

SZAKDOLGOZAT

Rálik Medárd

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki intézet
alapképzési szak

Hajtatóház elméleti fejlesztése, korszerűsítése

Belső konzulens:	Dr. Bártfai Zoltán Tanszékvezető
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Műszaki Tanszék
Külső konzulens:	Rálik Zoltán Pál Szakmai oktató
Készítette:	Rálik Medárd

2100, Gödöllő Páter Károly utca 1

2024

MŰSZAKI INTÉZET
MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Termeléstechológia és műszaki szolgáltató specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Rálik Medárd(A7J1NC)

részére

A szakdolgozat címe:

Hajtatóház elméleti fejlesztése, korszerűsítése

Feladatkiírás:

Gyűjtse össze és értékelje a hajtatóházak történetével, kialakításával és felhasználásával kapcsolatos irodalmakat, szakcikkeket. Analizálja a korszerűsíteni kívánt hajtatóházat. Tervezze meg a fejlesztési javaslatokat, hasonlítsa össze a jelenlegi állapottal. Az összehasonlítás alapján értékelje a fejlesztések aktualitását. Gazdasági számítások alapján validálja a korszerűsítés megtérülését.

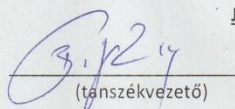
Közreműködő tanszék: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék.

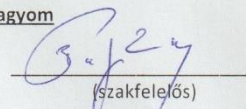
Külső konzulens: Rálik Zoltán Pál, Szakmai oktató, AASZC Dr. Pálfi György Mezőgazdasági Technikum, Szakképző Iskola és Kollégium, 5741 Kétegyháza, Gyulai út 6.

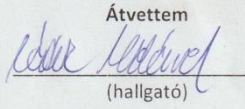
Belső konzulens: Dr. Bártfai Zoltán, tanszékvezető, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024.november 12.

Kelt: Gödöllő, 2024.november 7.

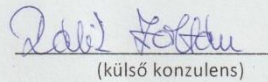

(tanszékvezető)

Jóváhagyom

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Medgyesegyháza, 2024. november 7.


(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzések	1
2. Szakirodalmi áttekintés	3
2.1 A mezőgazdaság kialakulása	3
2.2 A mezőgazdaság hatása.	3
2.3 A mezőgazdasági termelés jelentősége	4
2.4 A zöldségfajtatás alakulása Magyarországon	6
2.5 A zöldségfajtatás jelenlegi helyzete	10
2.6 A precíziós mezőgazdaság fogalma, fejlődése	11
2.7 IoT, szenzorok a mezőgazdaságban	13
2.8 A növényházak	16
2.9 Növényházak építésének alapkritériumai	17
2.9 A leggyakrabban alkalmazott műanyag növényházburkolatok áteresztőképessége	19
2.10 Energiamegtakarítás lehetőségei növényházakban.	20
2.11 Fóliás termesztőberendezések	21
3. Anyag és módszertan	22
3.1 Elhelyezkedés és környezeti tényezők:	22
4. Eredmények és értékelés	24
4.1 Burkolóanyagok kiválasztása	24
4.2 Öntöző rendszer kiépítése	31
4.3 Szellőztető rendszer kialakítása:	37
4.4 Párásító berendezés kiépítése	40
4.5 Automatizálás lehetőségei	42
4.6 Pénzügyi számítások	46
5. Következtetések és javaslatok	48
6. Összefoglalás	49
8. Summary	50
9. Irodalomjegyzék	51

1. Bevezetés és célkitűzések

A szakdolgozatom témája a jelenleg gazdaságunkban működő hajtatóház korszerűsítési tervének elkészítése, ami a későbbiekben alkalmazható legyen a jelenleg elavultnak tekinthető termelési rendszerben.

Manapság a mezőgazdasági termelésben tevékenykedő emberek törekednek a fenntartható mezőgazdasági termelési formát használni. Ezen törekvések nélkülözhetetlen elemei a precíziós technológiák, illetve ezen eszközök megfelelő alkalmazása. A precíziós technológiák segítségével kevesebb ráfordítással többet, illetve jobb minőséget lehet előállítani. (Nem garantált a „kevesebb” ráfordítás, inkább célirányos ráfordítás.). Ezen technológiák segítségével például pontos információt kaphatunk a termőtalajunk állapotáról, aminek segítségével pontosan meghatározható milyen nyomelemeket kell pótolnunk ahhoz, hogy a talajunk a legmegfelelőbb állapotban legyen az adott kultúra termeléséhez, illetve tájékoztatást ad arról is, milyen egyéb kezelések szükségesek, hogy a talajunk termelési periódusát meghosszabbítsuk. A fólia sátrak korszerűsítése is jelentős hatással van a fenntartható mezőgazdaságra. A modern fóliasátorok jobb hő és fényhasznosítást biztosítanak, ezáltal csökken az energiafelhasználás mértéke. A hatékony öntözési rendszerek alkalmazásával (példának okáért csepegtető öntözés) a vízfelhasználás mértéke csökkenthető. A korszerű rendszerek használata környezetvédelmi előnyökkel is jár, mivel csökkenthető a vegyszeres beavatkozások szükségessége, szellőztető és klímakontroll rendszerek optimalizálják a belső hőmérsékletet, illetve páratartalmat, így a növények egészségesebbek lesznek. A mesterségesen kialakított környezeti viszonyoknak köszönhetően a biodiverzitás növelését is elősegíthetjük. (Az új technológiák lehetővé teszik különböző növényfajták termesztését.). A korszerűsített termelési rendszerek kisebb energiaráfordítás mellett is képesek hatékony termelésre, ezzel is hozzájárul a szén-dioxid kibocsátás csökkentéséhez. Fejlett technológiai rendszereinek köszönhetően növelik a termés hozamot, így gazdaságosabbá és fenntarthatóbbá téve a gazdálkodást. A mesterségesen létrehozható körülményeknek köszönhetően bizonyos határokon belül évszakfüggetlen növénytermesztés végezhető ezekben az épületrendszerekben, a külső klimatikus viszonyokhoz is sokkal jobban képesek alkalmazkodni. A Korszerűsítés magas bekerülési költséggel rendelkezik, de ha a termelést hosszútávra tervezzük, akkor a

fejlesztéseknek köszönhetően csökkenni fog az energia, és termelési költség, amelynek köszönhetően a befektetés megtérül, ezáltal egy fenntarthatóbb gazdaságot eredményez.

Azért választottam ezt a témát, mert a jelenlegi mezőgazdasági helyzetre való tekintettel az elavult módszerekkel való termelés már nem megengedhető, nem versenyképes, ennek hatásait elsőkézből éreztem a saját hajtatóházunkkal kapcsolatban. Ennek hatására döntöttem úgy, hogy a szakdolgozatomban elkészítetek egy olyan korszerűsítési tervet, ami megfelel a jelenlegi termelés technológiai normáknak, illetve a fenntarthatósági és minőségi szempontoknak egyaránt. A jelenleg alkalmazott technológiák feljavítása, illetve új technológiák implementálásával szeretném a kívánt eredményt elérni.

A szakdolgozatomban célul tűztem ki, hogy a termesztett növény kultúra igényeit figyelembevéve olyan hajtatóház korszerűsítési tervet hozzak létre, ami kielégíti a termesztett növények igényeit, amit úgy kívánok elérni, hogy a jelenleg precíziós gazdálkodásban alkalmazott technológiákat építsek be a termelési rendszerbe. Ez kiterjed:

- Energia hatékonyság növelése
- Termelékenység növelése
- Automatizálás és digitalizálás
- Fenntarthatóság növelése
- Versenyképesség növelése
- Megtérülés és költséghatékonyság

A dolgozatomban elkészített korszerűsítési terv alapján azokra a kérdésekre kaphatunk választ, hogy mekkora mértékű korszerűsítésre lenne szükség, mekkora anyagi ráfordítással jár a kivitelezés, illetve a megtérülési időintervallum alakulása. A legfontosabb eredmény viszont az, hogy mekkora a várható termésátlag, illetve a termésminőségben mérhető növekedés, fejlődés.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A mezőgazdaság kialakulása.

A mezőgazdaság kialakulása alatt a földművelés és az állattenyésztés megkezdését értjük, amely körülbelül 10000 évvel ezelőtt kezdődött meg. A földművelés először 8000 körül kezdődött meg a Közel-Keleten, a „termékeny félhold” területén, a Zagrosz és Toros-hegység dombos nyúlványain, amelyek félkörben a Tigris és az Eufrátesz-síkság kettős folyamvidékét ölelik körbe. Közel egyidejűleg alakult ki a mezei termények célirányos művelése egymástól különállóan a világ legalább három másik vidékén. Kelet-Ázsiában, Mexikóban és Peruban is. A földművelés megjelenésének okának tekintik az utolsó jégkorszak után bekövetkező drámai éghajlatváltozást tekintik, amely oda vezetett, hogy a nagyobb embercsoportok egységekbe verődtek a még lakható, azaz nem kiszáradt és még nem lepusztult vidékeken, i.e. 4500 körül Egyiptomban, a Nílus völgyében. A lakosság összetömörülése miatt élelmiszerhiány alakult ki, amely következtében rákényszerültek a földművelésre. A földművelés Braidwood elmélete szerint olyan kedvező területeken alakult ki, ahol az emberek, állatok, illetve ehető növények régóta tartósan együtt voltak jelen.

