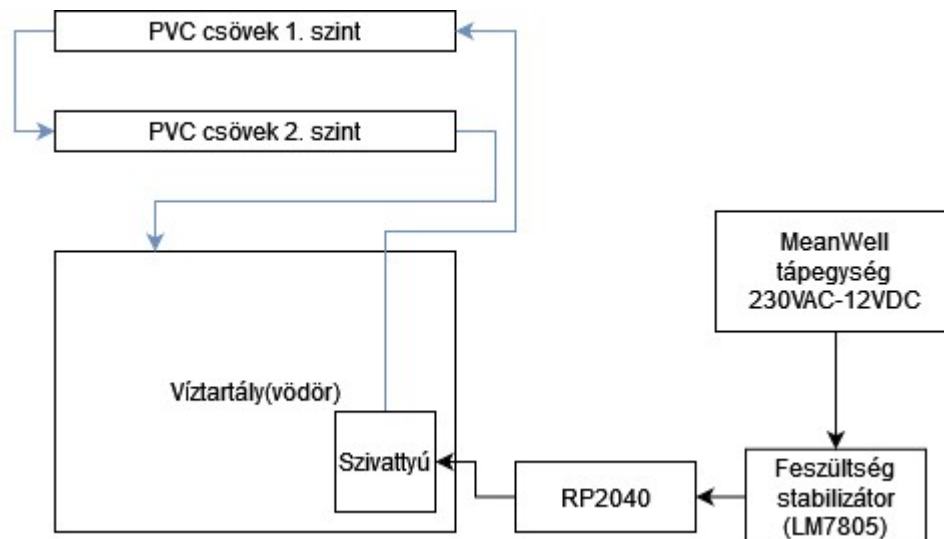
Az első bazsalikom, levélpetrezselyem és jégsaláta magokat egy mezőgazdasági boltban vásároltam. Ezeket kókuszrostba ültettem és pár napon belül ki is hajtottak. A mag ültetésekor elég normál csapvizet/esővizet használni, mivel a magban megtalálható az összes tápanyag az első pár levél megjelenéséig.

Az első rendszert a teraszon állítottam fel egy 60mm átmérőjű PVC csőből álló rendszert, ahol a DWC-t és az NFT-t próbáltam kombinálni. A csövek végén belülre egy „gátat” készítettem, ami egy bizonyos vízszintet mindig megtartott.



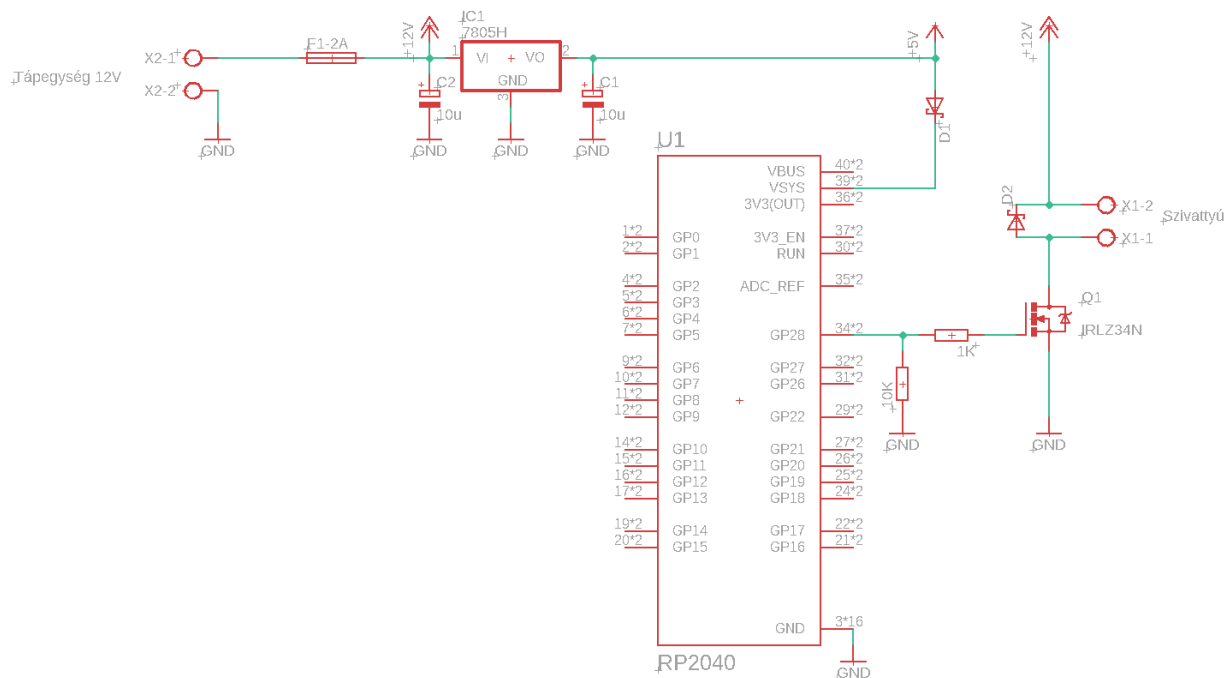
15. ábra – Az első rendszer [saját ábra]

A tartók műanyag pohárból és mosogatószivacsból készültek el. Tartálynak egy 15 literes savanyító vödör szolgált, amiből egy 12V-os kis vízpumpa pumpálta fel a vizet a csőbe időzítve, fél óránként 5 percre bekapcsolva.



16. ábra – Blokkvázlat [saját ábra]

Ezt egy RP 2040 mikrokontrollerrel vezéreltem egy IRFZ34N [13] MOSFET-el. A tápellátást egy MeanWell LPV-35-12 típusú, 12V-os tápegység biztosította.



17. ábra – Kapcsolási rajz [saját ábra]

```

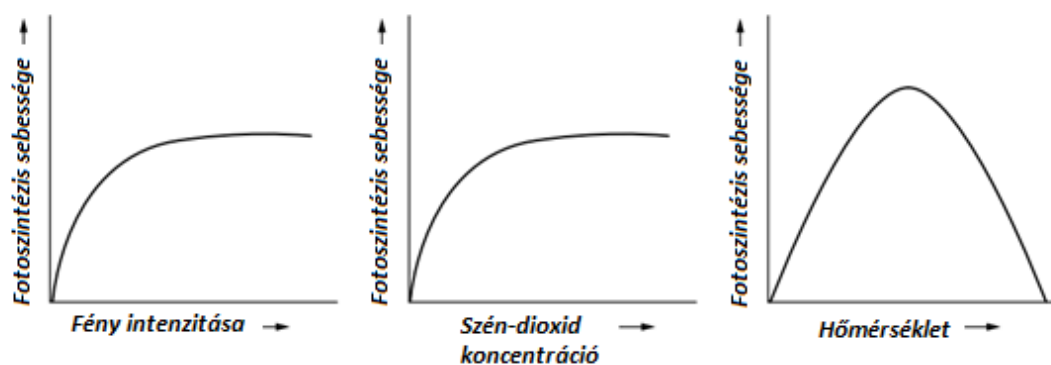
1  from machine import Pin
2  from time import sleep
3
4  pump = Pin(28, mode=Pin.OUT, value=0)
5
6  while True:
7      pump.value(1)
8      sleep(60*5)
9      pump.value(0)
10     sleep(60*30)

```

18. ábra – Egyszerű programkód MicroPythonban [saját ábra]

Sikerült benne a termesztés, azonban már láttam a buktatóit. Délről a napsugárzás folyamatosan érte a csöveket és nagyon felmelegítette azokat, amik kedvezőtlenül hatottak a növények növekedésére.

A fotoszintézist nagyban befolyásolja a hőmérséklet, ugyanis, ha a víz hőmérséklete megnő csökken az oldott oxigén mennyisége a vízben és kevesebb oxigént tud felvenni a növény a gyökerén keresztül.



19. ábra – Fotoszintézist befolyásoló tényezők [13]

A cső átmérője szintén fontos. Ahogy növekedtek a saláták, bazsalikomok úgy a gyökeik is és képesek voltak eldugítani a rendszert.

A rendszernek zártnak kell lennie olyan szempontból, hogy ne juthasson be fény a csövekbe és a tartályba, mivel az algásodáshoz vezet és elvonja az erőforrásokat a növényektől, illetve rontja a víz minőségét.

4.2. Második verzió

Mivel télen a külső hőmérséklet tartósan 10 °C alá esett, de nem szerettem volna abbahagyni a kísérletet, építettem egy szerkezetet, amivel beltéren tudom folytatni a termesztést.

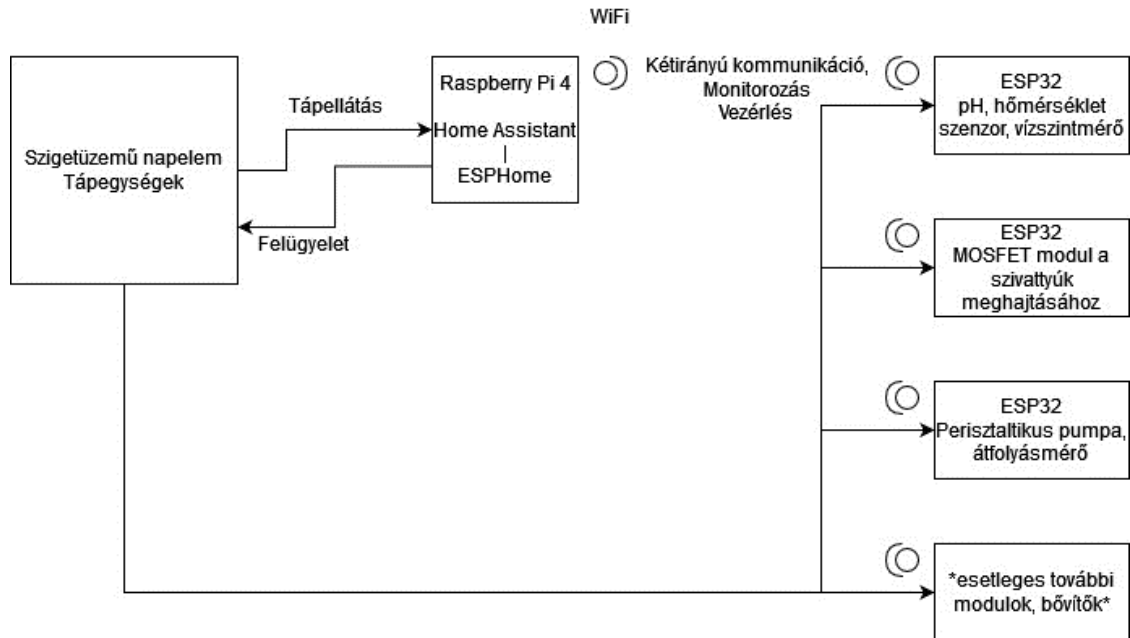


20. ábra – „HydroBox” [saját ábra]

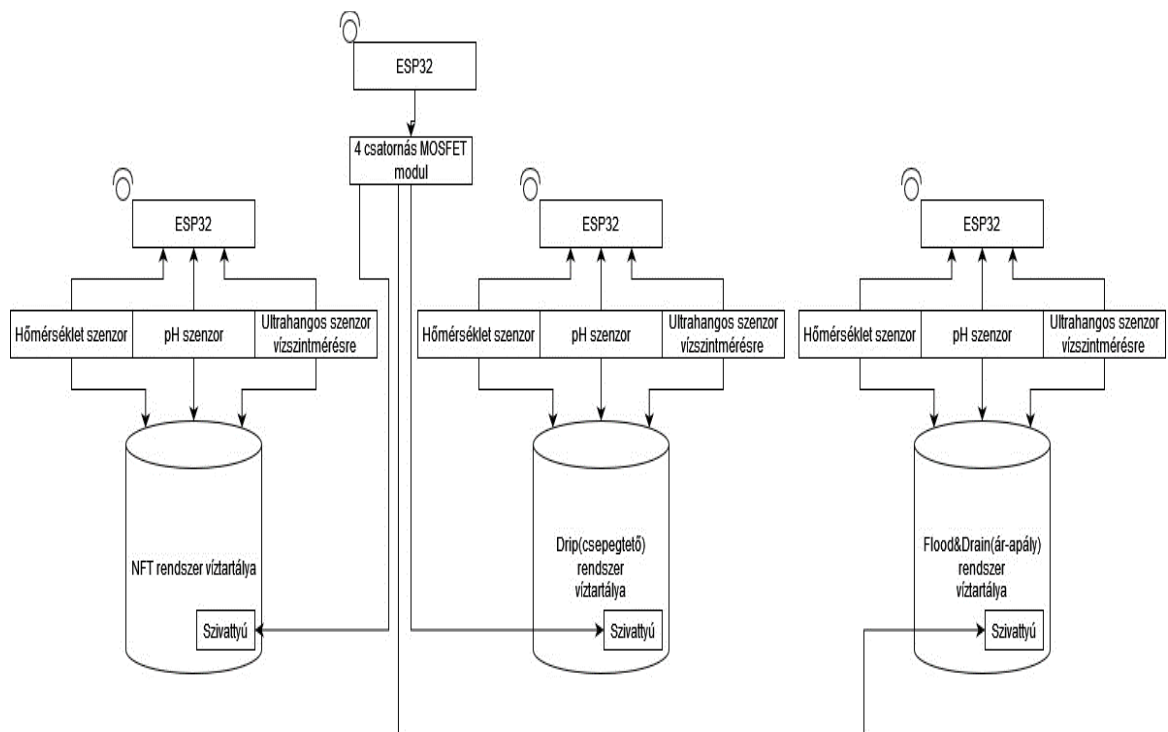
A szerkezet 3x5cm-es cseréplécből és régi ágyrács felhasználásával készült, alsó tárolóval, ahol a gépészet és a kellékek kaptak helyet. Később több emelet is készült rá, hogy nagyobb területen folytathassam a termelést.

5. A legutóbbi(harmadik verzió) rendszer összetevői

Bemutatom részletesebben az egyes egységeket, amik működtetik a rendszert.



21. ábra – Blokkvázlat [saját ábra]



22. ábra – Blokkvázlat [saját ábra]

5.1. Fóliaház



23. ábra – Fóliaház váz [saját ábra]

A vázat 30x30-as zártszelvényből készítettem el úgy, hogy az modulárisan bővíthető legyen. Ez azt jelenti, hogy a képen látható váz nem egybe van hegesztve, hanem az oldalak és a tetőszerkezet külön egységet képviselnek, amik csavarokkal vannak egymáshoz rögzítve. Így toldható széltében/hosszában, szétszedhető és szállítható. A méreteit tekintve 4 méter hosszúra és 2 méter szélesre készült.



24. ábra – A rendszer telepítése [saját ábra]

A borítás mezőgazdasági sátorfóliából készült, 3x5cm-es cseréplécek szolgálnak párnafaként amire rá tud feszülni a fólia. A telepítéskor 20 °C volt a külső hőmérséklet, ami pont ideális. A hosszanti oldalon be lett ásva először az egyik, majd a másikon. A rálapátolt föld feszítette rá a fóliát a vázra. A hőingadozás miatt kell „normál” hőmérsékleten elvégezni a fólia felhelyezését, mivel, ha hidegben történik ez meg, akkor nyáron sokat nyúlik a fólia és lógni fog, fordított esetben pedig télen túlfeszül és elszakad.

5.2. Tápellátás

A rendszernek villamos energiára van szüksége az elektronikus eszközök működtetéséhez. Mivel a telepítés helyszínén nem volt hálózatra csatlakozási lehetőség, illetve fontos szempont volt a fenntarthatóság, szigetüzemű napelemrendszer lett kialakítva.