2.2 A mezőgazdaság hatása.

Jelentős hatással volt az emberiségre, elsősorban a népességszám tekintetében. Ennek oka az, hogy a növény, illetve állattenyésztés hozzájárult az életszínvonal növekedéséhez. (megfelelő mennyiségű és minőségű élelem állt rendelkezésre). Az emberi fogyasztásra alkalmatlan élelmiszereket a fogyasztásra alkalmasak váltották fel. Különböző módszereknek köszönhetően (például öntözés) ott is lehetett növényeket termesztani, ahol ezt megelőzően a környezeti feltételek nem tették lehetővé.

A mezőgazdaság hatása a környezetre is kiterjedt, mivel összetett eszközökkel, öntözéssel művelték a földeket, valamint településeket létesítettek. A művelés alá vont területek gyarapítása érdekében égetéses módszerrel irtották az erdőket, a keletkezett hamu tápanyagként szolgált a talajnak.

2.3 A mezőgazdasági termelés jelentősége

A mezőgazdaság minden gazdaság gerince, amely kritikus szerepet tölt be különböző iparágak élelmiszer-és nyersanyagellátásában. Az utóbbi időben egyre inkább felismerik a mezőgazdasági termelés jelentőségét a gazdaság, illetve a társadalom egésze számára. A mezőgazdaság, mint ágazat a világ egyik legnagyobb foglalkoztató ágazata, amely emberek millióinak biztosít munkalehetőséget, megélhetést. Számos országok devizabevételének jelentős forrását teszi ki.

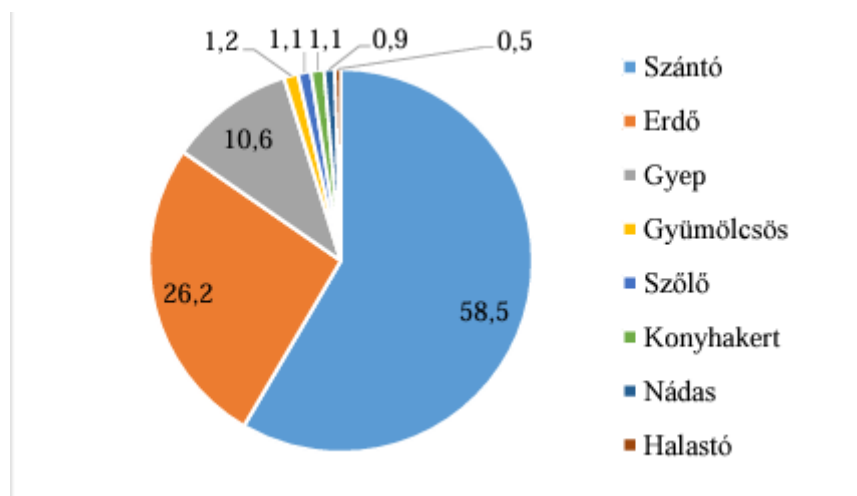
A mezőgazdasági termelés az emberi fogyasztásra, egyéb felhasználásra szánt növények, haszonállatok előállítását jelenti. Ez egy összetett folyamat, és több szakaszból áll: talaj előkészítés, ültetés-vetés, betakarítás, illetve a feldolgozás. A mezőgazdasági termelés élelmezésbiztonsági szempontból is kulcsfontosságú, mivel biztosítja, hogy az emberek biztonságos, megfelelő minőségű, illetve mennyiségű élelmiszerhez jussanak nap mint nap.

A mezőgazdasági termelés fő ágazatai

- Szántóföldi növénytermesztés
- Kertészeti növénytermesztés
- Állattenyésztés

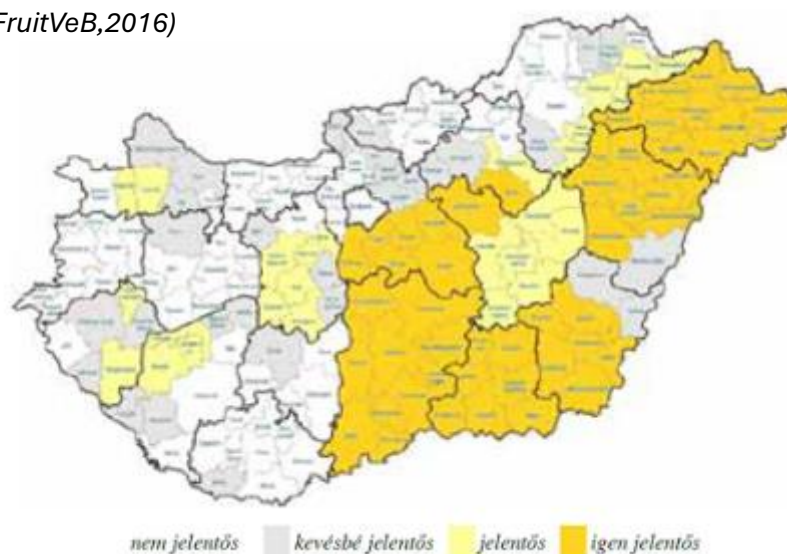
Magyarország területének 80%-a termőterület. Ez az érték európai és világviszonylatban is kiemelkedőnek tekinthető. Ennek közel háromnegyed része mezőgazdasági terület (5,4 millió hektár), amelyből több mint 4,3 millió hektár szántóföldi művelési ágba tartozik. A kertészeti ágazatok által hasznosított 250-300 ezer hektár terület a mezőgazdaság által kihasznált területek mintegy 4-5%-át teszi ki.

1. ábra: Hazai termőterületek felosztása művelési áganként
(Forrás: KSH,2016)



Zöldség- és gyümölcstermesztésünk jórésze az Alföld régióra összpontosul. (2.ábra) Az adott zöldség termőtájhoz kötött termesztésének fontos szerepe van, mert ezen területeken legmegfelelőbbek a klimatikus adottságok, így a minőségük is jobb.

2. ábra Hazai zöldség-gyümölcs termelés területi megoszlása
(Forrás: FruitVeB,2016)



2.4 A zöldségajtatás alakulása Magyarországon

A valódi ajtatást megelőző próbálkozásokról az első hiteles szakmai magyar forrás (LIPPAY, 1664) „Posoni kertje” tett említést. Már ezen időszakban is ismerték a melegági palántanevelést, és az úgynevezett „ganéjos ágy” elkészítéséhez szükséges technikát, és annak részletes leírását.

TÓTHFALUSI (1847) a melegági termesztés kezdetleges formáit írta le, amit akkoriban „üzdeszetnek” neveztek. Akkoriban az üzdefák anyagát tekintve vastag fenyőfából készültek úgy, hogy az egyik oldalfaluk magasabb volt, rájuk pedig ablakkeretbe rögzített üveglapokat raktak. A magyarországi korai zöldségtermesztésben 1858-ban kapott nagyobb szakmai nyilvánosságot a melegági zöldségtermesztés, amikor a Kerti Gazdaság című szaklap a melegágak készítéséről, leírásáról és termesztés mikéntjéről adott részletes leírást. (CZYBULYA, 1987).

Az 1800-as évek végéről származó közlemények alapján az tűnt ki, hogy a belföldi piacon csak kis mennyiségű primórt értékesítésére volt lehetőség, illetve a hazánkban fogyasztott korai zöldségfélék jelentős része a tőlünk délre elhelyezkedő államokból (Olaszország, Ausztria déli része) érkezett a főváros, illetve a nagyobb vidéki városok piacára. A magyar ajtatók nem voltak képesek felvenni a versenyt a melegebb vidékekről érkező olcsóbb, korai zöldségekkel.

A zöldségajtatás és a zöldségtermesztés a 19. század végére és a 20. század elején a széleskörű növényápolási ismeretek, nagy szakértelemmel rendelkező bolgárkertészek betelepülésének köszönhetően kezdett nagyobb lendületet venni. A bolgárok már ismertek egyszerűbb ajtatási módszereket, és ezen ismereteik gyorsan terjedtek a hazai kertészek körében. (CZYBULYA, 1987)

Az 1913-ban megjelent Zöldségtermesztés című szakmai lapban (CZAPÁRI, 1913) részletesen írt a melegági ablakkeretekről melyek 120x160-as erőskeményfából, vagy vörös vörös fenyőből készültek, melyekben palántaneveléssel és alacsony növekedésű fajták ajtatásával foglalkoztak a korai időszakban.

NÉMETH (1922) már különbséget tett hideg, meleg és langyos ágyások között. A zöldségnövények vetését a márciusi hónap második felében melegágiásba, ezután néhány hét múlva megerősítés céljából hidegágiba, vagy más enyhébb helyre javasolja.

MOHÁCSI és LISZKA (1927) három típust különböztet meg, melegházakat, ahol 12 Celsius fokos hőmérséklet a minimális szükséglet, mérsékelt házakat, amelyben 7-12, illetve hidegházakat, ahol 1-7 Celsius fok biztosítható

A harmincas évek elsőfelében végbemenő gazdasági válság után az érdeklődés a zöldséghajtatás iránt megemelkedő tendenciát mutatott. Szentes vonzáskörzetében rohamosan növekedett a melegági ablakok száma, illetve Gyulán és környékén is megkezdődött a zöldséghajtatás. A harmincas években megjelent szaklapokat alapul véve kimondható, hogy a hajtatott zöldség exportja és belföldi fogyasztása egyaránt elenyészően kicsi, amit a jó exportfajta hiánya, és ezáltal kialakult rossz versenyképesség váltott ki.