5.2.1. Napelemek



25. ábra – Telepítés [saját ábra]

A napelem adattábláján szereplő lényeges értékek:

Maximum teljesítmény:	230W_p
Munkaponti feszültség:	29.7V
Munkaponti áram:	7,75A
Nyitott áramkör feszültsége:	37,2V

Két darab 230W teljesítményű napelem került elhelyezésre, amik sorba kötve 59,4V munkaponti feszültséget és 7,75A áramot szolgáltatnak ideális körülmények között. A panelek dél felé fordítva, 35 fokos szögben állnak.

A vezeték keresztmetszet számításakor figyelembe vettem a távolságot és az átfolyó áramerősséget, így a legkisebb 4mm²-es szolár vezetéket választottam a szereléshez, 5% alatt tartva a feszültségesést, ezáltal kisebb a veszteség.

$$\text{Kábel hossza} = l = 10 \text{ méter}$$

$$\text{Feszültség} = U = 60V$$

$$\text{Áramerősség} = I = 8A$$

$$\text{Kábel keresztmetszete} = A = 4\text{mm}^2$$

$$\text{Réz fajlagos ellenállása} = \rho = 0,017 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

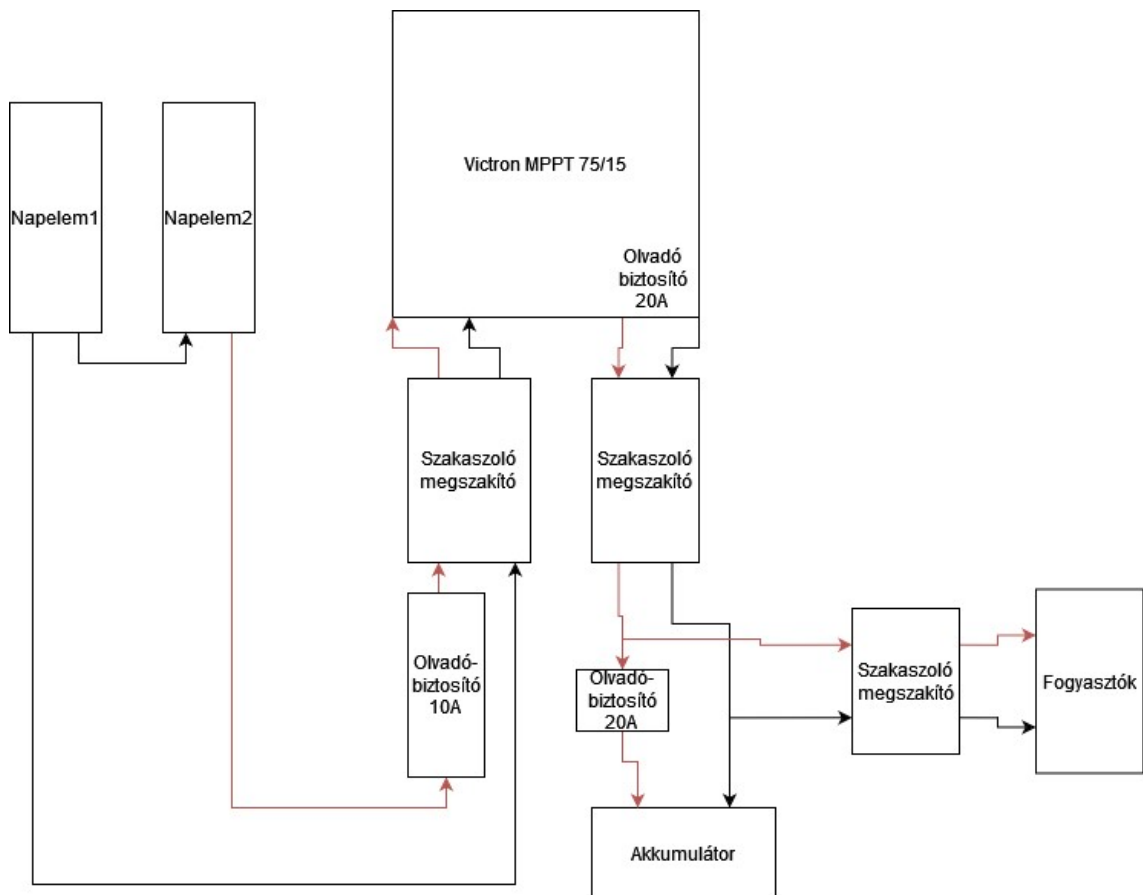
$$\text{Vezeték ellenállása} = R = \rho * \frac{l}{A} = \frac{0,017\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{10\text{m}}{4\text{mm}^2} = 0,0425\Omega$$

$$\text{Feszültségesés} = \Delta U = 2 * R * I = 2 * 0,0425\Omega * 8A = 0,68V$$

$$\text{Százalékos feszültségesés} = \frac{\Delta U}{U} * 100 = \frac{0,68V}{60V} * 100 = 1,33\%$$

5.2.2. Védelem

A napelem és a töltésvezérlő között 10 Amperes, a töltésvezérlő és az akkumulátor között pedig a beépített 20 Amperes olvadóbiztosítók és szakaszoló megszakítók szolgálnak védelemként meghibásodás esetén. Ez megakadályozza a túláramot és az esetleges tűz kialakulását.



26. ábra – Kapcsolási rajz [saját ábra]

5.2.3. Töltésvezérlő

A napelemből jövő villamos energiát egy Victron 75/15 MPPT [1] töltésvezérlő szabályozza. Az MPPT (Maximum Power Point Tracking) egy olyan technológia, amelyet napenergia rendszerekben és napelemes töltőkben alkalmaznak a hatékony energiaelőállítás és töltés érdekében. Az MPPT töltők olyan berendezések, amelyek a napelemek által generált energia optimális pontját igyekeznek megtalálni, hogy a rendszer a lehető legnagyobb teljesítményt érje el. Ezt egy mikrovezérlővel és egy kapcsolóüzemű DC-DC konverterrel érik el úgy, hogy a mikrovezérlő addig állítja az áramkorlátot a konverteren, amíg a kivethető teljesítmény a legnagyobb nem lesz. A vezérlő folyamatosan tanul és figyelembe veszi a korábbi értékeket.

A másik módszer a PWM(pulzus-szélesség moduláció). A PWM esetében az impulzusok szélességét változtatják a kimeneti feszültség és áram vezérlésére, ami időszakos kapcsolgatást eredményez. Mivel a napelemet közvetlenül rákapcsolja az akkumulátorra, így az előbbinek leesik a feszültsége az akkumulátoréra, és nem a munkaponti feszültségen fog üzemelni, ezáltal kevesebb teljesítmény vehető ki belőle.

A PWM vezérlő esetében a hatékonyság 70-80% körüli, míg MPPT esetében 90% fölötti.

Ez maximum 75V-os bemeneti feszültséget bír elviselni és 15 Amperes töltőáramot tud biztosítani. Bluetooth-on és sorosporton lehet kommunikálni az eszközzel, az utóbbi inkább csak az értékek kiolvasásához használható, de folyamatos állítgatásra nincs szükség, szóval ez nem gond. A gyártó „VE Direct”-ként nevezte el.



27. ábra – Victron MPPT 75/15 [15]

Ezt egy digitális izolátor IC-n keresztül csatlakoztattam a Raspberryhez, hogy meghibásodás esetén ne juthasson át olyan feszültség vagy áram, ami az eszközök meghibásodásához vezethet. Ennek típusa SI8621BB-B-IS. A szoftverhez GitHub-on találtam könyvtárat, aminek segítségével a soros kommunikáción bejövő adatokat dekódolni tudtam. [16] Dekódolás után JSON¹ formátumban MQTT²-n továbbítottam a központ felé.

¹ JSON (JavaScript Object Notation) egy könnyen olvasható adatsereformátum, amely ember számára is érthető és gépek által is könnyen feldolgozható adatstruktúrákat támogat. A JSON adatok az adatokat kulcs-érték párokként tárolják, és egy szövegalapú formátumot alkotnak, amely alkalmazások közötti adatcserére és tárolásra szolgál.

² MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) egy könnyű kommunikációs protokoll, amelyet eszközök közötti üzenetküldésre használnak. Az MQTT olyan környezetbe való, ahol a hálózati

5.2.4. Akkumulátor

Egy 70Ah-ás autó akkumulátor tárolja a töltést arra az időszakra, amikor a napelem nem termel. Ez nem a legmegfelelőbb típus a szigetüzemhez, de ez állt rendelkezésre. Jelenleg a legjobbak a LiFePo₄ technológiájú akkuk, viszont magas a bekerülési költsége. Fontos, hogy az akkumulátort télen úgy tároljuk, hogy ne érje fagy, nyáron pedig ne érje közvetlen napsütés, ami felmelegítheti.

5.3. Központi számítógép - Raspberry Pi 4

5.3.1. A Raspberry és az SD kártya viszonya

A Raspberry Pi egy kis számítógép, melyet különféle projektekhez és alkalmazásokhoz terveztek. A Raspberry Pi rendkívül rugalmas és könnyen testre szabható eszköz. Az egyik legfontosabb eleme az SD kártya, amely a rendszer operációs rendszerét és az alkalmazásokat tárolja. Sajnos ez sok esetben problémát jelent, mivel az SD kártya sebessége lassú, illetve véges írási ciklussal rendelkezik. Ez váratlan meghibásodásokat eredményezhet.

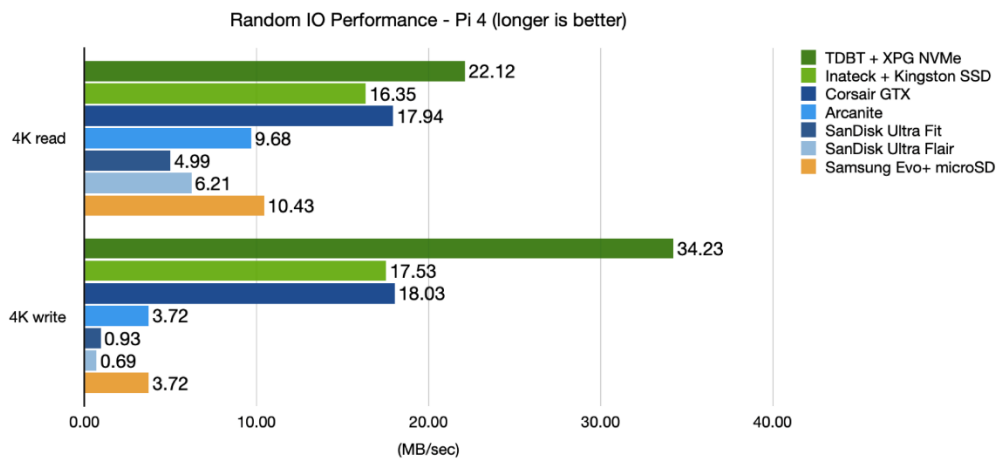
A Raspberry esetében az SD kártyára gyakran ír és olvas adatokat. Például az operációs rendszer folyamatosan naplót ír, és az ideiglenes fájlok is az SD kártyán helyezkednek el. Ez a folyamatos aktivitás rengeteg írás-olvasási ciklust hajt végre. A NAND flash memóriák, amelyek az SD kártyákban találhatók, csak korlátozott számú írási ciklust képesek elviselni, ennek száma kb. 10 000. Intenzív írás esetén ezek a ciklusok hamarabb kimerülhetnek, ami az SD kártya teljesítményének csökkenéséhez és elhasználódásához vezethet.

Mivel képes arra az eszköz, hogy USB portot használjon bootolásra és egy külső eszközt használjon adattárolásra, ezért egy USB-SATA átalakító segítségével SSD(Solid State Drive) meghajtót csatlakoztattam rá.

Az SSD-k jelentősen magasabb adatátviteli sebességeket kínálnak az SD kártyáknál. Ez különösen előnyös lehet, ha olyan alkalmazásokat futtatunk, amelyek nagy adatmennyiségeket igényelnek, például adatbázisok vagy adatintenzív számítások. Általában nagyobb tárhelyet kínálnak, mint az SD kártyák. Ez hasznos lehet, ha nagy mennyiségű adatot kell tárolni vagy kezelni a Raspberry Pi-n. Ugyanakkor ezeknek is korlátozott írási ciklusuk, de ez

erőforrások korlátozottak lehetnek, például szenzorok, beágyazott rendszerek vagy az Internet of Things (IoT) eszközei esetén. Bővebb leírás később...

lényegesebb nagyobb. A legolcsóbb meghajtó is elméleti 60TBW élettartammal bír, ami azt jelenti, hogy 60 terabájt adatot lehet rá írni. Az SD kártya általában 10 000 írási ciklust bír. A hibás blokkokat az SSD automatikusan kezeli és „kivonja őket a forgalomból”, ezt úgy vehetjük észre, hogy a szabad területünk csökken.



28. ábra – Különböző eszközök teljesítménye [16]

5.3.2. Szoftverek, amik a kommunikációt, megjelenítést, automatizációt biztosítják

Docker

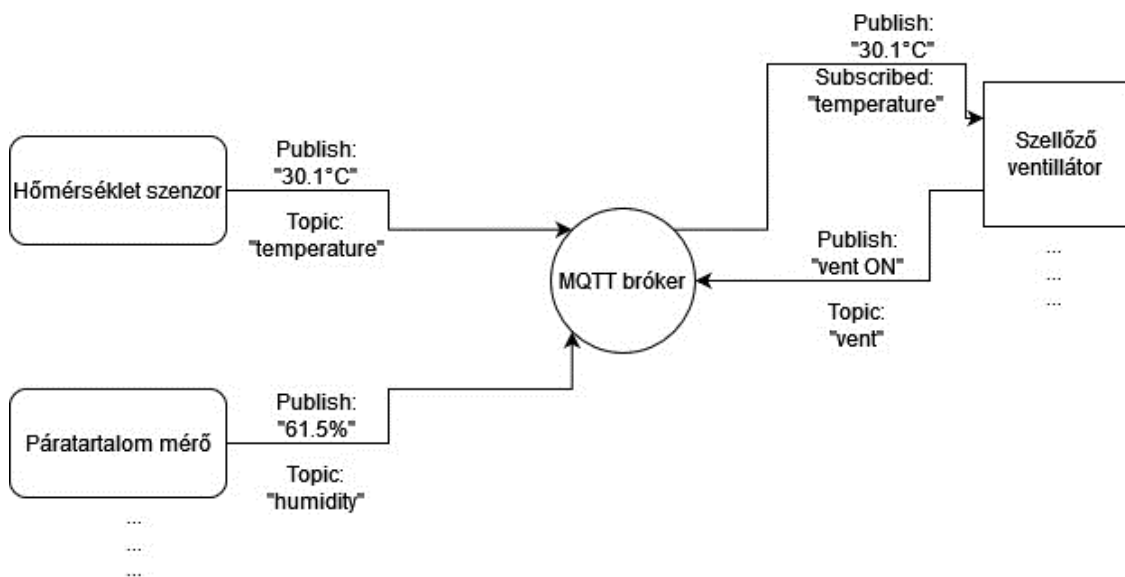
A Docker egy számítógépes program, amely operációs rendszer szintű virtualizációt biztosít. A Docker konténereket kezel, amelyek elkülönülnek egymástól, és saját alkalmazást, eszközöket, könyvtárakat és konfigurációs fájlokat tartalmaznak. Ezek a konténerek jól meghatározott csatornákon keresztül kommunikálnak egymással. Minden konténer egyetlen operációsrendszer-kernelen fut, ami csökkenti a rendszerigényüket a virtuális gépekhez képest. A konténerek image fájlokból(lényegében telepítőfájlok) származnak, amelyek részletes specifikációkat tartalmaznak. Az image fájlok könnyen letölthetők szabadon elérhető fájlszerverekről, vagyis repozitóriumból. Ilyen például a később említett Mosquitto, Home Assistant.

Portainer

A Portainer egy webes felületet biztosít a Docker kezeléséhez, így még könnyebben menedzselhetők a konténerek egy barátságos grafikus felhasználói felületen keresztül, anélkül, hogy szükség lenne a parancssor használatára.

Mosquitto

A Mosquitto egy MQTT bróker szoftver, amely lehetővé teszi az MQTT protokoll használatát az eszközök közötti kommunikációhoz. Ez egy könnyű súlyú üzenetküldő protokoll, amely kifejezetten az IoT (Internet of Things) és M2M (Machine to Machine) kommunikációhoz tervezett. Felelős az MQTT üzenetek fogadásáért, továbbításáért és kezeléséért az eszközök között. Ez lehetővé teszi az eszközök számára, hogy egyszerűen és hatékonyan kommunikáljanak egymással, például szenzorok, más eszközök vagy alkalmazások között.



29. ábra - MQTT topológia [saját ábra]

Home Assistant

A Home Assistant egy intelligens otthon-automatizálási platformként szolgál. Az a célja, hogy összehangolja és egységesítse a különféle okos otthon eszközöket és rendszereket egy közös felhasználói felületen keresztül. Az Home Assistant lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy különböző eszközöket és szolgáltatásokat integráljanak, és egyedi automatizációs

folyamatokat hozzanak létre. Azért választottam ezt, mert könnyen és gyorsan konfigurálhatók az eszközök, bárholnan elérhetem és a megjelenítés is adott, nem csak okosotthonhoz, hanem épületautomatizáláshoz is.

Kicsit bonyolultnak tűnhet, azonban a cél a könnyű bővíthetőség és az egyszerű telepítés. A legtöbb problémára már létezik megoldás, miért ne használjuk őket?

5.4. Mikrokontrollerek

5.4.1. Raspberry Pi Pico

Kezdetben ezt a mikrokontrollert használtam, mivel ez állt rendelkezésre. A MicroPhyton környezet gyors programozást tesz lehetővé, azonban a hibakezelésekre nagyon oda kell figyelni. Ugyanis, ha rosszul van megírva a kód az futás közben fog kiderülni és a program megállhat.

A kommunikáció USB-sorosporton keresztül történt, amit a Raspberry-n egy python program fordított át MQTT-re. Ez viszonylag megbízhatóan működött, azonban tápfeszültség ingadozás vagy nagyobb áramigényű beavatkozó induláskor a kapcsolat megszakadt. Szóval zavarokra igencsak érzékeny főleg hosszú kábelek esetén, illetve nehezen bővíthető a sok kábel miatt.

Ezért döntöttem úgy, hogy más megoldást keresek vezérlőnek.

5.4.2. ESP32

Az ESP32 egy népszerű, kisméretű és energiatakarékos mikrovezérlő ami tartalmaz WiFi/Bluetooth modult, amelyet a különböző beágyazott rendszerekben és IoT alkalmazásokban használnak.

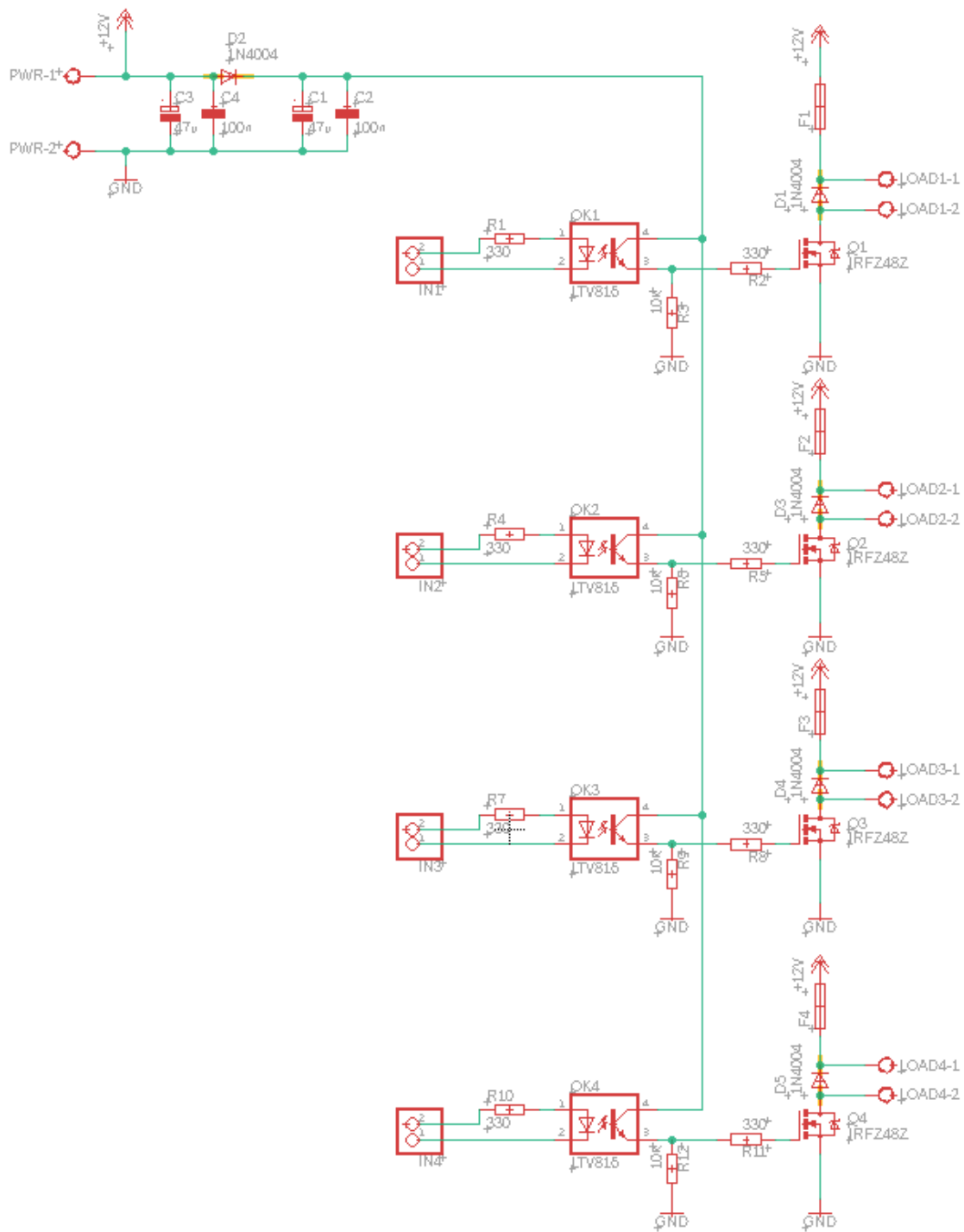
Számos IO porttal és interfésszel rendelkezik így könnyen bővíthető.

A NodeMCU ESP32 dev boardja USB porttal és a programozáshoz szükséges gombokkal van szerelve, illetve DIP tokozásra van kifejtve a mikrokontroller, így könnyen és gyorsan használható.

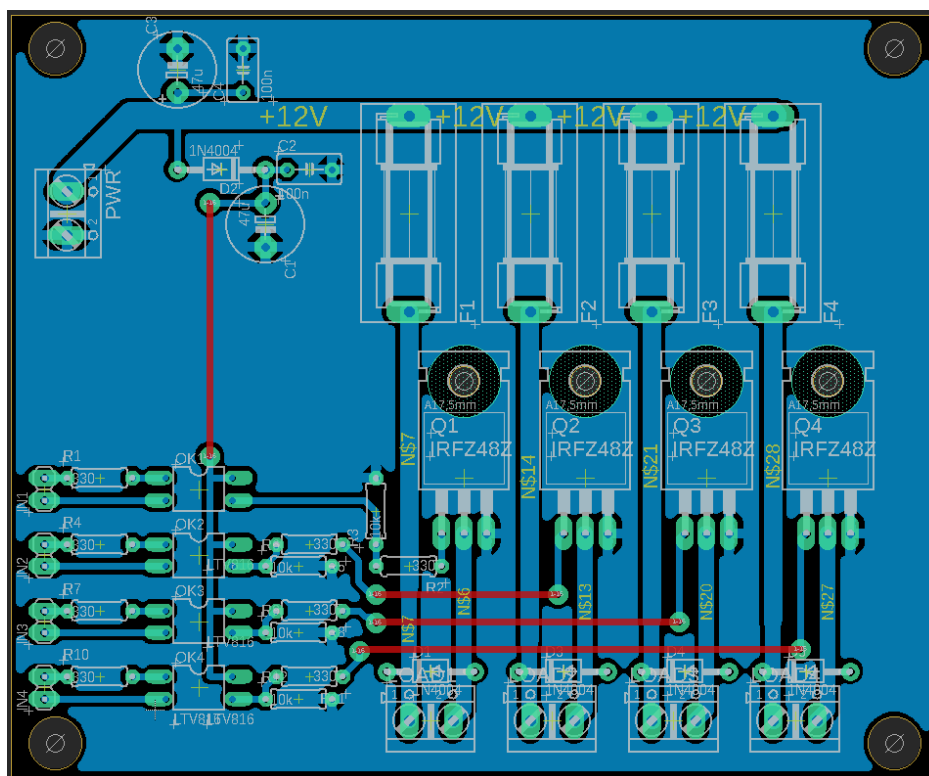
Ezt szintén MicroPhyton programnyelven programoztam, azonban rájöttem, hogy nem a legjobb megoldás. Jelenleg az ESPHome környezetet tesztelem (erről később írok).

5.4.3. MOSFET modul

A szivattyúk és egyéb későbbi fogyasztók kapcsolására egy 4 csatornás MOSFET modult terveztem. IRFZ48N [19] N-típusú MOSFET-ek végzik a kapcsolást, a vezérlőjelüket LTV816-os [20] optocsatolón keresztül kapják. Olvadó biztosítót helyeztem el a fogyasztókhoz és 1N4004 [21] típusú védődiódákat tettem a fogyasztó kapcsaival párhuzamosan az motorok esetleges induktív visszaható feszültsége miatt. Azért nem Schottky diódákat, mivel az nem volt itthon, de PWM-es hajtás esetén mindenképp javasolt arra cserélni. A NYÁK CNC gravírozással készült, az Eagle kapcsolásirajz és NYÁK szerkesztő programmal. A CNC maráshoz szükséges G-kódot a PCB-GCODE bővítménnyel generáltam.



30. ábra – Kapcsolási rajz. LOAD – fogyasztók(pl.: szivattyú), IN – vezérlőjel, mikrokontrollerről [saját ábra]



31. ábra – NYÁK tero [saját ábra]



32. ábra – Összeszerelve [saját ábra]

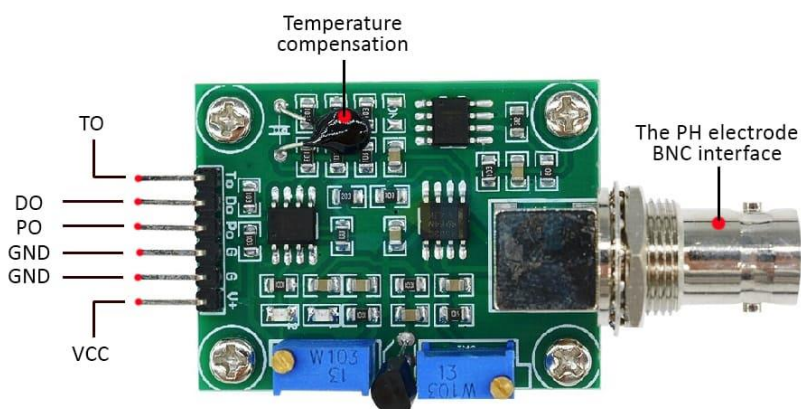
5.5. Szenzorok

5.5.1. pH szenzor

Specifikációk [22]:

Tápfeszültség:	5VDC
Áramfelvétel:	5-10mA
Mérési tartomány:	pH 0-14
Válaszidő:	< 5 másodperc
Beállási idő:	< 60 másodperc
Kimenet:	analóg feszültség
Pontosság:	pH 0,1

eBay-en vásároltam 2db pH szenzort, jelfeldolgozó modullal együtt. Fontos az időszakos kalibrálás, ugyanis a mérőfejben lévő oldat hígul, az elektróda korrodálódik és fals eredményeket fogunk kapni. Ha lassan áll be a mért érték, az egy intő jel arra, hogy a mérőfej már elhasználódott. Tesztek alapján körülbelül egy év az élettartama.



33. ábra – pH szenzor jelének feldolgozója [17]

A modul 5V-os tápfeszültségről működik.

TO: hőmérséklet analóg kimenet 0-5V

DO: pH szint riasztás digitális kimenet 0-5V

PO: pH érték analóg kimenet 0-5V

GND: föld

GND: föld

VCC: tápfeszültség, 5V

A kalibráláshoz először a képen jobb oldalt látható potenciométert kell használni. A BNC csatlakozó középérrintkezőjét rövidre zárjuk a külső részével, majd a potmétert addig állítjuk, amíg a PO lábon 2.5V-ot nem mérünk. Ez lesz a 7-es pH-nak megfelelő feszültség. A másik potméterrel pH riasztási szintet tudunk beállítani, amit a DO lábon jelez.

5.5.2. Hőmérséklet szenzor

A DS18B20+ egy digitális hőmérséklet-érzékelő, amely a 1-Wire protokollt használja a kommunikációhoz. Ez a szenzor egy népszerű választás azokban az alkalmazásokban, ahol precíz digitális hőmérsékletmérésekre van szükség.

-55...125°C hőmérséklet tartományban használható, -10...85°C között +0.5°C-os pontossággal rendelkezik. 3-5.5VDC tápfeszültségre van szüksége, így könnyen illeszthető a különböző mikrokontrollerekhez.

5.5.3. Átfolyásmérő

Specifikációk [18]:

Tápfeszültség:	5-12VDC
Áramfelvétel:	max. 15mA
Kimenet:	digitális, 0-5V
Frekvencia:	$f = 6.6 * Q$ (Q=liter/perc)
Átfolyás:	1-30 liter/perc
Maximum víznyomás:	17.5 Bar

A YF-B6 típusú átfolyásmérő belsejében egy kis lapátkerék van, aminek forgását egy Hall-szenzor segítségével figyelhetjük. Minél nagyobb a folyadék áramlási sebessége, annál nagyobb a kimeneti jel frekvenciája.

Ennek segítségével kiszámítható az átfolyt folyadék mennyisége.