Az 1954-66-os időtartamban $750\,000\text{ m}^2$ melegági ablakot, és üvegházfelületből $100\,000\text{ m}^2$ létesítettek. A kezdetekben használt kiméretű, speciális házakat felváltották az univerzális, több felhasználási módra alkalmas növényházak.

Hatvanas évektől kezdtek el műanyag fólia borításokat alkalmazni a hajtatásban. Ekkor alakultak ki a kifejezetten a hajtatási célra használható fólialagutak, hajtató ágyak, hajtatóházak.

Az 1960-as évek végétől kezdve változott meg jelentősen a hajtatás helyzete, amikor az olajfűró kutatások következtében termálvíz került a felszínre, és ezt a hajtató berendezések fűtésére kezdték el alkalmazni. Az első üzemek között szerepelt a Cserkeszőlői, Hajdúszoboszlói, és a Mindszenti. Rövid időintervallumon belül Szentesen, Szegváron, Tótkomlóson, és Szegeden is sor került ezen megoldás felé tett első lépés. Ezen hajtatási mód elterjedésében szerencsés egybeesést jelentett a fólia megjelenése.

Az 1970-es évek elején kezdődött el komolyabban Magyarországon a termesztőházi növény hajtatás. Ezt megelőzően csak néhány üvegházban folyt főleg dísznövénytermesztés, a zöldséghajtatás csak melegági ablakokban vagy részben talajba süllyesztett üvegházakban történt. A termesztőberendezéseket legfőképpen palántanevelésre alkalmazták. A fejlesztések két irányt vettek. Részben a Kertészeti egyetem kísérleti területén, később pedig néhány nagyobb termesztő körzetben, ahol a háztáji termelést kihasználva elkezdtek saját kialakítású, fémből készült növényház vázszerkezeteket kialakítani. A 70-es években készült üvegházaknak két főbb vonala alakult ki: A holland Venlo típusú, illetve az NDK-ban gyártott, illetve behozott típusok voltak.

Az árutermelés növekedése és a minőségi termelés javításának igénye hazánkban is szükségessé tette új típusú berendezések építését. Ez különösen azért vált elengedhetetlenné, mert a régi berendezésekben a palántanevelés már nem biztosítható megfelelően. A fóliás hajtásban elért termésátlagok csupán a holland, német, francia és spanyol átlagok egyharmadát vagy negyedét érték el. Ezekben az országokban a 70-es évek végétől kezdve egyre elterjedtebbé vált az üvegházak mellett egy új típusú fóliaház alkalmazása, amely jelentős fejlődést hozott a termesztési eredményekben. (BÁTKY, 2005)

A fóliás termesztőberendezések többsége még az 1980-as és 1990-es években épült, amikor a legelterjedtebb vázszélességek 5 és 7 méter között voltak. Az üzemméretek jellemzően kicsik voltak, 1000 m² alattiak, és főleg háztáji gazdaságokat szolgálták ki. Az 1990-es évek közepétől azonban az újonnan épülő berendezések már nagy légtérű fóliasátrak vagy fóliablokkok formájában készültek. Bár a termőterületek nagysága nem bővült jelentősen, a technológiai fejlesztések – például a hidrokultúrák termesztés bevezetése – révén a hozamok dinamikus növekedést mutattak, különösen a melegigényes növények esetében. (LEDO,2005)

A Magyarországon található fóliaházak mintegy 20%-a fűthető (nagyjából 1–1,2 ezer hektár), de az egész éves termesztésre alkalmas, fűtött fóliás létesítmények területe mindössze 200–300 hektár tesz ki.

1. táblázat: Fóliasátrak jellemző adatai Magyarországon
(Forrás: A zöldség-hajtás méretökonómiai kérdései)

Vázszélesség			
Kisebb mint 7,5 m	7,5 m	Nagyobb mint 7,5 m	Fóliablokk
44 %	40 %	13 %	3 %
Fűtési lehetőség			
Fűtött		Fűtetlen	
16 %		84 %	
Fűtési mód			
Termálvíz	Földgáz	Olaj	Egyéb
29 %	49 %	5 %	17 %
Életkor			
1-2 év	2-5 év	5-10 év	Több mint 10 év
8 %	20 %	32 %	40 %
Üzemenagyság			
1000 m ² - nél kisebb	1-5 ezer m ²	5-10 ezer m ²	Nagyobb mint 1 ha
85 %	10 %	4 %	1 %

Magyarországon a zöldségfajtatás mintegy 90-100 hektárnyi üvegházban és hasonló méretű, korszerű fóliablokkokban zajlik, amelyek az utóbbi években épültek (például Richel, Filclar rendszerekben). Ezekben a létesítményekben modern klímakomputerek és tápoldatozó rendszerek biztosítják a magas terméshozamot és a kiváló minőséget. A termesztés többnyire talaj nélküli módszerrel történik, ami a talajas módszerhez képest két-háromszoros termésnövekedést eredményez.

3. táblázat: Az üvegházak jellemző adatai Magyarországon
(Forrás: A zöldségfajtatás méretökonómiai kérdései)

Életkor			
1-2 év	2-5 év	5-10 év	Több mint 10 év
12 %	8 %	35 %	45 %
Fűtési mód			
Termálvíz	Földgáz	Olaj	Egyéb
75 %	22 %	1 %	2 %
Üzemenagyság			
1000 m ² - nél kisebb	1-5 ezer m ²	5-10 ezer m ²	Nagyobb mint 1 ha
35 %	10 %	5 %	50 %

2.5 A zöldségajtatás jelenlegi helyzete

Napjainkban a kertészeti kultúrában történő növénytermesztés intenzív termesztéssel történik, amely nagyrészen termesztőberendezésben zajlik. A termesztő berendezések (Növényházak) előnye az, hogy a növények fejlődéséhez szükséges feltételeket mesterségesen állítjuk elő, ezáltal a legoptimálisabb feltételeket tudjuk biztosítani az adott növény számára. Ideiglenes vagy állandó jellegű, zárt létesítmény, ennek köszönhetően belső klímájuk különbözik a környezet klímájától, ezzel lehetővé téve a szabadtéri termesztéstől való eltérő időzítést. Legtöbbször növelik a termelés biztonságát. Ezen termesztőberendezésekben a hőmérsékleti, páratartalmi értékek magasabbak, mérsékeltebb a széljárás, és szűrt a megvilágítás. Megelőző növényvédelmi eljárások segítségével sok növényvédelmi probléma kiküszöbölhető. A berendezések létesítése költségekkel jár, ezért csak azoknál a kultúráknál alkalmazandók, amelyek magasabb árakon értékesíthetők. A termesztő berendezések kialakításuk, illetve méretük és felhasználásukban nagyon változatosak. Ezek okán hatékonyságuk és felhasználásuk is sokrétű lehet. Héjazatuk alapján két nagy csoportra bonthatók: lágy-feszített fóliás, és az üveg borítású kialakítással rendelkezők. Napjainkban az üvegborítású megoldások mellett megjelentek a szilárd, avagy táblás műanyag héjazatú létesítmények. A fólia héjazatú termelő berendezések viszonylag alacsony pénzbeli ráfordítással, egyszerűen kialakíthatók. Bizonyos típusai csak a napfény természetes energiáját „ejtik csapdába”, de létesíthető fűtéssel ellátott rendszer is. Héjazatuk ideiglenes, élettartama rövid, néhány héttől akár 2-3 évig terjed. A fóliahéjas termesztő berendezések alkalmazásakor célszerű fóliablokk kialakítást alkalmazni, mert ennek köszönhetően kisebb felületen ad le hőt a létesítmény, ezért a fűtésük gazdaságosabbá válik, illetve, ha nem fűtött, abban az esetben tovább tartja meg belső hőmérsékletét. Az ipari hajtatásos növénytermesztésben megjelentek a precíziós technológiaként nevezett szenzorok által vezérelt berendezések. Ezeknek az előnye az, hogy minimális emberi beavatkozást igényel, valós időben képes észlelni, reagálni az időjárásból adódó környezeti változásokra, ezáltal egy sokkal precízebb, energiahatékonyabb termelést megvalósítva. Ezeket a technológiákat általánosságban a szellőztetéstechikában, fűtési technikában, illetve az öntözés technológiában alkalmazzák.