34. ábra – Átfolyásmérő [19]



35. ábra – Látszódik belül az impeller [saját ábra]

5.6. Beavatkozók

5.6.1. Perisztaltikus pumpa

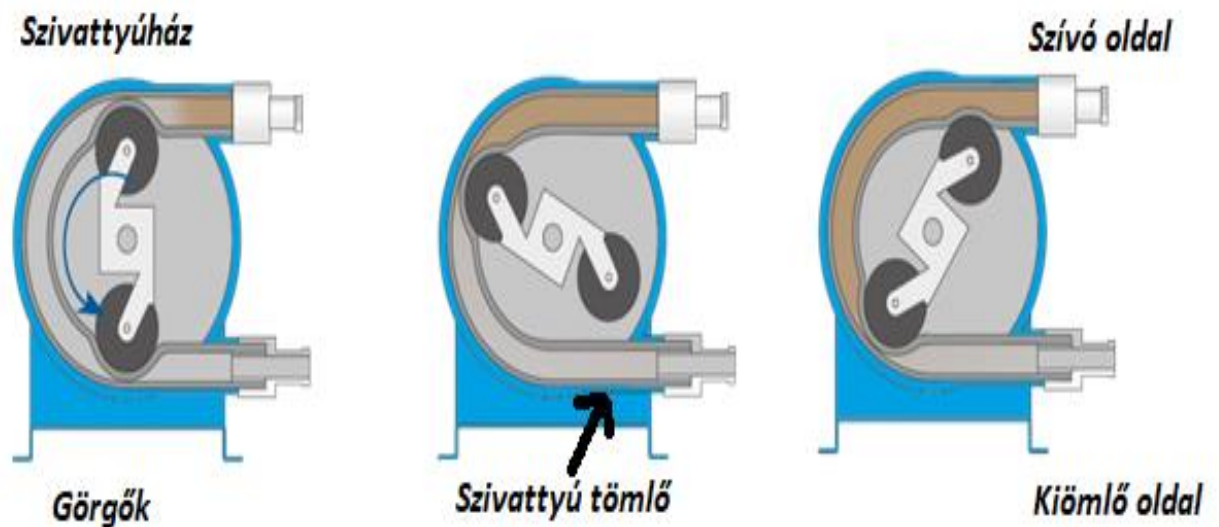
Mivel különböző tömény maró, korrozív anyagok(hidrogén-peroxid, foszforsav, tápoldat) vannak jelen, ezért nem használható az adagoláshoz bármilyen pumpa/szivattyú, ugyanis nagyon könnyen tönkre teheti azokat.

Másrészt egy normál lapátkerekes szivattyúval nem lehetséges a pontos, kis mennyiségű adagolás.

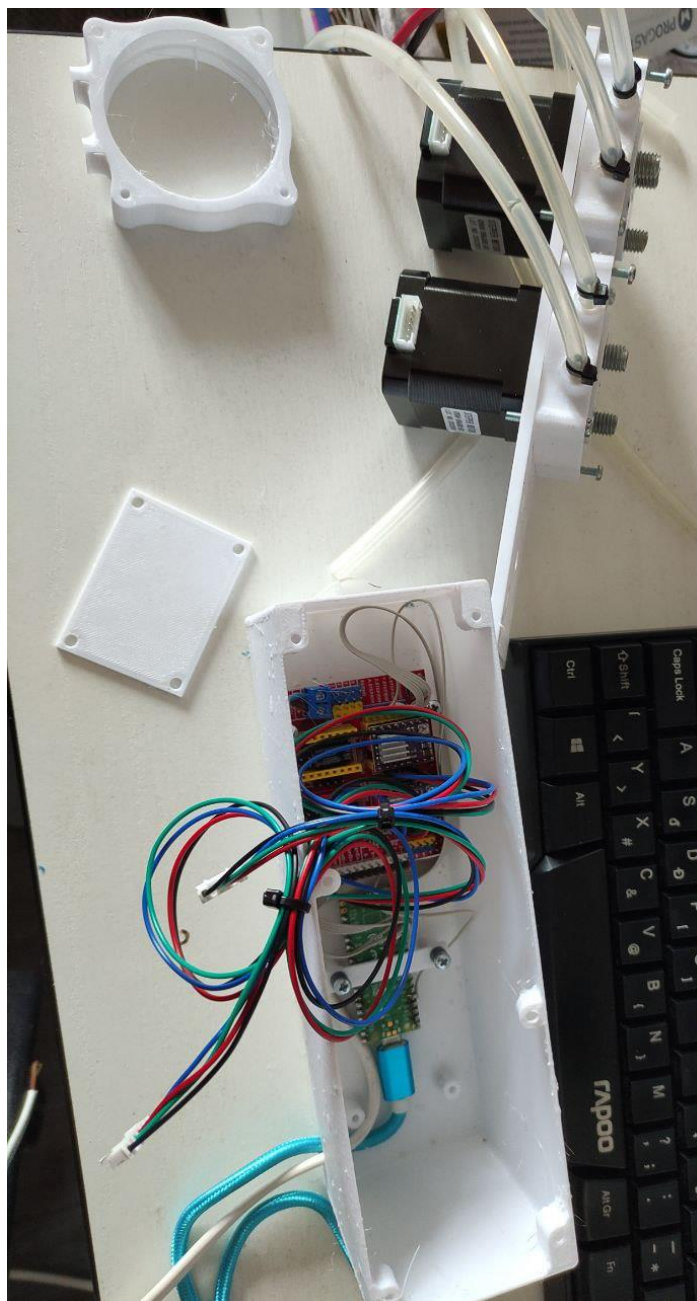
Ezen problémák kiküszöbölésére terveztem egy perisztaltikus pumpát. Ennek lényege az, hogy a folyadék nem érintkezik mozgó alkatrészszel, csak a szilikoncsővel. Hasonlóan működik az ember nyelési mechanizmusához.

A forgó mozgást léptetőmotorok végzik, amit DRV8825 meghajtók szolgálnak ki és Pico mikrokontroller vezérel.

Elméletileg 425nL-es felbontás érhető el vele.



36. ábra – Működése [20]



37. ábra – Összeszerelés. Sajnos a 3D nyomtatás nem sikerült a legjobban, sokat állt az alapanyag levegőn és megszívta magát nedvességgel. [saját ábra]



38. ábra- Három körös adagoló [saját ábra]

5.6.2. Mágnesszelep

Későbbiekben az automatikus vízpótlásért fog felelni, egyenlőre még nem lett integrálva a rendszerbe.

12V-os NC, vagyis alaphelyzetben zárt mágnesszelepet vásároltam a vízszint automatikus szabályozására. Feszültséget kapcsolva a sarukra a szelep kinyit, és a vizet átengedi. Hálózati vízre csatlakoztatható, 8 Bar nyomást bír elviselni, G³/₄ menetes csatlakozókkal rendelkezik. Mivel a működtetője egy nagy elektromágneses tekercs, érdemes védődiódákat alkalmazni beszereléskor a két

pont között, hogy a tekercs indukált visszaható feszültségét lesöntöljük és ne emelje meg a tápfeszültség értékét, veszélyeztetve ezzel a többi eszközt.



39. ábra – Mágnesszelep vízhez [21]

5.6.3. Szivattyúk

A szénkefés DC motorok szénkeféket tartalmaznak, amelyek kopásra hajlamosak, ezáltal karbantartást igényelnek, és általában rövidebb élettartamúak. Emellett a súrlódás és hőtermelés miatt a hatásfokuk általában kisebb, ugyanakkor olcsóbbak. A brushless (szénkefe nélküli, AC szinkron motor) DC motorok viszont nem rendelkeznek szénkefékkel, ezáltal csökkentik a karbantartási igényt, és hosszabb élettartamúak lehetnek.

Működése olyan rendszeren alapul, amelyben a forgórészt állandó mágnesek alkotják, míg az állórész tekercsekkel rendelkezik. Az áramforrást elektronikus vezérlőegység (ESC) szabályozza, amely pontosan meghatározza a tekercsek áramellátását annak érdekében, hogy a rotor folyamatosan kövesse a mágneses mezőt. Ebben az elrendezésben nincsenek szénkefék, így a kapcsolat a tekercsek és a rotor között mágnesesen történik, csökkentve a súrlódást és a kopást. Ennek eredményeképpen ezek a motorok jellemzően hatékonyabbak és hosszabb élettartamúak, különféle alkalmazásokban, például járművekben vagy ipari berendezésekben való használatra alkalmazhatók, ahol a megbízhatóság és a hatásfok kulcsfontosságú szempontok. Fontos, hogy megfelelő szűrőt

helyezzünk el a bemenetén, ugyanis az apró szemcsék megakaszthatják a lapátokat.

Felhasznált szivattyú specifikációi [28]:

Feszültség:	12-24VDC
Teljesítmény:	22W
Szállítási mennyiség:	800 liter/óra
Emelési magasság:	5 méter
Csatlakozó vízhez:	G1/2
Maximum hőmérséklet:	100°C



40. ábra – Felhasznált szivattyú [22]

5.6.4. Szellőztetés

A megfelelő hőmérséklet szabályzását Egy Volkswagen Polo típusú személyautó hűtőventilátorával igyekeztem megoldani. Mivel ezek 12V-on képesek 15-20 Ampert is felvenni és nagy induktivitással rendelkeznek, a MOSFET(IRFZ48N)-es PWM vezérlő kevésnek bizonyult az alacsony $r_{ds(on)}$ érték ellenére is. A tranzisztor iszonyatosan melegedett.

A hiba kiküszöbölésére egy kapcsolóüzemű DC-DC konvertert használtam fel, aminek típusa SPX-20A. Maximum 20A kimeneti áramot biztosít, 1.2-36V feszültségen. A bemenetre 6-40V-os feszültséget kapcsolhatunk. Van rajta egy kis kapcsoló, ami a rajta található szabályozó IC EN lábát húzza földre a kikapcsoláshoz. Ezt egy 2N2904-es tranzisztorral kapcsoltam a mikrokontrollerhez, így programból ki-be kapcsolható. A két potméterrel lehet állítani a kimeneti feszültséget és áramot. A ki-be kapcsolása a Home Assistant-ban lévő előre beállított kapcsolási hőmérséklettől függ.



41. ábra – Kapcsolóüzemű step-down tápegység, SPX-20A [23]

Végül hiába kreált akkora légáramot, hogy a növények is remegtek, a hőmérséklet még mindig magas volt.

Kipróbáltam, hogy mi történik, ha az épület két szemközti ajtaja nyitva van és azt tapasztaltam, hogy ventilátor nélkül is sokkal elviselhetőbb értékre csökkent a hőmérséklet.



42. ábra – Szellőzőventilátor teszt [saját ábra]

5.6.5. Ajtónyitás

Ennek automatizálása elkezdődött, az egyikre készítettem egy mechanikát, ami egy Opel Corsa hátsó ablaktörlőmotorja segítségével nyitja-zárja az ajtót. Később végálláskapcsolókkal vagy áramfigyeléssel fogja tudni észlelni, hogy épp melyik állapotban van(nyitva/zárva), mikor kell megállnia, illetve ezt is központilag lehet majd vezérelni. A mechanika is fejlesztésre kerül a későbbiekben. Egyelőre egy egyszerű gombbal lehet működtetni.

5.6.6. Ultrahangos szenzor

Az HC-SR04 egy ultrahangos távolságmérő modul, amelyet széles körben alkalmaznak különböző projektekben, különféle mérési és távolságmérő alkalmazásokhoz.

Ultrahangos impulzusokat bocsát ki egy ultrahangos adó(transmitter) segítségével, majd azok visszaverődését érzékeli egy másik szondával(receiver). A távolság meghatározása a kibocsátott és visszatérő impulzusok közötti idő alapján történik. Ezek ki vannak vezetve egy tűskesorra, vagyis a csatlakozón négy pont van: TRIG(adó), ECHO(vevő), VCC(táp, 5V), GND(föld).

A modul általában 2 cm-től akár 4 méterig terjedő távolságokat képes mérni.

A modul használata a következő: küldünk egy jelet a TRIG tűskén, majd megmérjük mennyi idő telik el az ECHO tűskére érkező impulzus időtartama között, majd kiszámoljuk a távolságot az ultrahang terjedési sebessége alapján.

Ezt kihasználva mérem a tartályban a vízszintet a távolság alapján. A 80 literes hordó átmérője 40cm, magassága 64cm.

A tartályban lévő henger(vízoszlop) magasságából kiszámolható a benne lévő vízmennyiség:

$$V = r^2 * \pi * (64cm - m)$$

„V” a térfogat,

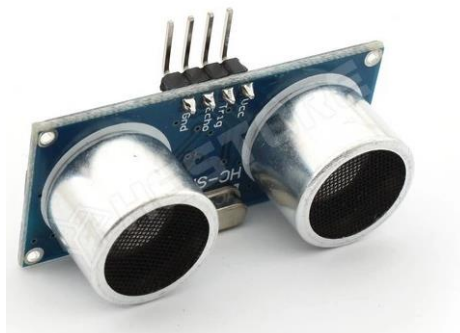
„r” a hordó rádiusza,

„m” a mért érték.

Ha deciméterben számolunk, a végeredményt literben kapjuk meg. A 64 centiméterből azért kell kivonni, mert inverz mérést végzünk(lényegében a levegőoszlop térfogatát mérjük).

Specifikációk [31]:

Tápfeszültség:	5VDC
Nyugalmi áramfelvétel:	<2mA
Mérési szög:	15°
Távolság:	2-400cm
Felbontás:	0.3cm



43. ábra – HC-SR04 távolságmérő [24]

5.7. Világítás

A téli időszakban egy fűtött helységben kísérleteztem a termesztéssel. Ehhez nyilván megfelelő világítást kell biztosítani, különben a növények fejlődése nem lesz megfelelő.

Többféle megoldással kísérleteztem

A normál világítás és a növényvilágítás közötti kulcsfontosságú különbség az, hogy a növényvilágítás célja a növények fotoszintézisének támogatása, míg a normál világítás általában a látásunkat és kényelmünket szolgálja. A fény intenzitását és spektrumát az egyes célokra tervezik és optimalizálják. A világításban használt mértékegységek:

Fényáram: Lumen (lm):

A lumen a látható fény mennyiségét méri, ami 380 és 750nm között van, de figyelmen kívül hagyja, hogy a növények számára fontos lehet más fényforrások, például az infravörös és az ultraibolya tartományok is.

A lumen a szem érzékenységére van kalibrálva, tehát a normál világítás értékelésére alkalmas, de nem feltétlenül jó mutató a növények fotoszintéziséhez.

Megvilágítás: Lux (lx):

A lux az egy lumen területi eloszlása, vagyis a fény erősségének mértéke a felület egységére.

Ugyanúgy, mint a lumen, a lux is a látásra van kalibrálva, és csak részben jelzi a növények fotoszintetikus aktivitását.

$$\text{lux} = \text{lm} / \text{m}^2$$

Fotoszintetikusan aktív sugárzás fényfluxusa:**Photosynthetic Photon Flux (PPF, $\mu\text{mol/s}$):**

A PAR(fotoszintetikusan aktív sugárzás) tartomány 400 és 700nm közötti spektrumra vonatkozik. A PPF a fotoszintetikusan aktív fotonok összes mennyiségét méri, amelyek egy másodpercben kibocsátódnak egy fényforrásból.

Ez egy fontos mutató a növények fotoszintézisének támogatásához, de még mindig nem veszi figyelembe a fény területi eloszlását. A lumen megfelelője.

Fotoszintetikusan aktív sugárzás fényfluxusának sűrűsége:**Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD, $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$):**

A PPFD az egyes négyzetméterre (négyzetméterre) eső fotoszintetikusan aktív fotonok mennyiségét méri egy adott pillanatban.

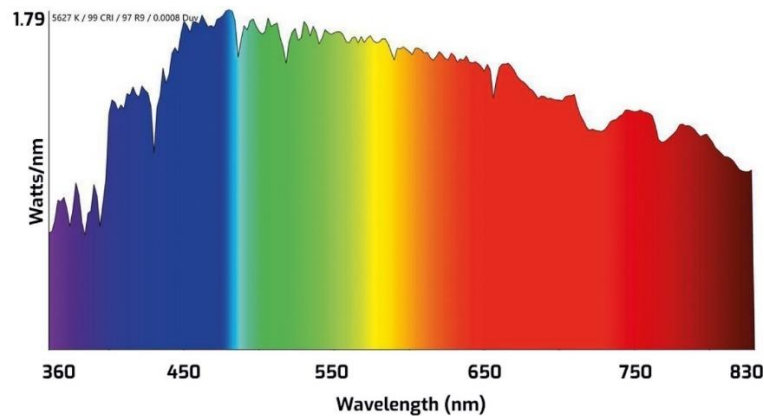
Ez a mérték magába foglalja a fény intenzitását és területi eloszlását, és közvetlen kapcsolatban áll a növények fotoszintetikus teljesítményével.

A növények fotoszintetizálásához szükségük van a fotoszintetikusan aktív sugárzásra (PAR), amely a látható fény tartománytól a közeli infravörösig terjed. A PPFD mértékegysége mikromol PAR négyzetméterenként másodpercenként ($\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$). Az emberi szem spektrális érzékenysége különbözik a növények spektrális igényeiktől.

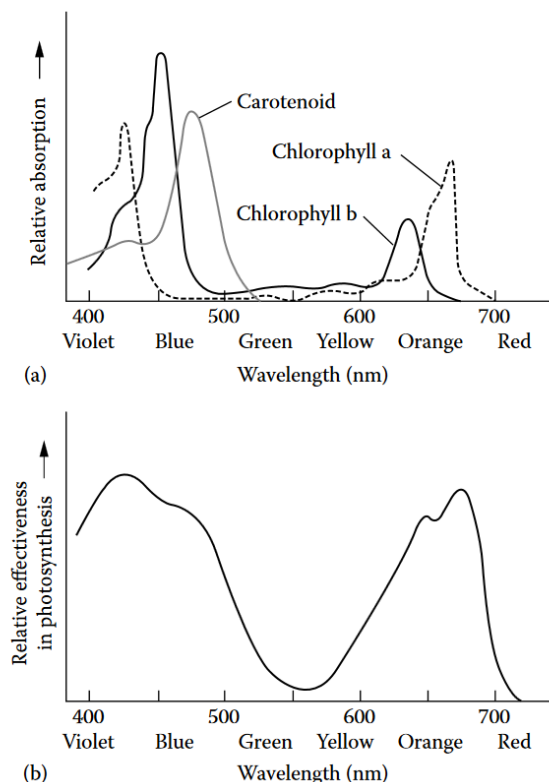
Amikor növényvilágításról beszélünk, gyakran olyan fényforrásokat használnak, amelyek spektruma és intenzitása kifejezetten optimalizált a fotoszintézishez. Például, növényeknél a fotoszintetikusan aktív sugárzásnak a

kék és piros tartományban van a legnagyobb hatékonysága, így a növényvilágítási rendszerek ezeket a színeket hangsúlyozzák.

A növények a különböző életciklusokban különböző hullámhosszú fényre van szükségük. A nappali fény spektruma, ami a napból érkezik, nagyjából egyenletes eloszlású, így alapvetően az összes hullámhosszú fény megtalálható benne.



44. ábra – Napfény spektrális eloszlása [25]



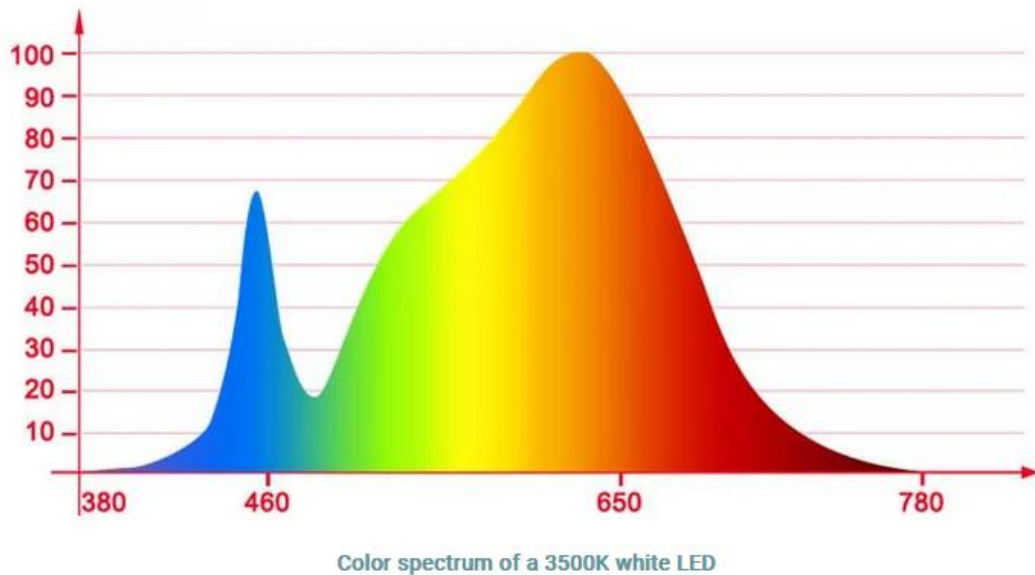
45. ábra – Növények abszorpciója [26]

Mint látható, a növényeknek leginkább a kék és a piros fény szükséges a fejlődéshez. Leveles növényekhez, mint például a saláta, elegendő lehet ezt a két féle LED-et alkalmazni, ugyanis a vegetatív időszakban erre a két

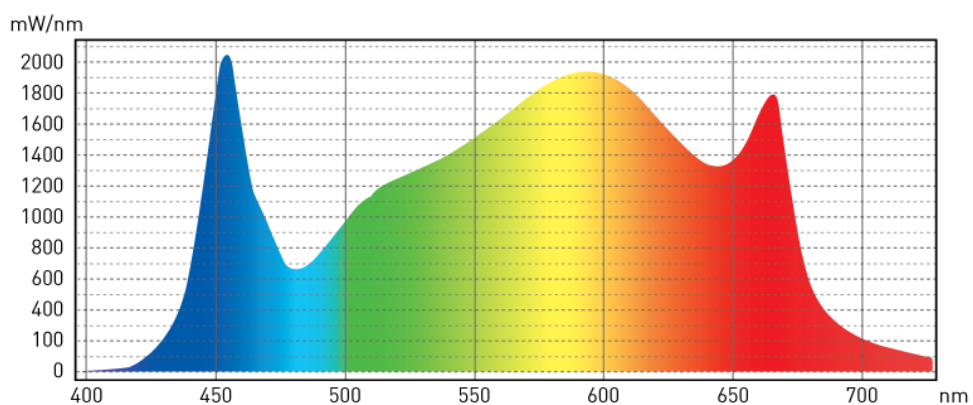
spektrumra van szükségük a fejlődésre. Ez energiafelhasználás szempontjából kedvező, ugyanis nem világítunk fölöslegesen olyan hullámhosszon, amire nincs szükség.

Virágzó növények esetében már szükség van arra, hogy lefedjük az egész tartományt.

Mivel a hétköznapi LED világítótestek a látható fényre vannak tervezve, ezeket nem lehet hatékonyan használni növényvilágításra.



46. ábra – Általános 3500K-es világítás LED spektruma [27]



47. ábra – Full spektrum LED, általában több típusú LED-ből tevődik össze [28]

Többféle kialakítású lámpatestet is készítettem.

Az eBay-ről rendelt kék-piros LED szalag a diódája 5050-es tokozású, 3:1 arányban vannak szerelve a piros-kék LED-ek. A nem vízálló típust választottam, mivel a szilikon rajta idővel megsárgul és csökken az áteresztőképessége a fényre vonatkozóan. Méterenként 12W fogyasztása van, amit 60db LED fogyaszt. A piros LED-re 625-660nm, a kék 450-465nm-es hullámhosszt ír az eladó.



48. ábra – eBay LED szalag [saját ábra]

5.7.1. Lightbar / „fénycső” kivitel

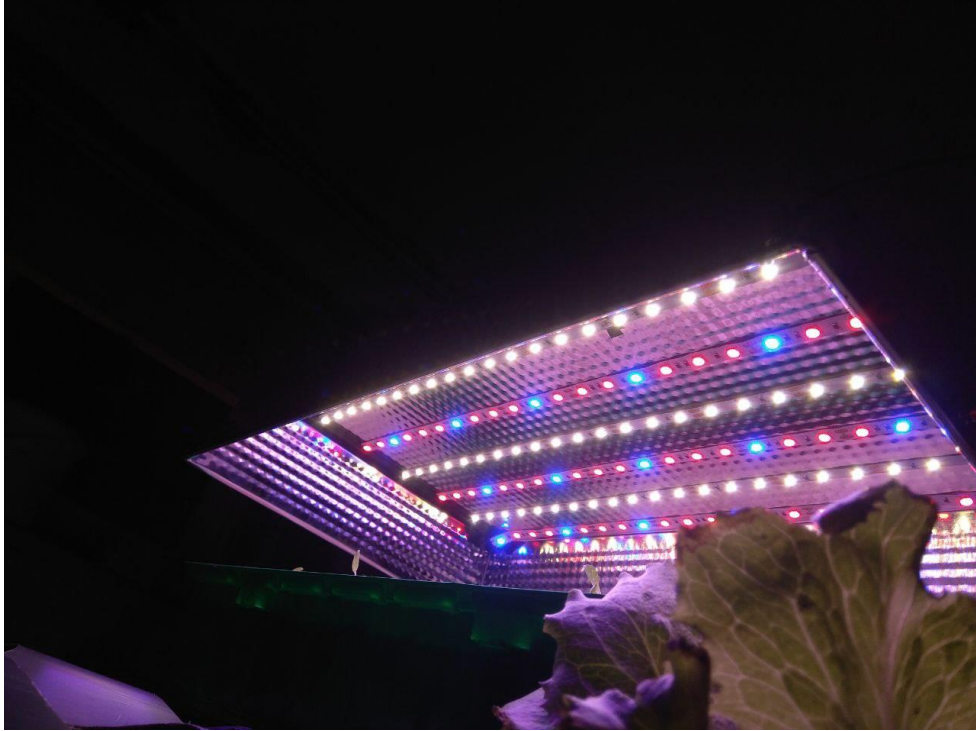
Fémlemez gipszkartonprofilra ragasztottam az öntapadós LED szalagokat, ez könnyű elrendezést és jó hűtést biztosított.



49. ábra – Gipszkartonprofilra ragasztott LED szalagok [saját ábra]

5.7.2. Tálcás

Háztartási boltban vásárolt sütő tepsí a lámpatest alapja, az alja sajnos nem teljesen sima így a LED szalag könnyebben elválí, mint a gipszkartonprofil esetében, viszont nagy felülettel rendelkezik és irányított sugárzást biztosít.



50. ábra – Tálcás kivitel [saját ábra]



51. ábra – Saláta, sóska. Tápegység: MeanWell (LPV-150-12), IP67-es, vízbe merítés ellen védett [saját ábra]



52. ábra – Paradicsom növekedése a tálcás lámpatest alatt [saját ábra]

5.7.3. Saját tervezésű LED modul

A panelt úgy alkottam meg, hogy az 12 és 24V-ról is használható legyen. A PCB 495x20mm hosszú és alumínium hordozón készült el a hővezetés miatt, amit JLCPCB NYÁK gyártón keresztül gyártattam le. Úgy alakítottam ki a NYÁK tervet, hogy igény esetén kisebb darabokra, háromfelé vágható.

A beépített LED dióda típusa LUXEON SUNPLUS 2835 WHITE. Ez egy teljes spektrumú fényforrás.

12V-on használtam, így 1,8 Ohmos előtétellenállásokat alkalmaztam 4 diódánként. Mivel a dióda az adatlap szerint 2,85V-os nyitófeszültséggel és 480mA munkaponti árammal rendelkezik, négyet sorba kötve 11,4V feszültséget kell biztosítani. Az áramkorlátozó ellenállás eszerint lett kiválasztva, a maradék 0,6V kell rajta essen 0,480A mellett.

Tehát:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{0,6V}{0,48A} = 1,25 \text{ Ohm}$$

Tápegységnek egy MeanWell (LPV-150-12) 12V 120W-ost használtam.

Az esetlegesen ingadozó tápfeszültség miatt 1,8 Ohm-ra választottam meg az ellenállás értékét, ami beépítésre került.

Felötlött az áramgenerátoros meghajtás is kevesebb veszteség érdekében, de az nagyon megnövelte volna a költségvetést.

Spectral Power Distribution Characteristics

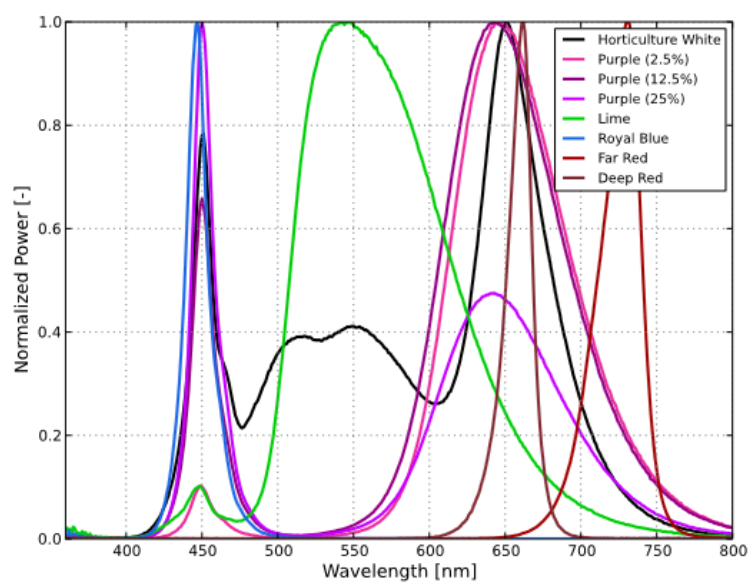
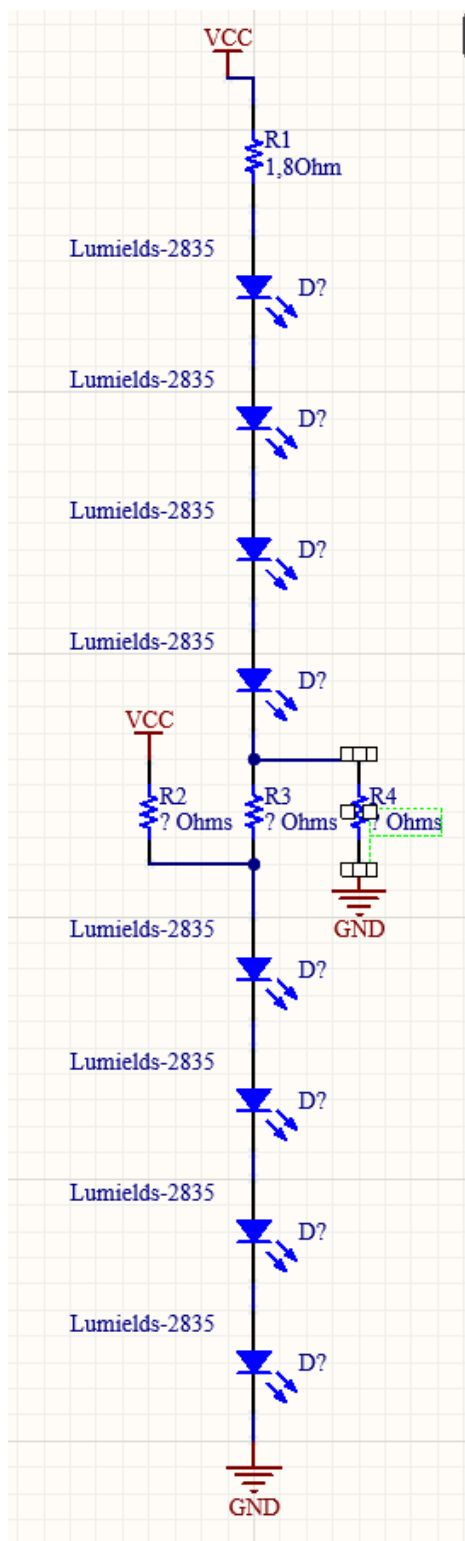


Figure 1. Typical normalized power vs. wavelength for LUXEON SunPlus 2835 Line at 120mA, $T_j = 25^\circ\text{C}$.