2.6 A precíziós mezőgazdaság fogalma, fejlődése

A precíziós mezőgazdaság egy olyan menedzsment stratégia, mely időbeli, térbeli, és egyedi adatokat gyűjt, elemez és dolgoz fel, valamint egyéb információkkal egészít ki annak érdekében, hogy támogassa a termőterületen belüli változatosságot kezelő döntéstámogatási folyamatokat. Ezzel is növelve az erőforrásfelhasználás hatékonyságát, minőséget, produktivitást, a fenntarthatóságot, jövedelmezőséget a mezőgazdasági termelés során. Összefoglalva és egyszerűsítve: precíziós eszközök alkalmazásával törekszünk a jobb eredmények elérésére. A PA elősorban a szántóföldi növénytermesztés kapcsán használatos kifejezés. Az agrárinformatikai megoldások alkalmazása az automatizált rendszerek és digitális adatgyűjtés, adatelemzés miatt az állattenyésztő telepek, szabadföldi, illetve különösen az utóbbi időben az üvegházás kertészetekben is jelen van. A precíziós mezőgazdaság fogalmi értelmezésére számos definíció létezik, de a különféle megközelítésekben közös elemek a következők:

- új fejlesztési koncepció, ami új termelési, menedzsmenti módszerekre épül.
- a koncepció a mezőgazdaság több területén is érvényesíthető, de eddig a leglátványosabb eredményeket a növénytermesztésben hozta.
- intenzíven használja a hely-és termésspecifikus adatokat
- alkalmas a termelési feltételek, illetve eljárások optimalizálására a szenzortechnológia és alkalmazási módszerei révén.
- a digitalizált megoldásoknak köszönhetően elősegítik az erőforrás-takarékosságot, költséghatékonyságot, káros környezeti hatások csökkentését.

Az Európai Bizottság 2021-es közleményében is szerepel lehetséges mezőgazdasági tevékenységek/ gyakorlatok listáján a precíziós gazdálkodási forma, amely hozzájárulhat az agro ökológiai alprogramban megfogalmazott célok eléréséhez (összhangban a zöld megállapodásban foglaltakkal).

- tápanyag-gazdálkodási terv, innovatív megközelítés alkalmazása tápanyagvesztés minimalizálása érdekében. Optimális pH érték a tápanyagok megfelelő hasznosulása érdekében, körkörös mezőgazdaság.
- Precíziós technológiák alkalmazása az alapanyag felhasználás csökkentése érdekében.
- Öntözés hatékonyságának növelése.

A precíziós technikák alkalmazásának nagy előnye, hogy illeszkedik az előbb említett célok megvalósításához. Alkalmazása révén csökkenthetők a költségek, növelhető a terméshozam, ezáltal fenntarthatóbbá válhat az agrárium. Létrejöttét a pc és IT robusztus fejlődése idézte elő. Mára már az okos eszközök korát éljük, tömeges alkalmazásuk egyre több területen megjelenik. A jelenlegi évszázad vívmánya, hogy a digitalizáció terjedésének köszönhetően olyan eszközök jelennek meg, amelyek lehetővé teszik egy-egy terület differenciált művelését.

3. ábra: A precíziós mezőgazdaság előnyei, korlátjai, kihívásai

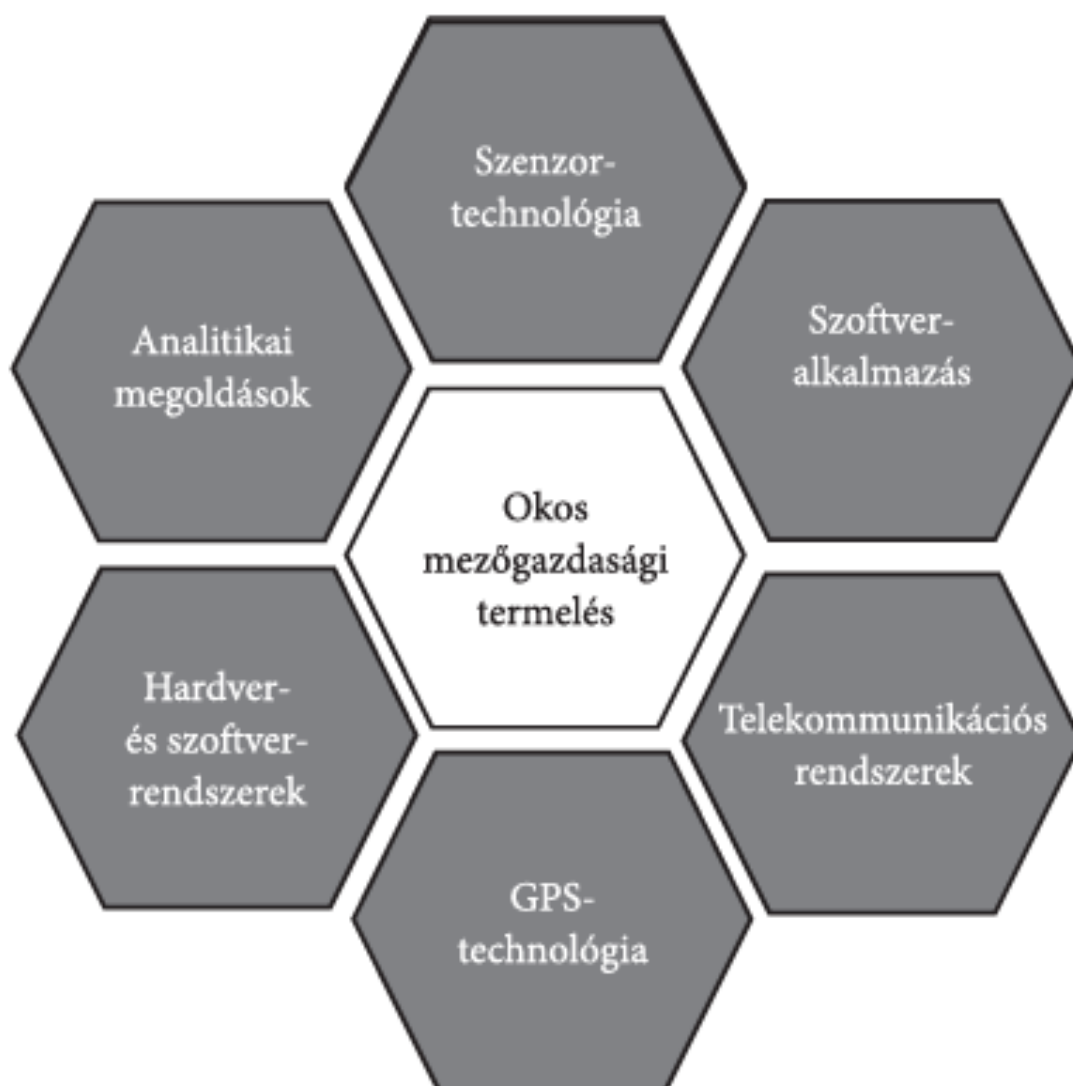
(Forrás: Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások)

Precíziós mezőgazdaság	
Előnyök	Kihívások
• termelékenység és a hozam növekedése • hatékonyság javulás (tápanyag és növényvédőszer alkalmazások) • költségek csökkenése • jobb, magasabb, egységesebb termékminőség • az élelmiszerbiztonság növekedése • a természeti erőforrások hatékonyabban kezelése • innovációk adaptálása • környezetvédelem • könnyebb üzemeltetés • nagyobb rugalmasság • jobb dokumentáció és tervezés • valós idejű monitoring	• magas kezdeti, bekerülési, és karbantartási költségek • komplexitás • a technológia szabványosítása platformok között • csatlakozási, kapcsolódási, összeköttetési kihívások • adatkezelés (big data) a mezőgazdaságban • megbízhatósági, adatbiztonsági kérdések: adatvesztés, rendszerfrissítések, koordináták enyhe eltolódása • technológiai hiba lehetősége • megnövekedett energiaigény • a képzési háttér, költségek • jogszabályi és szabályozási kérdések (szellemi tulajdonjogok is)

2.7 IoT, szenzorok a mezőgazdaságban

Az „Internet of Things (IoT)” olyan hálózatba kapcsolt beágyazott eszközök rendszere, amelyek egyedi azonosítóval rendelkeznek. Ennek köszönhetően különféle eszközök, rendszerek és szolgáltatások képesek automatikusan kommunikálni, emberi beavatkozás nélkül. Ez a technológia számos területen megkönnyíti az adatgyűjtést és a folyamatok automatizálását, lehetővé téve a nagyobb adatmennyiség gyorsabb feldolgozását, ami tovább növeli a keletkező adatok mennyiségét. A precíziós gazdálkodás alapvető elemei a szenzorok, amelyek folyamatosan mérik a talaj és a környezet különböző jellemzőit, valamint a mezőgazdasági műveletekhez kapcsolódó paramétereket, például a betakarítás során. A precíziós gazdálkodás a gazdaságon belüli kockázatkezelés egyik stratégiáját jelenti, amely elsősorban a termelési kockázatok csökkentésére irányul. Emellett az optimalizált öntözés, műtrágyázás és növényvédelem révén csökkennek az ezekhez kapcsolódó költségek, ami egyúttal mérsékli az ár ingadozások okozta kockázatokat is. Lencsés (2013) szakértői véleménye szerint bizonyos birtokméret felett egyértelműen érdemes a technológia egy vagy több elemét alkalmazni. Ennek következtében az IoT megoldások gyors ütemben terjednek a mezőgazdaságban. A Beecham Research egyik tanulmánya (2014) rámutat arra, hogy a népesség növekedése miatt a jövőben jelentősen megnő az élelmiszerigény, és az IoT mezőgazdasági alkalmazásai kulcsszerepet játszhatnak a termelés ennek megfelelő bővítésében. A 4. ábra bemutatja az okos mezőgazdaság elemeit, és jól érzékelteti, milyen fontos szerep jut az informatikai és telekommunikációs technológiáknak a mezőgazdaság jövőjében.