53. ábra – LUXEON SUNPLUS 2835 WHITE (Horticulture White) spektrumra [29]

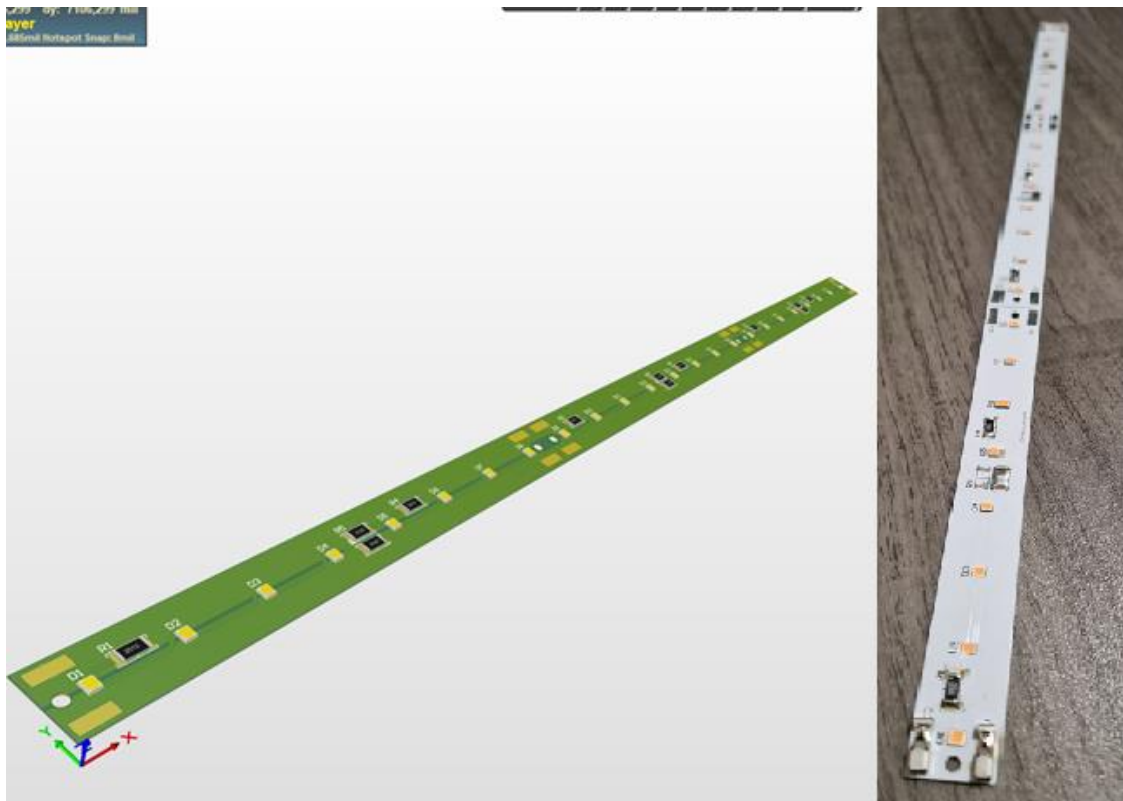


54. ábra – Kapcsolási rajz. Az ellenállások elhelyezésével változtatható, hogy 12 vagy 24V-ról használjuk.

12V: $R1=R2=1,8\Omega$, $R3=\text{nincs beültetve}$, $R4=0\Omega$

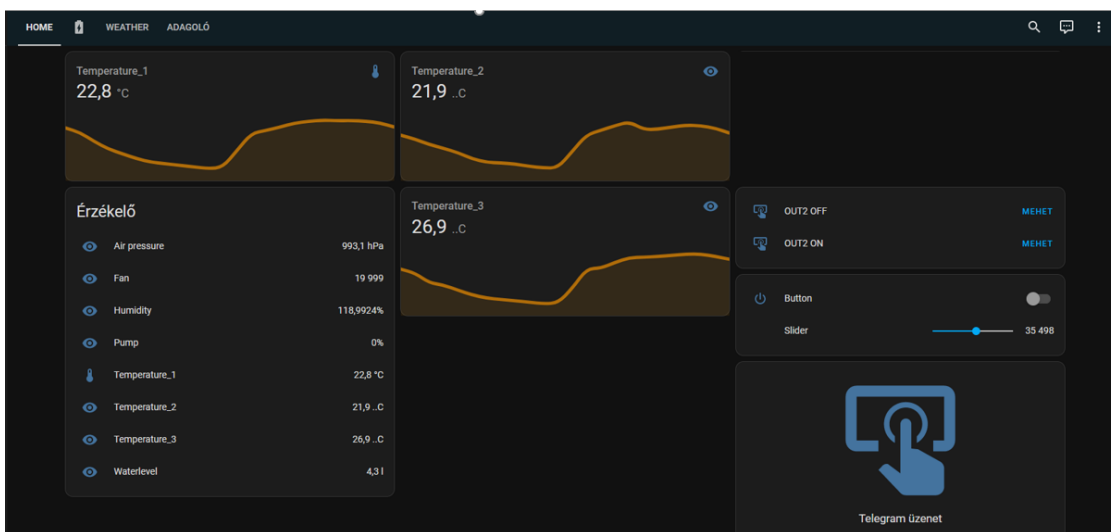
24V: $R1=2,5\Omega$, $R3=0\Omega$, $R4=\text{nincs beültetve}$

[saját ábra]



55. ábra – Altium PCB látványterv és összeállítás [saját ábra]

5.8. Programkódok, automatizációk



56. ábra – Home Assistant kezdőoldal [saját ábra]

Temperature_1: fóliaház külső hőmérséklet

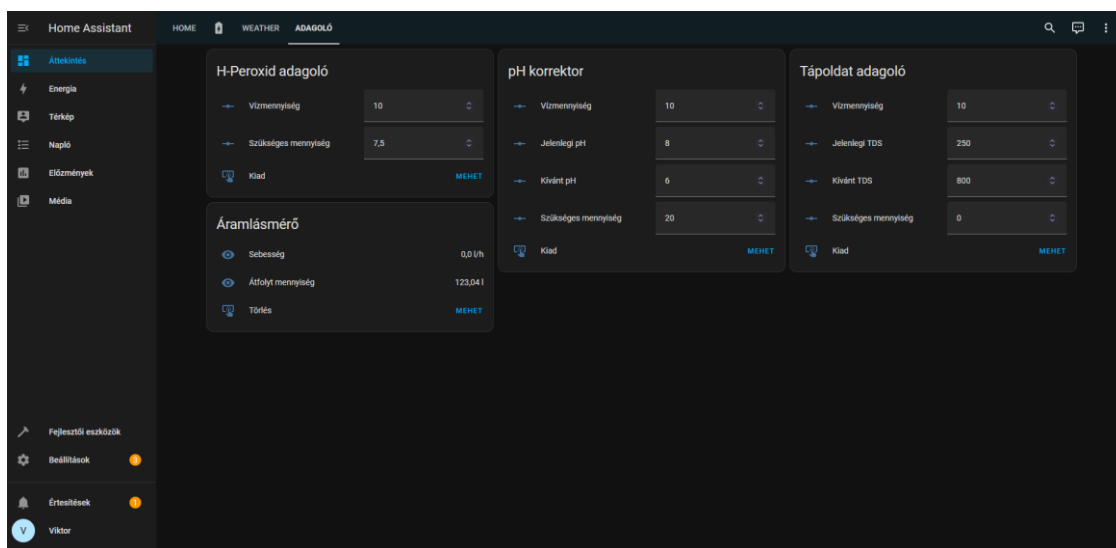
Temperature_2: fóliaház belső hőmérséklet kb. 20cm magasan

Temperature_3: fóliaház belső hőmérséklet kb. 2,2m magasan

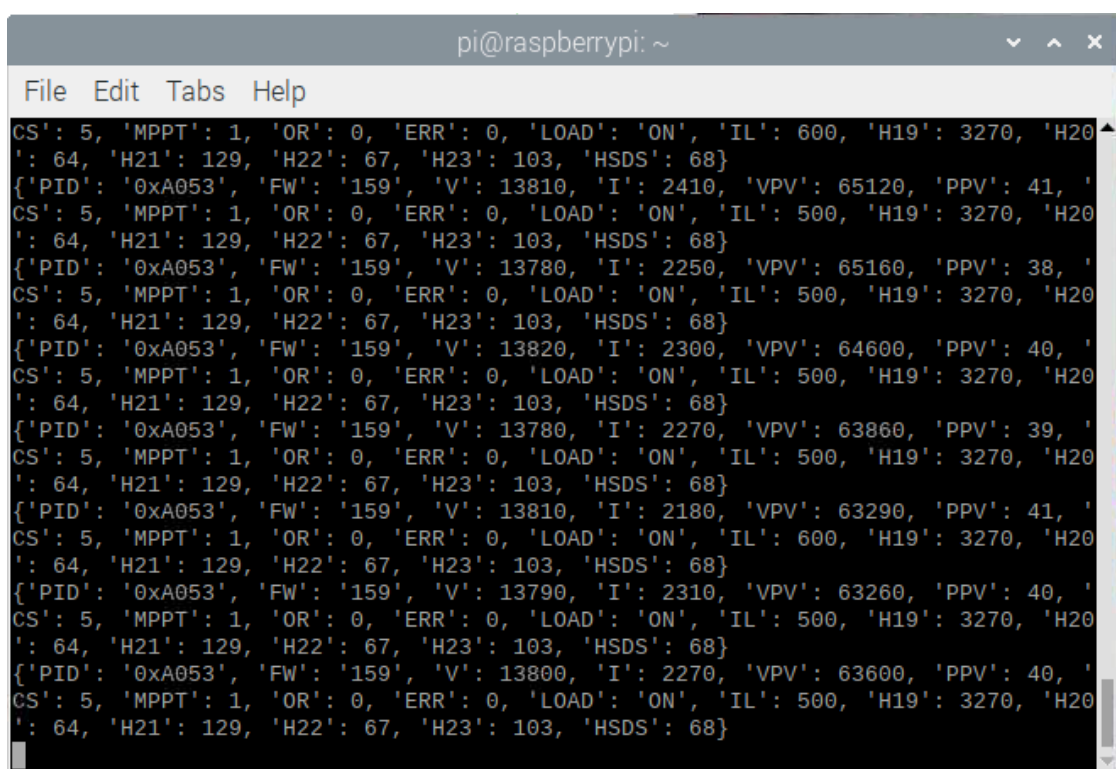
The screenshot shows a terminal window titled 'pi@raspberrypi: ~'. The terminal displays a series of JSON messages received via MQTT. The messages are structured as follows:

```
{
  "pump": 0,
  "lamp": 0,
  "fan_speed": 19999,
  "temperature_2": 20.375,
  "topic": "device/dev1",
  "temperature_3": 25.25,
  "temperature_1": 21.625,
  "id": 0,
  "air_pressure": 993.1226,
  "humidity": 118.9924,
  "water_level": 3.786866
}
{"id": 0, "topic": "device/dispenser", "flow_rate": 0.0, "volume": 123.0439}
{"pump": 0, "lamp": 0, "fan_speed": 19999, "temperature_2": 20.375, "topic": "device/dev1", "temperature_3": 25.25, "temperature_1": 21.5625, "id": 0, "air_pressure": 993.1226, "humidity": 118.9924, "water_level": 3.805338}
{"id": 0, "topic": "device/dispenser", "flow_rate": 0.0, "volume": 123.0439}
{"pump": 0, "lamp": 0, "fan_speed": 19999, "temperature_2": 20.375, "topic": "device/dev1", "temperature_3": 25.25, "temperature_1": 21.625, "id": 0, "air_pressure": 993.1226, "humidity": 118.9924, "water_level": 3.805338}
{"id": 0, "topic": "device/dispenser", "flow_rate": 0.0, "volume": 123.0439}
{"pump": 0, "lamp": 0, "fan_speed": 19999, "temperature_2": 20.375, "topic": "device/dev1", "temperature_3": 25.25, "temperature_1": 21.625, "id": 0, "air_pressure": 993.1226, "humidity": 118.9924, "water_level": 4.211732}
{"id": 0, "topic": "device/dispenser", "flow_rate": 0.0, "volume": 123.0439}
{"pump": 0, "lamp": 0, "fan_speed": 19999, "temperature_2": 20.375, "topic": "device/dev1", "temperature_3": 25.25, "temperature_1": 21.5625, "id": 0, "air_pressure": 993.1226, "humidity": 118.9924, "water_level": 3.82381}
{"id": 0, "topic": "device/dispenser", "flow_rate": 0.0, "volume": 123.0439}
{"pump": 0, "lamp": 0, "fan_speed": 19999, "temperature_2": 20.375, "topic": "device/dev1", "temperature_3": 25.25, "temperature_1": 21.5625, "id": 0, "air_pressure": 993.1226, "humidity": 118.9924, "water_level": 3.82381}
```

57. ábra – Raspberry Pico(-k) által küldött adatok sorosport-MQTT fordítása [saját ábra]



58. ábra – Perisztaltikus pumpa, áramlásmérő kezelőfelület [saját ábra]



59. ábra – Victron MPPT 75/15 nyers adatok [saját ábra]



60. ábra – Töltésvezérlőből megjelenített adatok [saját ábra]

Hőmérséklet szabályozott vezérlés

Ha a hőmérséklet növekszik, úgy a szivattyúzás/öntözés gyakorisága is nő, ugyanis ezáltal a víz hőmérséklete is megnő, amit keringetéssel hűteni lehet, mivel a tartály a földbe van süllyesztve.

Automata értesítések

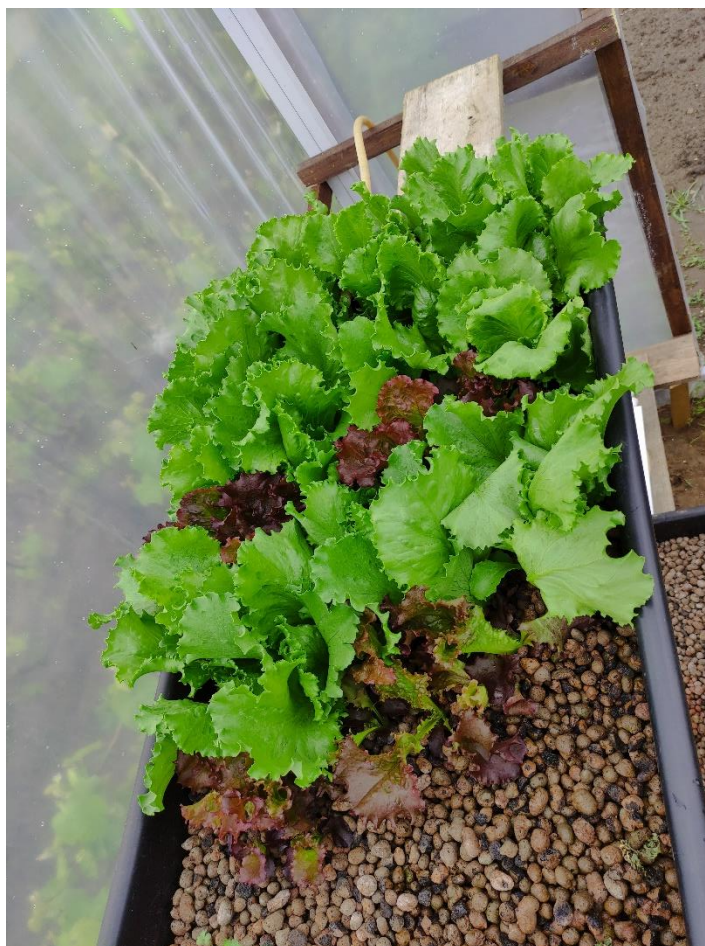
A Home Assistant értesítést küld Telegramon (üzenetküldő alkalmazás) keresztül a telefonomra, ha 5 percen keresztül 37 Celsius fok felett van a hőmérséklet. Ha nem csökkent, fél óránként emlékeztetőt küld.