5. ábra: Okos mezőgazdasági termelés elemei
(Forrás: Beecham Research (2014))



A modern technológiák mezőgazdasági terjedését számos üzleti és technológiai tényező egyaránt elősegíti és korlátozza. A 3. táblázat összegzi azokat a legfontosabb tényezőket, amelyek a terület fejlődését befolyásolják. A tényezők értékelése alapján a Beecham Research tanulmánya arra a következtetésre jutott, hogy a modern technológiák térnyerése a mezőgazdaságban a jövőben tovább fokozódik, (2014).

7. ábra: A modern technológia térnyerését meghatározó tényezők a mezőgazdaságban
(Forrás: Beecham Research (2014))

Üzleti és piaci ösztönző tényezők	Technológiai ösztönző tényezők
A veszteségek csökkentése és a hatékonyság növelése egyre sürgetőbb igény	Az M2M-technológia egyre több iparágban nyer teret
Az intenzív művelés talajeróziós hatását csökkenteni kell	A szenzorok és a hálózatra kapcsolódás ára csökken
Van állami támogatás és finanszírozás az új eszközökre	A Big Data képes megbirkózni a szenzoradatok áradatával
A klímaváltozás és a környezetszennyezés hatásait ellensúlyozni kell	A mezőgazdasági termelők egyre jobban tudják használni az IT-eszközöket
A beruházás megtérülése nehezen mutatható ki	A hálózati elérés a szántóföldeken sokszor nem megfelelő
Kevés a friss belépő a mezőgazdaságban	A szenzorrendszerekre vonatkozó szabványok kidolgozás alatt állnak
Jelentős az iparági kockázat (időjárás, politikai tényezők)	A speciális mezőgazdasági szoftverek még nem igazán kiforrottak
A begyűjtött adatok tulajdonviszonyai kérdésesek	Bizonytalanság van az adatok kezelése és megvédése kapcsán

2.8 A növényházak

Könnyűszerkezetű építmények, a beépített és technológia anyag 20 – 50 kg/m³, egy hagyományos épületszerkezetben viszont 600-700 kg/m³. Ennek az épület hőtehetetlenségében, illetve a kívánt belső hőmérséklet tartásában játszik szerepet, mert a könnyűszerkezetes épület nem képes a hőt tárolni, így a belső tér sokkal közvetlenebbül ki van téve a külső klimatikus hatásoknak. Ezek az épületek gyorsan felmelegednek, de gyorsan ki is hűlnek, ha nem gondoskodunk megfelelően a hőveszteség folyamatos és megfelelő pótlásáról. A növényházak épületszerkezeti méretezésére az MSZ 15021 szabvány alkalmazható. Külföldi szabványban a Német DIN 11535, a Holland NEN 2,213 számú szabvány rendelkezik. Előírják a szélterhelés figyelembevételéhez az építmény szerkezeti kialakítására vonatkozó légellenállási tényezőket. A nyitható felületelemekkel rendelkezőknél ezen érték kétszeresével számolnak. A növényházakat a szél nyomásra, illetve szívásra terheli, ennek következtében a burkolóhéjat viharbiztosan kell rögzíteni. A korszerű, több feladatkörre is alkalmas növényházakat szerkezeti, burkolati anyaga, építési módja alapján csoportosítják.

A szerkezeti anyag szerint:

- faszerkezetű
- Alumínium szerkezetű
- Acélszerkezetű, valamint ezen szerkezeti anyagok kombinációja

Burkolat anyaga szerint:

- Üveg
- Műanyag fólia
- Keményműanyag-lemez, és ezek kombinációja

Építés módja szerint:

- Egyhajós
- Többhajós, blokképítésű

Rendeltetés szerint megkülönböztetünk

- Szaporító
- Termesztő
- Különleges feladatra épült (pl.: regeneráló, kutatási célú.)

2.9 Növényházak építésének alapkritériumai

A növényházak létesítésének tervezésekor a következőket kell figyelembe venni.

Az üzem létesítésének legmegfelelőbb terület az enyhe déli lejtő, így a víz könnyen lefolyik rajta. A jobb vízelvezetés elérésének érdekében a növényházat kis eséssel 0,3, legfeljebb 1%-os leejtéssel kell megépíteni. Ha ennél meredekebb területet választunk, akkor nőni fognak a beruházási költségek.

A tervezés időszakában fontos eldönteni, hogy mi az amit termesztetni szeretnénk, milyen lesz a termesztőközeg, és hogy szeretnénk berendezni a házat. A tervezéskor célszerű belülről kifelé haladni.

A hőveszteséget nagymértékben befolyásolja az épület körül áramló szél sebessége. Annak érdekében, hogy ez a hőveszteség minél kisebb hányad legyen, szélárnyékos, szélvédett helyre építsük a házat. A szélvédetség érdekében telepíthetünk növényeket, de azok kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy teljes fejlettségi állapotukban sem árnyékolhatják a növényházat.

A leendő létesítmény környezetében nem lehet olyan fasorok, épületek, melyek bármely évszakban, de különösen télen, alacsony napállásos időszakban árnyékot vetnek a növényházra. Ha mégis csak ilyen feltétellel rendelkező építésre van lehetőség, akkor ez a rész a ház északi oldalára essen.

Növényháztelepet lehetőség szerint az üzemi terület központi részére kell tervezni, úgy hogy az úthálózaton a tüzelőanyagot szállító járművek akadálymentesen tudjanak közlekedni, de tekintettel kell lenni arra is, hogy a szállítási feladatok általában nagyméretű járműveket vesznek igénybe. A kiszolgáló létesítményeknek, raktáraknak a termesztőberendezéshez közel kell lenniük. A kazánház tervezésénél, elhelyezésénél figyelembe kell venni az uralkodó szélirányt, és azt, hogy a házhoz közel kell esnie, ezzel is csökkentve a távvezetékvesztéseket.

A házak tájolását a terület fekvése határozza meg. Ha szabadon választhatunk, akkor az egyhajós háznak a hossz tengelye a K-NY iránnyal legyen párhuzamos. Ez a fajta tájolás biztosítja a legmegfelelőbb megvilágítást minden oldal számára. A blokképítésű változatok É-D-i irányítottsággal rendelkeznek, és az Északi oldalra célszerű a raktárt, hőközpontot tervezni.

A megfelelő termesztéshez szükség van megfelelő vízellátásra. A zavartalan termesztéshez alapterületre vetítve 1m² -re 1,5-3,0m³/év vízkészlet szükséges.

A korszerű növényházakkal szemben támasztott követelmény az is, hogy az alapterületre vonatkoztatva minél nagyobb legyen a ház kihasználhatósága, így a fajlagos fűtési költségek csökkenthetők. Megkülönböztetünk talajon termesztő, asztalontermesztő házakat. Az asztalon termesztőknél az asztal alatti terület is tekinthető hasznos területnek, mivel ott is történhet növénytermesztés. A házak kihasználtsága tovább fokozható, ha az asztalok feletti teret is kihasználjuk polcok, függesztett tálcák alkalmazásával. Ezek használata előtt meg kell bizonyosodnunk arról, hogy a ház méretezésénél figyelembe vették-e ezen eszközök használatát. A talajon termesztő házaknál az utak helyének megfelelő megválasztásával tudjuk befolyásolni a maximálisan termesztésre használható terület nagyságát.

Hagyományos burkolóanyaga az üveg, sűrűsége 2500 kg/m³. Fényáteresztőképessége 89-93%, és nem engedi át az UV sugárzást. A házban levő, felületekről visszaverődő infravörös tartományhoz közeli sugarakat visszatartja. Széleskörben elterjedtek műanyag burkolatok is, amelyek fólia vagy lemez formájában alkalmazhatók.

Elterjedt fóliatípusok:

- Polietilén (PE)
- Polivinilklorid (PVC)
- Etilvinilacetát (EVA)
- Poliészter
- Polivinilfluorid (PVF)

A műanyaglemezek lehetnek kemény, félkemény gyártmányok. Leggyakrabban alkalmazott anyagok:

- Polimetilmetakrilát (Akrilüveg, PMMA, Plexi)
- Polikarbonát (PC)
- Polivinilklorid (PVC)
- Üvegszálerősítésű poliészter (ÜP)

2.9 A leggyakrabban alkalmazott műanyag növényházburkolatok áteresztőképessége

A fóliák vastagsága gyártótól függ, de egy 0.05-0.2 mm-ig tartó skálával definiálható. Az ultraibolyasugárzás roncsolja a fólia belső szerkezetét, ezért a fóliák jellemezhetőek az UV sugárzással szembeni ellenállóképességgel. Az üvegházhatás infravörös (hő) műanyagfóliáknál jóval kisebb, mint az üvegnél. Adalékanyagokkal az UV sugárzással szembeni ellenállásuk növelhető, ezáltal tartósságuk 1 évről 2, akár 3 évre is kitolható. A fóliák belső felületét legtöbbször víztaszító anyaggal látják el, mert a felületen lecsapódó pára csökkenti a fényáteresztést. A PE-ből készült fóliát a kiváló hőszigetelő tulajdonsága miatt gyakran használják külső, akár belső második burkolatként a hőveszteségek csökkentése érdekében. A PVC fóliák hővezetési tulajdonságai kedvezőbbek a polietilénnél, több éven keresztül is használhatók, de cserében nagyobb anyagi ráfordítást igényelnek. Az EVA típusú fóliák egyesítik az előbbieken említett tulajdonságokat. Az infravörössugáráteresztőképessége a vinilacetát aránytól függ, ami általában 4 – 18%.