A pH szint ha eltér a beállított értéktől, azt szintén jelzi.

Alacsony vízszint esetén riasztás.



61. ábra – Tartályok a három különböző rendszerhez. A szürke és fehér kis dobozok az ultrahangos szenzorok [saját ábra]



62. ábra – Flood and Drain(ár-apály) rendszer salátákkal [saját ábra]



63. ábra – Vertikális termesztés [saját ábra]



64. ábra – NFT próba salátával, bazsalikkal [saját ábra]

6. További fejlesztési lehetőségek, tervek a jövőre nézve

6.1. Esővízgyűjtés

Általánosságban

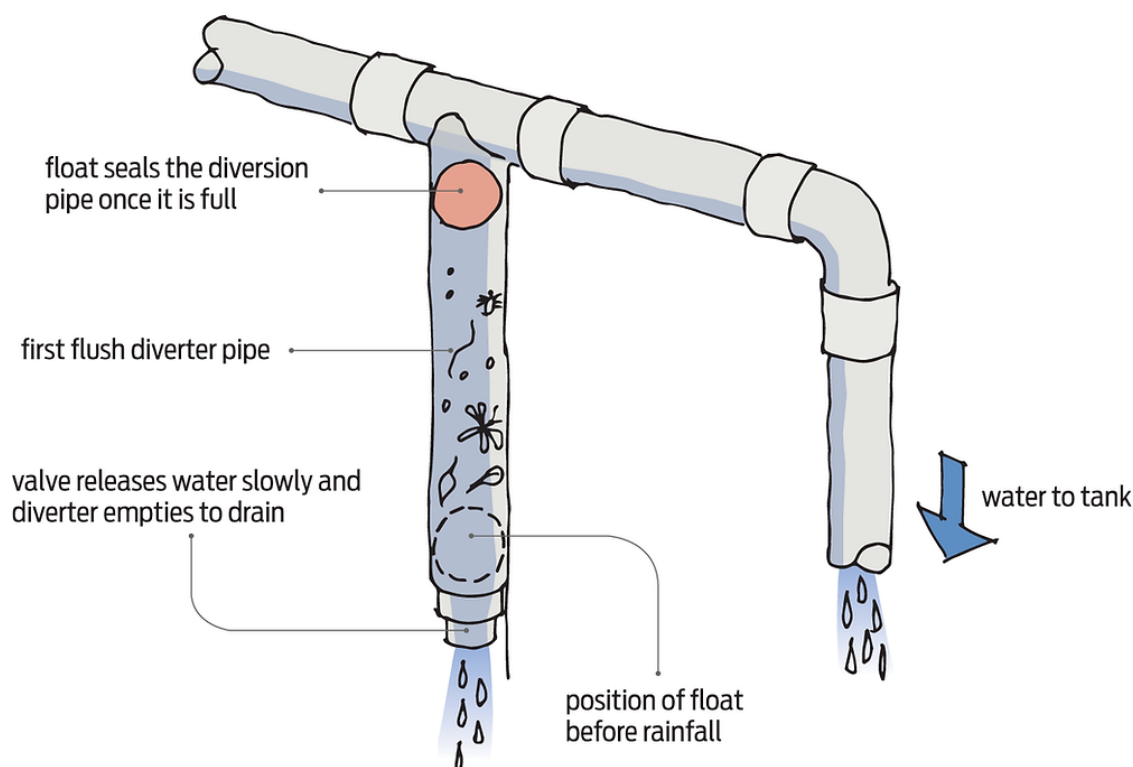
Az esővízgyűjtés egy hatékony és fenntartható módszer a növényöntözéshez, mely során az esővizet egy rendszeren keresztül gyűjtik és tárolják a környezetben. A gyűjtés első lépése a tetőfelszínen történik, ahol az esővíz lefolyik egy csatornarendszeren, majd a vízgyűjtő rendszerbe irányítják. Egy szűrőrendszer segítségével eltávolítják az esővízben található szilárd részecskéket, például leveleket és szennyeződések, ezáltal tiszta vizet biztosítva a tárolásra. Az esővíz általában egy víztározóba kerül, amely lehet földbe süllyesztett tartály, esővíztároló hordó vagy más tárolóeszköz. Az esővíz tárolása során fontos szempont a vízminőség fenntartása, ezért rendszeresen ellenőrzik és tisztítják a tározókat. A tározóból az esővíz könnyen szivattyúzható és irányítható az öntözőrendszerekbe, például csepegtető vagy permetező rendszerekbe, ahol a növények számára szükséges mennyiségű víz juttatható el.

Az esővíz felhasználása a növényöntözéshez számos előnyt kínál. Az esővíz természetes és tiszta, mentes a kloridoktól és egyéb vegyi anyagoktól, amelyek néha megtalálhatók a csapvízben. Emellett a víz pH-ja gyakran enyhén savas, ami számos növény számára ideális környezetet teremt a növekedéshez. Az esővíz használata továbbá csökkentheti a vízszámlákat, és környezetbarát módszerként segíthet a vízfenntartásban.

Gyakorlatban

A terv szerint 1000 literes IBC tartályokat fogok alkalmazni, aminek egy részét a ház alatt lévő pincében fogok elhelyezni, mivel egyben ez fogja szolgáltatni a mosáshoz, illetve a WC öblítéshez a vizet, ezzel csökkentve a ház környezeti terhelését és a vízszámlát.

A tetőről sok kosz, por, organizmus és törmelék távozhat esőzés során, ezért fontos a víz szűrése és tisztítása. Mivel a legtöbb szennyeződés akkor távozik, amikor elkezd esni az eső, az első x vízmennyiséget nem szabad a víztározóba engedni. Erre szolgál a „First flush diverter”, ami lényegében egy csapóajtó. Az alábbi ábrán látható a működése:



65. ábra - „First flush diverter” [30]

Amikor elkezdi esni az eső, a csapadék és vele együtt a szennyeződés az első függőleges csőbe fog távozni. Amikor ez megtelik, a lebegő labda elzárja azt és az immár tisztább víz mehet tovább a szűrő és a víztározó felé.

A szűrő különféle kivitelű lehet, fontos, hogy a szennyeződést ne egyből a legfinomabb szűrőn fogjuk meg, hanem méret szerint alakítsuk ki a legnagyobbtól a legkisebb felé. Például: 2mm-es rács-> textilszűrő-> papírszűrő.

A víztározót le kell fedni, hogy napfény ne érje. A fény hatására algaképződés indul meg, ami rontja a víz minőségét.

A víz további tisztítására többféle lehetőség áll rendelkezésre:

Levegőztető beiktatásával a vizet mozgásban tarthatjuk, illetve az oxigénszint növelésével a mikroorganizmusok lebontják az egyes szerves anyagokat.

Az UV (ultraviola) lámpák vízfertőtlenítésre történő alkalmazása elterjedt módszer a kórokozók, baktériumok, vírusok és más mikroorganizmusok eltávolítására a vízből. Az UV sugárzás káros hatású lehet a mikroorganizmusok DNS-ére, megakadályozva ezzel a szaporodásukat és

aktivitásukat. Környezetbarát, mivel nincs szükség vegyi anyagokra vagy más adalékanyagokra a víz tisztításához és azonnali hatású. Nem változtatja meg a víz ízét vagy szagát, mivel nem ad hozzá semmiféle kémiai anyagot a vízhez.

Az ózonos vízfertőtlenítés egy hatékony módszer, amelyet különböző vízellátási rendszerekben alkalmaznak. Az ózon (O_3) egy erős oxidálószer, és antimikrobiális tulajdonságai révén képes eltávolítani a kórokozókat és más szennyeződések a vízből. Az ózon gyorsan lebomlik oxigénné, és ezáltal nem hagy maga után maradékot a vízben. Az ózon fertőtlenítése során nem keletkeznek káros melléktermékek. Az ózon lebomlik oxigénmolekulákra, így biztonságos és környezetbarát módszer.

A klórozás során klórtartalmú vegyi anyagokat adnak hozzá a vízhez a kórokozók (baktériumok, vírusok, gombák) elpusztítása és a víz tisztaságának megőrzése érdekében. A klór és gáza erősen mérgező, a víz íze és szaga megváltozhat.

Az aktívszén szűrők hatékonyan eltávolítják a klórt, ízt és szagokat a vízből. Az aktívszén mikroszkopikus pórusokkal rendelkezik, amelyek megfogják a szennyező anyagokat.

A fordított ozmózis rendszer egy komplex szűrési eljárás, amely szennyező anyagokat, baktériumokat és vírusokat is eltávolít a vízből a membránon keresztül.

A kerámia szűrők kerámia anyagokat használnak, hogy eltávolítsák a nagyobb szennyeződések és baktériumokat a vízből.

Mint látható, rengeteg módszer alkalmazható a víz tisztítására, sokszor ezek kombinációjával érhető el a legjobb eredmény. Minden igényhez megtalálható a megfelelő módszer és eszköz.

A tárolt víz továbbítására egy vagy több hidrofórt(házi vízművet) fogok alkalmazni, amely a beállított nyomást tartva biztosítja a szállítást.

6.2. Passzív üvegház

Általában

A passzív üvegház olyan szerkezet, amely a napenergiát hatékonyan használja fel a hőmérséklet szabályozásához anélkül, hogy aktív energiaforrásokat, például fűtőrendszert vagy hűtőberendezést alkalmazna. Ezek az üvegházak

arra támaszkodnak, hogy a napfény és a természetes környezeti tényezők, például a hőtároló képességű anyagok, optimális növényi növekedési környezetet teremtsenek. A passzív üvegházak fő jellemzője az üvegfelületek használata, amelyek átláthatóak a napfény számára, de megtartják a hőt.

Olyan anyagokat használnak fel, amelyek jó hőtárolók, például vastag falak, kő, beton vagy más tömör anyagok. Ezek a termikus tömegek a napenergiát elnyelik és éjszaka fokozatosan kisugározzák, segítve a hőmérséklet szabályozását. A megfelelő hőszigetelés biztosítja, hogy a meleg ne veszítsen el túl gyorsan, és megakadályozza a hideg beáramlását. Ezáltal növeli a hőmegtartó képességet.

Az üvegház elhelyezése és orientációja a napfény maximális kihasználására összpontosul. A déli vagy délkeleti irányba történő elhelyezés optimalizálja a növények napenergiához való hozzáférését.

Jól kialakított szellőzőrendszerrel lehetővé teszi a szellőztetést, ami segít a túlzott hőmérséklet csökkentésében, különösen a nyári hónapokban.

A sok üvegfelület a növények számára természetes fényt biztosítanak, csökkentve vagy akár megszüntetve a mesterséges fényforrások szükségességét. Ezzel sok energiát lehet megspórolni

Az elérhető napenergia mennyisége és az üvegház teljesítménye jelentős mértékben függ az adott terület éghajlati viszonyaitól.

Gyakorlatban:

Igyekszem fenntartható, környezetbarát alapanyagokból építkezni, ezért fából szeretnék építkezni. Megfelelő kezeléssel hosszú ideig megőrzi a szerkezet az állapotát.

A fát többféle módon lehet tartósítani:

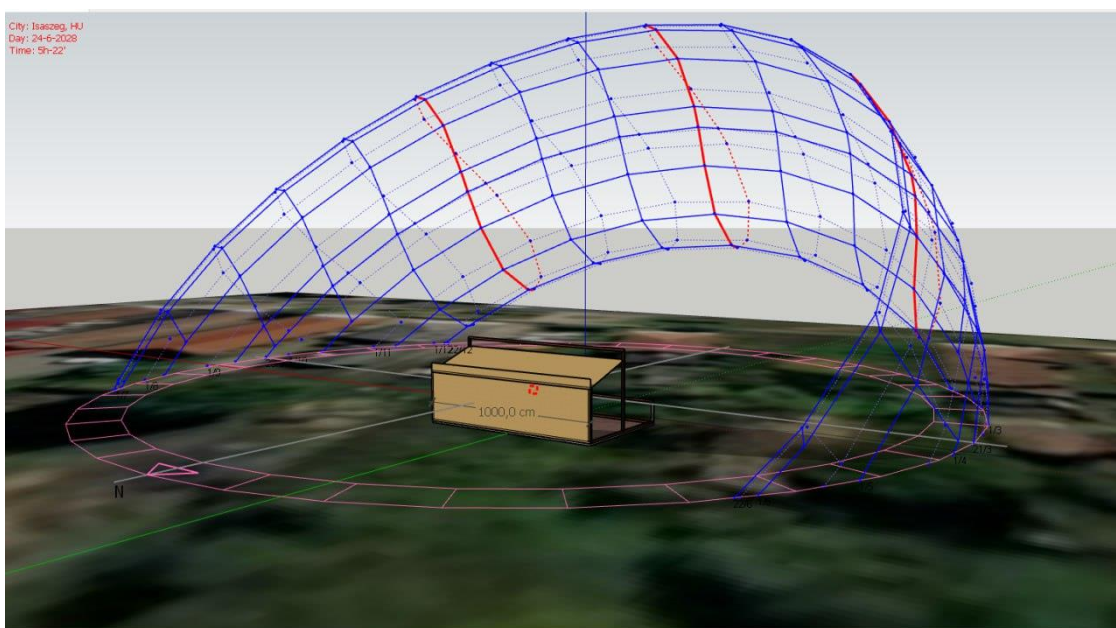
Néhány természetes olaj, például a lenolaj vagy a növényi olajok, használhatók a fa impregnálására a nedvesség és a rovarok ellen. Ezek a kezelések általában környezetbarátabbak, de lehet, hogy rendszeres újratezelést igényelnek.

Természetes olajok, például a parafinolaj, és viaszok is használhatók fa védelmére. Ezek a kezelések általában környezetbarátak és a fa természetes szépségét is megőrzik.

A faanyagot hőkezeléssel is lehet tartósítani. A fa szálait meleg levegőben kezelik, ami növeli a fa tartósságát és ellenállóvá teszi a rovarok és gombák ellen. A felületét lánggal kezelve elégnék a felszínén esetlegesen élő kártevők.

Mivel nagy mennyiségű víz lesz jelen a rendszer miatt, szükség lehet páratartalom szabályozásra is, ami a megfelelő szellőztetéssel szinten tartható.

A SketchUp egy népszerű 3D modellező program, ezt választottam a passzív üvegház tervezéséhez. Egy másik szoftverrel, SolidWorks-ben szimulálhatók a statikai terhelések is, így biztosra mehetek az épület tervezésekor. A tervek szerint tavasszal megindul az építkezés, először egy körülbelül 10 méter hosszú és 6 méter széles épülettel.