A PVF fóliák tartósabbak, szilárdsági tulajdonságai kedvezőbbek, mint a PE, PVC variációknak. A poliészterfóliák sugárzásátbocsátó képessége az üvegével közel azonos, az UV sugarakat nem engedi át, az infravörös sugarakat pedig csak alacsony mértékben. A pára hasonlóképpen, mint az üveg esetében filmkondenzációval, nem cseppek formájában csapódik ki, nem úgy, mint a többi típus esetén. Hátránya viszont az, hogy sérülékenyebb. Jelen állapot szerint a műanyag lemezek ára drágább, mint az üveg, viszont könnyeb súlyuk miatt csökkenteni lehet a tartószerkezet keresztmetszetét. Az akrilüveget (PMMA), márkajelzése után hétköznapi nevén a plexiüveget a növényházépítésben kétrétegű vagy háromrétegű zártcellás profillemmez-táblákban kerülnek forgalmazásra. Hőtágulása többszöröse az acélhoz viszonyítva. A polikarbonát (PC) hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, mint az akrilüveg, viszont a fényáteresztőképessége kisebb. Két és háromrétegű sejtszerkezetes táblákban forgalmazzák. A jégveréssel szembeni ellenállóképességének növelése érdekében a külső felületen keményítik, a belső felületét ívesre alakítják. Az UV, illetve infravörös sugarakat nem ereszti át. Kiválóak a hőtani tulajdonságai, kicsi a sűrűsége, az üveghez hasonló fényáteresztőképességgel rendelkezik, ezen tulajdonságait tekintve kitűnő burkolóanyag. Viszont a hőtágulási együtthatója eltér az acélétól, ezért a sérülések elkerülése érdekében a szerkezeten különleges, hőtágulást megengedő rögzítőszerkezeteket kell alkalmazni. A polikarbonát fényáteresztőképessége kisebb, mint az akrilüvegé, évente közelítőleg 1% -al csökken.

A műanyag és az üveg előnyös tulajdonságai egyesülnek az üvegszálerősített poliészterben (ÜP). Súlya kevesebb mint az üvegé, de kevesebb fényt ereszt át, cserébe magasabb a hőáteresztőképessége. Hátránya az, hogy a napsugárzás hatására fokozatosan csökken a fényáteresztőképessége, öregedő felülete kiszállkásodik, ezen tulajdonsága miatt növényházak burkolóhéjaként nem alkalmazzák. A PVC-ből készült lemezeket félkör, vagy trapéz alakú profilra hengerlik, ezzel biztosítva öntaróságukat. Keménylemezek körében jelentőségük lecsökkent, jégveréssel szembeni ellenállóképessége elhanyagolható.

2.10 Energiamegtakarítás lehetőségei növényházakban.

Az üzemeltetési költség több mint felét a belső hőmérséklet megtartásához szükséges energiaköltség teszi ki. A házszerkezethez illeszkedő kultúra helyes megválasztása, fajtaismeret befolyással van az energiaköltségek alakulására. Az energiaköltségek csökkentése érdekében a házak hőveszteségeit kell elsősorban csökkenteni, ezáltal a versenyképessége is javul. Számos módszer terjedt el ennek a kivitelezésére: Egyrétegű üvegezés helyett többrétegű borítást alkalmaznak. (az üveg hőátbocsátási tényezője $k=5,5-6,5 \text{ W/m}^2\text{K}$). A rétegek között található levegő szigetelő hatást biztosít, ezzel csökkentve a hőátbocsátó képességet. Fólia sátrak esetében gyakran alkalmaznak kettős vázszerkezetet, borítást. Vízfüggönyös kivitelnél a gerincről víz permetezésével csökkenthető a hőveszteség. Ez a módszer télen is kiválóan alkalmazható, mivel a fóliára felfagyó vízréteg tovább csökkenti a hőveszteséget a szigetelő hatása miatt. A kettős borítás egy vázra is közvetlenül fektethető, a két réteg közé fűjt levegővel növelhető a szigetelőképeség. Minden megoldásnál, ami a burkolat hőátbocsátásával függ össze, mérlegelni kell fénycsökkentő hatását. Energiaakarékos megoldásként alkalmazható energiaernyő, ezek technikai megoldása hasonló a belső árnyékolóhoz. Leggyakrabban áttetsző műanyagszövetből készül, sűrű szövésű háló, melynek hővisszatartó hatását a szálak közé szőtt fémszálak, szalagok fokozzák. Összehúzott állapotban kettéválasztják a légteret, kiválasztásának elsődleges szempontja a fűtőcsövek elhelyezkedése. A mozgításuk történhet a ház tengelyével párhuzamosan, illetve merőlegesen is, amelyhez egy kiépített drótpálya szükséges. Az energiaernyő csak akkor tud hatásosan működni, ha az alatta és felette lévő légteret sikerül tömören lezárni, ha nem sikerül ezt kivitelezni, akkor az ernyő feletti térből lezúduló lehűlt levegő nagymértékben csökkenti a hőszigetelő hatást. A fémszálak reflektáló hatással rendelkeznek, így visszaverik a növényállomány felé a hősugarakat.

Az ernyők a ház tartozékai, ezért velük szemben állított követelmény, hogy használaton kívül a lehető legkevesebbet árnyékoljanak. Alkalmazásukkal 35-40%-os energiaköltség csökkenés érhető el. A hőveszteséget jelentősen befolyásoló tényező a szél erőssége. Ezen hatás csökkenthető szélvédelem alkalmazásával, de ügyelni kell, hogy ne okozza a ház fényhasznosító hatásának csökkenését. A Napenergia kihasználása kézenfekvő megoldás, mivel maga a ház is napkollektor, hiszen az üvegházhatás révén ezt használjuk ki a növények termesztésekor. A házban az átmeneti időszakban a napsugárzásból annyi hőenergia származik, hogy szellőztetést kell alkalmazni. Ezzel a szellőztetéssel veszendőbe menő energiahányad kinyerhető úgy, hogy a ház légterében hőcserélőket függesztünk fel, melyben a keringtetett vizet hőtárolókba gyűjtjük, és tároljuk, majd a hajnali lehűlt órákban a letárolt és felmelegített vízzel fűtünk, vagy fagy mentesítünk.

2.11 Fóliás termesztőberendezések

A műanyag borítású termesztőberendezésben nagyjából 10% -al nagyobb termésátlag érhető el a hagyományos üvegházakhoz képest. Előnyük, hogy az építésük olcsóbb, gyorsan üzembehelyezhetők, fénykihasználásuk jó, megfelelően szellőztethetőek, egyszerűen átépíthetőek, és fajlagosan kicsi a beruházási költsége. Az egyszerű fóliaalagutak 7,5-12m szélesek, hosszúságuk 25-50m, esetenként 100-200m hosszú, félköríves vagy félellipszis alakú szerkezetek. A vázukat legalább 42 mm-es ívre hajlított acélső, hossz merevítővel és vonóvassal ellátva. Az így épített vázszerkezet képes a 110km/h sebességű szélnek is ellenállni. A tartóíveket 1.5m távolságra helyezik el egymástól. Energiagazdálkodási szempontból szoktak alkalmazni kettősborítással ellátott házakat, ahol a két réteg közé levegőt fűznek, vagy vizet juttatnak, az utóbbit vízfüggönyös fóliasátonak nevezzük. Az íves kialakítás hátránya a helykihasználhatóság, mivel a sátrak szélén a munkavégzés nehézkes az alacsony belmagasság miatt. A szellőztetése nehézkes, mivel csak a sátor végén elhelyezett nyitható felületekkel szellőztethető a ház. A nagyobb légtér létrehozásának érdekében a fóliás termesztőberendezésekből építenek többhajós, tömbösített változatokat is.

3. Anyag és módszertan

A korszerűsítési koncepciót a gazdaságunkban használatos blokk rendszerű (több hajós) fóliasátorhoz készítettem el. Az építmény a 2000-es évek elején készült, geometriai méretei: 20x60x3.5m. A váz kialakítását tekintve hagyomány íves vázszerkezetű, horganyzott acélból készült. Bordatávolsága 1.5m. Burkolóanyagaként mezőgazdasági PE fóliát alkalmazunk egy rétegben. Belső felületén cseppmentes réteggel van ellátva, aminek köszönhetően a kicsapódó vízpára cseppek a fólia oldalán lecsúsznak. Külső rétegén található bevonatnak köszönhetően pedig a káros sugárzásokat nem engedi be a növényházba. Saját öntözési rendszer kiépítés szükséges. Szórófejes felső párasító rendszerrel nem rendelkezik. Az öntözővíz ellátását fűtő kút biztosítja, melyet elektromos szivattyú segítségével nyerünk ki. Az elmúlt évek alatt szellőztetési megoldások lettek kiépítve, javarészt bukóablakok látták el a rendszer szellőztetését. Ezek kézi működtetésű szellőzőegységek, amelyek korszerűsítésre szorulnak. A belső levegő keringtetésére kiépített rendszerrel nem rendelkezik. Kiépített fűtési rendszerrel rendelkezik, melyet egy carborobot kazán lát el. A kazán segítségével előállított melegvizet a belső légtömeg fűtésére használjuk fel hőcserélők alkalmazásával. Energia ernyővel és árnyékolási megoldásokkal nem rendelkezik az építmény. Hagyományos, saját talajban történik a termesztés. Jelenlegi állapotában nem rendelkezik talajnedvességmérő, páratartalom mérő berendezéssel, illetve hőmérsékletmérő-szabályozó rendszerrel sem.

3.1 Elhelyezkedés és környezeti tényezők:

Elhelyezkedését tekintve Észak-Dél irányultságú, ezáltal a lehető legjobb fényviszonyok biztosítottak a növénytermesztés számára. Erős széllekedésektől védett területen helyezkedik el, ezáltal kisebb a hővesztés, és csökken a heves széljárásból adódó káresetek mértéke. A csapadékvíz összegyűjtésére és tárolásához szükséges rendszer kiépítéséhez elegendő szabad terület áll rendelkezésre. A fóliasátor közvetlen közelében nem található fa, illetve egyéb árnyékolási tényező, így az árnyékolást mesterséges megoldásokkal kell kivitelezni, ami részben hátrány, mert plusz költséggel jár, viszont előnyt is jelent, mert ezáltal szabályozhatóvá válik a mértéke a szükségesség függvényében. A beruházás tervezése előtt fontos meggyőződni arról, hogy a talaj, amiben termelni szeretnénk milyen állapotban van. A fóliasátor alatt található talaj minősége alapvető fontosságú. A jó vízelvezetéssel, tápanyagban gazdag talaj biztosítja a növények egészséges fejlődését.

A talaj PH-ja, szerkezete és tápanyagtartalmának megfelelősége nagymértékben függ a termeszteni kívánt növény kultúrájától. A korábban említett vízelvezetési képesség meghatározása azért fontos, mert a túlzott víz stagnálása gyökérrothadást, illetve betegségeket okozhat. Fontos környezeti tényezőnek számít a levegő tisztasága is. A létesítmény közelében nem található ipari létesítmény, illetve forgalmas útszakasz. Ez olyan tekintetben fontos, hogy az említett tényezők magas légszennyezéssel rendelkeznek, magas koncentrációban károsíthatják a növényeket. A tiszta levegő segít elkerülni a káros anyagok felhalmozódását a sátorban, így óvva növények, illetve a fogyasztók egészségét.

4. Eredmények és értékelés

4.1 Burkolóanyagok kiválasztása

Elsőkörben a hajtatóház burkolóelemének a megválasztását végeztem el. A kiválasztásakor figyelembe vettem az árat, a technológiai paramétereket. A kiválasztás során kétfajta burkolóanyagot hasonlítottam össze a feljebb említett tulajdonságai szerint.

- TVK thermofol UV4 S4NH sátorfólia
- UV3 GINEGAR köd és csepegésgátló thermo, diffúz fólia

Összehasonlítási paraméterek:

- Anyagösszetétel
- UV stabilitás és védelem
- Élettartam
- Fényáteresztés
- köd és páraállóság
- Hőszigetelő tulajdonság
- Ár-érték arány

A katalógusban leírt adatok elemzése után (amit a 3. illetve 4. táblázat szemléltet) arra a következtetésre jutottam, hogy a Ginegar által gyártott burkolóanyagot választom a hajtatóházhoz. Az adatok összevetésekor a legtöbb tulajdonságában megegyezett a két termék. Igaz hogy a TVK által gyártott fólia 4 év UV állóságot biztosít, viszont a köd-és páraállósági tulajdonsága, illetve a fényáteresztőképessége elmarad a vetélytársával szemben. Ezek a tulajdonságok a gazdaságunk szempontjából igen fontos, mert a termesztési időszak márciusban kezdődik, ahol a napsütéses órák száma kevesebb, ezért szükség van ezen paraméterek minél előnyösebb meglétére. A TVK fólia jelentősége és erőssége inkább az általános mezőgazdasági tevékenységekben jelentkezik a kedvezőbb ár fekvése miatt, és tulajdonságai miatt. Az Izraeli fólia magasabb árral, cserében fejlettebb „képességekkel” rendelkező fólia. A választásban az is a segítségemre volt, hogy egyidejűleg alkalmaztuk mind a két gyártó termékét. A gyakorlati tapasztalat is azt mutatta meg hogy a Ginegar fólia tartósabbnak bizonyult, optimálisabb körülményeket biztosított a hajtatóházban. Az összehasonlítás alapját képző műszaki paramétereket 3. és 4. táblázat szemlélteti.

5. táblázat: TVK fólia műszaki paraméterei
(Forrás: Saját táblázat)

Paraméter	TVK UV4 Fólia
Anyagösszetétel	Polietilén (PE)
UV-stabilizáció	4 év
Fényáteresztés	85-90%
Hőszigetelő képesség	jó
Pára-és ködállóság	közepes
Vastagság	Általában 150-200 mikron
Szín és átlátszóság	Átlátszó, kékes árnyalat
Rugalmasság	Magas
Élettartam	4 év kültéri használat esetén
Ár-érték arány	Kedvező, hosszabb élettartammal.

6. táblázat: Izraeli fólia műszaki paraméterei
(Forrás: Saját táblázat)

Paraméter	UV3 Ginegar Fólia
Anyagösszetétel	Polietilén (PE)
UV-stabilizáció	3 év
Fényáteresztés	85-90%, spektrum-kontrollált
Hőszigetelő képesség	Jó, speciális típusoknál kiemelkedő
Pára és ködállóság	Magas, fejlett páraellenálló bevonat
Vastagság	150-200 mikron
Szín és átlátszóság	Átlátszó, speciális fény- és hőszűrés
Rugalmasság	kiváló, strapabíró
Élettartam	3 év kültéri használat esetén
Ár-érték arány	Közepesen magas, magas speciális tulajdonságok függvényében

A sátor geometria adatai alapján a kiválasztott fólia paraméterei:

-Szükséges szélesség: 2x12m

-Hosszúsága: 2x60m

A tejut kft kínálatában találtam megfelelő méretekkkel rendelkező fóliatekercset.

-Szükséges tekercsek száma: 2db

-Egységára: 210 414 Ft

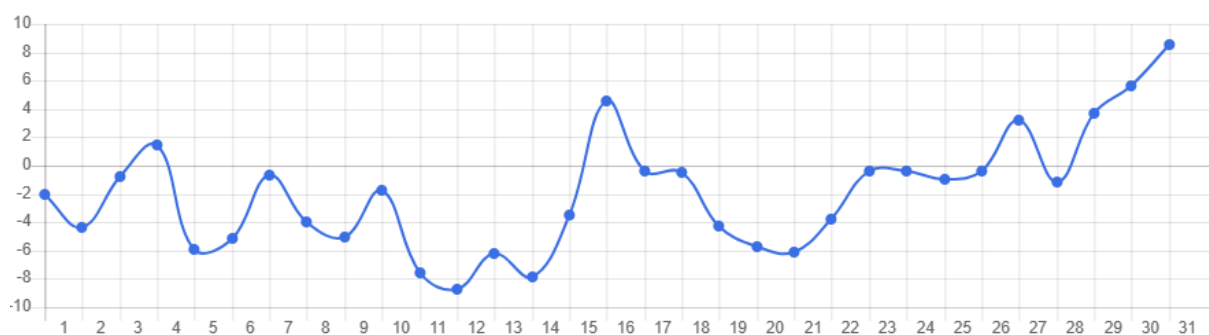
Szükséges ráfordítás:

$$2 \cdot 210414Ft = 420828Ft \quad (1)$$

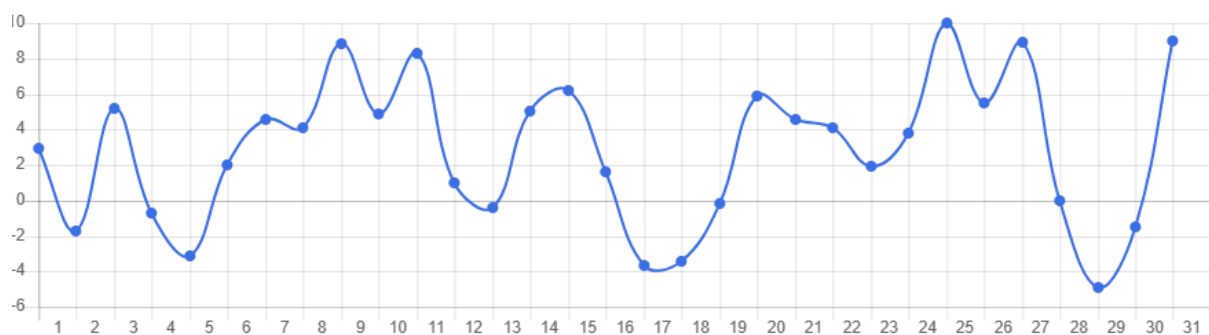
A termesztőberendezésben hideghajtatót valósítunk meg, ami azt jelenti, hogy fűtési rendszerrel nincsen ellátva a sátor. A korszerűsítési tervben ezt a paramétert nem változtattam meg, mert a termesztési kívánt növény kultúra ültetési idejét úgy választottuk meg, hogy a fűtési rendszer kiépítése elkerülhető legyen, ezáltal pénzt spórolhatunk meg. A kiültetést március közepén szoktuk elvégezni, illetve ezt az időszakot ajánlja a magforgalmazó a hideghajtatóban való termesztéshez. Az elmúlt 3 évben alakuló márciusi időjárási adatok kiértékelése után arra a következtetésre jutottam, hogy az éjszakai alacsony hőmérsékletre való tekintettel, dupla rétegű fólia alkalmazása indokolt.