66. ábra – Az épület és a nap járásának modellezése [saját ábra]

A programban valós helyre is elhelyezhetők modellek. A fenti képen a városomra, Isaszegre helyeztem el az üvegház vázlatát, a kertünkbe. A kék vonalak jelzik a Nap pozícióját egész évre vonatkozóan. Könnyen szimulálható, így a pontos tervezést tesz lehetővé. A bővítmény ami ezt lehetővé teszi, az a Curic Sun.



67. ábra – A nap besugárzása nyáron, délben [saját ábra]



68. ábra – A nap besugárzása télen, délben [saját ábra]

Az épület északi falánál(teli fal) egy hőmegtartó közeg lesz, ami valószínűleg vizes hordókból fog állni. Ez fogja tárolni a hőt, ami a hőmérsékletet segít szabályozni az üvegházban. Az épület adottságai, mint a tájolás, tető szöge, árnyékolók fogja segíteni kihasználni a Napot. Mint ahogy a fenti képeken is látszik, nyáron árnyék vetül oda, ami nem engedi felmelegíteni a hordókat, télen viszont a teljesen be tud jutni a napfény, ami felmelegíti a vizes hordókat és éjszaka leadja azt a hőmennyiséget, amit napközben összegyűjtött.

6.3. ESPHome

Az ESPHome egy nyílt forráskódú platform és keretrendszer, amelyet azért terveztek, hogy egyszerűvé és hozzáférhetővé tegye az eszközök automatizálását és intelligens otthoni rendszereket az ESP8266/ESP32/RPI2040 mikrovezérlőkön keresztül. Az ESPHome célja, hogy könnyen kezelhetővé tegye az eszközök konfigurációját és integrációját a Home Assistant-ban.

A konfigurációs fájlok egyszerű YAML szintaxisban vannak, és a Home Assistant-ban való könnyű integrációt biztosít.

Lehetővé teszi különböző érzékelők és aktuátorok (pl. hőmérsékletmérők, relék) konfigurálását és kezelését. Egy beépített webes felületet kínál, amely segítségével könnyen ellenőrizhetők az eszközök és frissíthető a firmware OTA-n keresztül is. Támogatja az automatizációkat és eseményvezérelt működést a Home Assistant-el együttműködve. Jogosultságokat is lehet kezelni, illetve hozzáféréseket.

Megúszható a Docker, Portainer és egyéb szoftverek telepítése és konfigurálása a Raspbianon keresztül, ugyanis lehetőség van a Home Assistant-ot egy előre elkészített lemezképfájlból kiírni az SD kártyára/SSD-re, így az futtatás során hozzáfér az egész hardverhez és lekezeli a szükséges beállításokat. Így pár kattintással telepíthető a Mosquitto MQTT szerver és még sok egyéb hasznos kiegészítő, köztünk az ESPHome is.

7. Összefoglalás

Projektem során sok hasznos tudásra tettem szert és alaposan megismertem a növények igényeit, a növénytermesztést. A hagyományos földműveléses termesztéshez képest a hidropónában sokkal érzékenyebbek az élőlények, mivel nagyon gyorsan változhatnak a körülmények. Ha viszont mindent megfelelő szinten tarunk és biztosítjuk számukra azt a környezetet, amit igényelnek azt meghálálják és hihetetlen gyors növekedés, magas hozam és hosszú termelési időszakot adnak számunkra.

A rendszernek kiemelkedően megbízhatónak kell lennie, egy szivattyú meghibásodás végzetes lehet a növények számára, főleg nyáron nagy melegben. A hőmérséklet pillanatok alatt felszökik és kiszáradnak.

A hidropóniás rendszer könnyen bővíthető, nagy területen lehetséges segítségével a termelés. Mivel a kertben a fóliasátor mellett hagyományos termesztés is folyt ebben az évben, láttam, hogy mennyi víz szükséges az öntözéshez. Hidropóniás módszerrel töredék vízmennyiséget használtam fel a hagyományoshoz képest.

A kezdetekben sok nehézséggel szembesültem, ami a magról nevelést illeti. Sok odafigyelést igényel a növény, ki kellett tapasztalnom, hogy az egyes ültetőközegek hogyan viselkednek. Ha valami rosszul sült el, több hetet várhattam, mire az új magok kikelnek és átültethető állapotba kerültek. Másrészt folyamatosan változtak a környezeti körülmények, ezekhez gyorsan kellett alkalmazkodni.

Nagy öröm volt az első betakarítás, olyat enni, amit magamnak termeltem meg. A nehézségek ellenére motivációt adott ahhoz, hogy ne hagyjam abba a projektet.

Szakmai szempontból is sok tapasztalatot gyűjtöttem. Szeretek mindent az alapoktól elkészíteni, mert így megértem és átlátom a működését, de ez sokszor nagyon sok energiát, időt és pénzt emészt fel. Amit lehet és nem sokkal kerül többbe, mint amiből én kihoznám, érdemes inkább megvenni.

Mindig afelé kell törekedni, hogy a lehetőségekhez mérten a legegyszerűbb módot válasszuk egy probléma megoldására, ami nem mehet a minőség és a használhatóság rovására.

8. Summary

During my project, I gained a lot of valuable knowledge and thoroughly familiarized myself with the needs of plants and plant cultivation. In hydroponics, living organisms are much more sensitive compared to traditional soil cultivation, as conditions can change rapidly. However, if we maintain everything at the appropriate level and provide the environment they require, they reward us with incredible growth, high yields, and a prolonged production period.

The system must be exceptionally reliable; a pump failure can be disastrous for the plants, especially during the intense summer heat when temperatures can quickly rise, leading to dehydration.

The hydroponic system is easily expandable, allowing for increased production over a large area. Observing traditional cultivation alongside hydroponics in the garden this year, I noticed how much water is needed for irrigation. Using the hydroponic method, I utilized a fraction of the water compared to traditional methods.

I faced many challenges, especially in the early stages of seed germination. Growing plants from seeds requires careful attention, and I had to learn how different planting mediums behaved. If something went wrong, I had to wait several weeks for the new seeds to germinate and reach transplantable conditions. Additionally, the environmental conditions were constantly changing, requiring quick adaptation.

The first harvest brought great joy – consuming something I had cultivated myself. Despite the difficulties, it provided motivation to persist with the project.

From a professional perspective, I gathered a wealth of experience. I enjoy creating everything from the ground up because it allows me to understand and comprehend its operation. However, this often consumes a significant amount of energy, time, and money. If there is an option that costs only slightly more than what I would invest, it is often worthwhile to purchase it instead.

It is always important to strive for the simplest solution to a problem within the constraints of possibilities, without compromising on quality and usability.

9. Irodalomjegyzék

- [1] <https://gomoa.net/hidro/neptune-hydroponics-dwc-pot-25l-p-3343.html>.
- [2] <https://www.nosoilsolutions.com/nutrient-film-technique-nft-hydroponics/>.
- [3] <https://medium.com/krisshi-wise/what-is-aeroponics-farming-why-you-should-care-238617517711>.
- [4] <https://www.oysoco.com/hydroponics/10-hydroponics/45-drip-system>.
- [5] <https://www.nosoilsolutions.com/wick-hydroponics/>.
- [6] <https://www.nosoilsolutions.com/ebb-flow-hydroponics/>.
- [7] https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-the-hydroponics-vertical-farm-A-Nutrient-film-technique-Each-tray-has-LED_fig1_352388239.
- [8] <https://lgpress.clemson.edu/publication/aquaponics-system-layout-and-components/>.
- [9] <https://mygrowco.com/product/mg-kratky-cup/>.
- [10] <https://plantedaquarium-chicago.com/micro-macro-nutrients/>.
- [11] <https://babylon-grow.eu/bionova/bionova-hydro-supermix-p-1829.html>.
- [12] <https://hydroponicseuro.com/product/masterblend-4-18-38-hydroponic-fertilizer-set-2/>.
- [13] https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=4324.
- [14] asd.
- [15] https://media.digikey.com/pdf/data%20sheets/seed%20technology/114991176_web.pdf.

[16 <https://www.victronenergy.com/solar-charge-controllers/smartsolar-mppt-75-10-75-15-100-15-100-20>.
]

[17 <https://github.com/karioja/vedirect>.
]

[18 <https://www.jeffgeerling.com/blog/2020/fastest-usb-storage-options-raspberry-pi>.
]

[19 https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=3879.
]

[20 https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=10481.
]

[21 https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=5258.
]

[22 <https://www.ebay.com/itm/175560210826?var=474898016335>.
]

[23 <https://cimpleo.com/blog/simple-arduino-ph-meter/>.
]

[24 https://media.digikey.com/pdf/data%20sheets/seeed%20technology/114991176_web.pdf.
]

[25 https://www.hestore.hu/prod_10041613.html.
]

[26 <https://www.tapflopumps.co.uk/blog/peristaltic-pump-guide/>.
]

[27 <https://www.elektrobot.hu/termek.php?filename=4538.html&i=4538>.
]

[28 <https://www.elektrobot.hu/termek.php?filename=3956.html&i=3956>.
]

[29 <https://www.elektrobot.hu/termek.php?filename=3956.html&i=3956>.
]

[30 https://www.hestore.hu/prod_10041119.html.
]

- [31 https://www.hestore.hu/prod_getfile.php?id=8286.
]
- [32 https://www.hestore.hu/prod_10035534.html.
]
- [33 <https://newtechnology.hu/a-napsugarzas-teljes-spektrum-an-egyenletesen-sugarzo-led-vilagitas/>.
]
- [34 asd.
]
- [35 <https://eu.boncharge.com/blogs/news/what-is-full-spectrum-lighting>.
]
- [36 <https://www.kindledgrowlights.com/pages/full-spectrum-vs-red>.
]
- [37 <https://lumileds.com/wp-content/uploads/files/DS237-luxeon-sunplus-2835-line-datasheet.pdf>.
]
- [38 <https://www.barrplasticsblog.com/why-are-first-flush-diverters-important>.
]

Arató András – Borsányi János – Klinger György – Kovács Károly – Molnár Károly Zsolt – Nádas József – Vetési Emil, Innovatív világítás, Budapest 2013., kiadó: Dr, Turmezei Péter

Arató András – Borsányi János – Kovács Károly – Molnár Károly, Világítástechnika II., BMF KVK – 2018 javított kiadás Budapest 2005

Gergely István, Elektrotechnika, Javított kiadás, kiadó: Gergely István – General Press

Arató András – Borsányi János – Eperjessy Mária – Lantos Tibor – Nagy János – Némethné Vidovszky Ágnes – Poppe Kornélné – Török Béla, Világítástechnikai kislexikon, kiadó: Világítástechnikai társaság, 2001

10. Ábrajegyzék

1. ábra - Illusztráció.....	6
2. ábra - DWC [1].....	7
3. ábra - NFT [2].....	8
4. ábra – Aeropónia [3]	9
5. ábra – Csepegtető [4]	10
6. ábra – Wick [5].....	11
7. ábra – Ár-apály [6]	12
8. ábra – Vertikális [7]	13
9. ábra – Aquapónia [8]	14
10. ábra – Kratky [9].....	15
11. ábra - Rendszerek jellemzői saját tapasztalatom alapján [saját ábra].....	16
12. ábra – Ásványianyag hiány jelzők [10]	18
13. ábra- BioNova Hydro Supermix [11]	19
14. ábra – Masterblend Tomato formula [12]	20
15. ábra – Az első rendszer [saját ábra].....	23
16. ábra – Blokkvázlat [saját ábra]	24
17. ábra – Kapcsolási rajz [saját ábra].....	24
18. ábra – Egyszerű programkód MicroPhytonban [saját ábra].....	25
19. ábra – Fotoszintézist befolyásoló tényezők [13]	25
20. ábra – „HydroBox” [saját ábra].....	26
21. ábra – Blokkvázlat [saját ábra]	27
22. ábra – Blokkvázlat [saját ábra]	27
23. ábra – Fóliaház váz [saját ábra]	28
24. ábra – A rendszer telepítése [saját ábra]	29
25. ábra – Telepítés [saját ábra]	30
26. ábra – Kapcsolási rajz [saját ábra].....	32
27. ábra – Victron MPPT 75/15 [15].....	33
28. ábra – Különböző eszközök teljesítménye [16].....	35
29. ábra - MQTT topológia [saját ábra]	36
30. ábra – Kapcsolási rajz. LOAD – fogyasztók(pl.: szivattyú), IN – vezérlőjel, mikrokontrollerről [saját ábra]	39
31. ábra – NYÁK terv [saját ábra]	40
32. ábra – Összeszerelve [saját ábra]	40
33. ábra – pH szenzor jelének feldolgozója [17].....	41
34. ábra – Átfolyásmérő [19].....	43
35. ábra – Látszódik belül az impeller [saját ábra]	43

36. ábra – Működése [20].....	44
37. ábra – Összeszerelés. Sajnos a 3D nyomtatás nem sikerült a legjobban, sokat állt az alapanyag levegőn és megszívta magát nedvességgel. [saját ábra].....	45
38. ábra- Három körös adagoló [saját ábra]	46
39. ábra – Mágnesszelep vízhez [21]	47
40. ábra – Felhasznált szivattyú [22].....	48
41. ábra – Kapcsolóüzemű step-down tápegység, SPX-20A [23]	49
42. ábra – Szellőzőventilátor teszt [saját ábra]	50
43. ábra – HC-SR04 távolságmérő [24].....	52
44. ábra – Napfény spektrális eloszlása [25].....	54
45. ábra – Növények abszorpciója [26].....	54
46. ábra – Általános 3500K-es világítás LED spektruma [27]	55
47. ábra – Full spektrum LED, általában több típusú LED-ből tevődik össze [28]	55
48. ábra – eBay LED szalag [saját ábra].....	56
49. ábra – Gipszkartonprofilra ragasztott LED szalagok [saját ábra]	56
50. ábra – Tálcsa kivitel [saját ábra]	57
51. ábra – Saláta, sóska. Tápegység: MeanWell (LPV-150-12), IP67-es, vízbe merítés ellen védett [saját ábra]	57
52. ábra – Paradicsom növekedése a tálcsa lámpatest alatt [saját ábra].....	58
53. ábra – LUXEON SUNPLUS 2835 WHITE (Horticulture White) spektrumra [29].....	59
54. ábra – Kapcsolási rajz. Az ellenállások elhelyezésével változtatható, hogy 12 vagy 24V-ról használjuk. [saját ábra]	60
55. ábra – Altium PCB látványterv és összeállítás [saját ábra]	61
56. ábra – Home Assistant kezdőoldal [saját ábra]	62
57. ábra – Raspberry Pico(-k) által küldött adatok sorosport-MQTT fordítása [saját ábra]	62
59. ábra – Perisztaltikus pumpa, áramlásmérő kezelőfelület [saját ábra].....	63
60. ábra – Victron MPPT 75/15 nyers adatok [saját ábra]	63
63. ábra – Töltésvezérlőből megjelenített adatok [saját ábra]	64
65. ábra – Tartályok a három különböző rendszerhez. A szürke és fehér kis dobozok az ultrahangos szenzorok [saját ábra]	65
66. ábra – Flood and Drain(ár-apály) rendszer salátákkal [saját ábra].....	65
67. ábra – Vertikális termesztés [saját ábra]	66
68. ábra – NFT próba salátával, bazsalikkal [saját ábra].....	67
69. ábra - „First flush diverter” [30].....	69
70. ábra – Az épület és a nap járásának modellezése [saját ábra]	72
71. ábra – A nap besugárzása nyáron, délben [saját ábra]	73

72. ábra – A nap besugárzása télen, délből [saját ábra]	73
---	----