Az elmúlt 3 év márciusi legalacsonyabb hőmérsékletét szemléltető ábra.

9. ábra: 2022.március minimális hőmérséklet alakulása
(Forrás: metnet.hu)

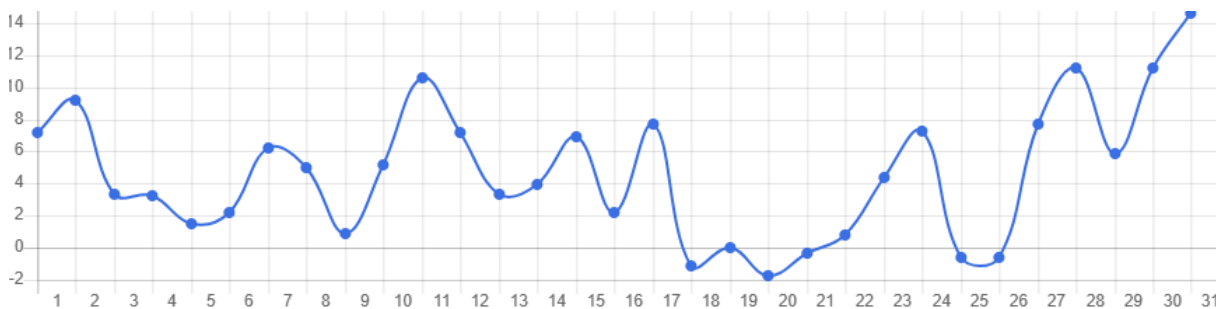


10. ábra: 2023.március minimális hőmérséklet alakulása
(Forrás: metnet.hu)



11. ábra: 2024.márciusi minimális hőmérséklet alakulása

Forrás: (metnet.hu)



A diagrammok jól szemléltetik, hogy ebben a hónapban jellemzően előfordul a fagypont alatti hőmérséklet, ezáltal szükségessé válik a fólia két rétegben való alkalmazása. Ennek okán a tervezetbe implementáltam egy belső fóliaréteget, amely segít a belső hőmérséklet fenntartásában, ezzel is védve a növényeket a hidegebb éjszakai órákban.

Belső fóliaréteg kiválasztása:

A kiválasztásnál a legfontosabb szempontokat az élettartam és az ár jelentette.

- TVK Belső UV S1B fólia
- Hírös fóliaház által forgalmazott Belső 60c nevű fólia

A két termék műszaki adatait táblázatban szemléltetem.

7. táblázat: Belső fólia műszaki paraméterei
(Forrás: Saját táblázat)

Paraméter	TVK Belső UV S1B	Hírös Fóliaház Belső 60c
Vastagság	60 mikron	60 mikron
UV-garancia	1 év	6+6 hónap
Fényáteresztés	87%	87%
Cseppmentes tulajdonság	Nincs	Bevonattal ellátva
Kénellenállás	Nem	Nem
Diffúzitás*	Nem diffúz	Nem diffúz
Ár	119,748Ft/m ²	69Ft/m ²

A műszaki paraméterek összehasonlítása után megállapítottam, hogy a 60c nevű fólia ideálisabb választás a számomra.

Ezt indokolja a kedvezőbb ár, illetve rendelkezik cseppmentes bevonattal is. Az UV garancia a döntésben nem játszott szerepet abban a tekintetben, hogy ezen paraméter mind a két termék esetében megegyezett.

A teljes belső légtér betakarásához szükséges fólia mennyisége:

-Szükséges fóliaszélesség: 11m

-Szükséges hossz: 60m

$$A = 11m \cdot 60m = 660m^2 \quad (2)$$

A Hírös fóliaház által meghatározott költség alakulása $69Ft/m^2$

$$660m^2 \cdot 69Ft / m^2 = 45540Ft \quad (3)$$

A hajtatóház kialakítására való tekintettel kettő fóliatekercsre lesz szükség

-Végösszeg:

$$45540 \cdot 2 = 91080Ft \quad (4)$$

Az függőleges falak burkolóanyagaként Polikarbonát lemezeket választottam. Ennek oka az, hogy a jó hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik, ezt a sejtszerkezetes kialakításának köszönheti. Az időjárás viszontagságaival szemben ellenállóbb, ezáltal hosszabb élettartamot biztosít. Ennek következtében hosszútávon költséghatékony megoldást nyújt. A felszerelésénél arra kell figyelni, hogy a hőtágulási együtthatója eltér az acélétól, ezért a rögzítését egy különleges, hőtágulást megengedő rögzítő szerkezettel kell megoldani.

12. ábra: A burkolni kívánt felület
(Forrás: Saját kép)



A burkolandó felület: $18m \cdot 3,5m = 63m^2$ ez a számított érték csak egy oldalra értendő. A két oldalfalhoz $126m^2$ anyag szükséges.

A választott anyag átlátszó, illetve 3 sejtszerkezetes kialakítású, vastagsága 10mm.

A polikarbonátdepó adatai szerint jelenleg $5775 \text{ Ft}/m^2$ árral számolhatunk.

Költség meghatározása:

$$126m^2 \cdot 5775\text{Ft}/m^2 = 727650 \text{ Ft} \quad (5)$$

4.2 Öntöző rendszer kiépítése

13. ábra: Az öntözés kiépítése szempontjából vizsgált terület
(Forrás: Saját kép)



A kép jól szemlélteti a ház lég és termőterületének felosztását. A tartóoszlopok a művelhető területet két 10x60m-es darabra osztja fel. Ebből a szélességből csak 8m használható fel, mivel a tartószerkezet kialakítása miatt a széleken a művelés hely hiányában nem megvalósítható, illetve a növények növekedése szempontjából nem áll rendelkezésre elegendő tér.

Csepegtetőszalag mennyiségének meghatározása:

A növény igényeit figyelembe véve 40cm-es sortávot kell biztosítani. Az effektíven kihasználható terület oldalanként 800x6000cm. Ezen adatok ismeretében meghatározható a használni kívánt cső mennyisége.

Sorszám meghatározása:

- Hasznos termőterület szélessége: 1600cm
- A kívánt sortávolság: 40cm

$$s = 1600 : 40 = 40 \text{ db} \quad (6)$$

A szükséges csepegtető hossz:

- Sorok száma: 40db
- A sorok hossza: 60m

$$l = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ m} \quad (7)$$

Az alkalmazni kívánt TORO csepegtető dobon 3300m csepegtetőszalag található, ami azt jelenti, hogy egy dob elegendő a terület öntözésének a megvalósításához.

8. táblázat: Az öntözőszalag műszaki paraméterei
(Forrás: Saját táblázat)

Átmérő	Falvastagság	Szükséges legalacsonyabb nyomás	Megengedett legmagasabb nyomás	Lyukosztás
16mm (5/8 inch)	0,15 mm (6mil)	0,3 bar (4 Psi)	0,8 bar (12 psi)	0,30m

A kiválasztott csepegtetőszalag 0,30m-es osztással rendelkezik, amelyen óránként 1,14 l víz juttatható ki.

Óránként kijuttatható vízmennyiség:

$$Q = \frac{2400}{0,3 \cdot 1000} \cdot 1,14 = 9,12 m^3 / h \quad (8)$$

Percenként kijuttatott vízmennyiség:

$$Q = \frac{9,12}{60} \cdot 1000 = 152 l/min \quad (9)$$

A fenti adatok ismeretében a szükséges főnyomócső paraméterei meghatározhatók.

A gerincvezetékben a megengedett legnagyobb vízsebesség 2 m/s. Ennek oka, hogy a csőben a víz sebességének a növekedésével az ellenállás exponenciálisan növekszik.

Térfogatáram a gerincvezetékben a vízigény alapján: $9,12 m^3 / h$

Minimális áramlási keresztmetszet meghatározása:

$$A_{min} = \frac{Q}{v} = \frac{9,12}{3600 \cdot 2} = 0,00127 = 1266,67 mm^2 \quad (10)$$

Minimális gerincvezeték átmérő:

$$A = \frac{d_{min}^2 \cdot \pi}{4} \quad (11)$$

$$d_{min} = \sqrt{\frac{A_{min} \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{1266,67 \cdot 4}{\pi}} = 40,16mm \quad (12)$$

14. ábra: A választható főnyomócső méretei
(Forrás: Katalógus)

Belső átmérő		Falvastagság		Súly	WP (23 fokon)		Std hossz	
hüvelyk	Mm	hüvelyk	Mm	kg/m	rúd	pszi	m	Ft
1	25	0.047	1.2	0.15	5	75	100	300
1 1/4	32	0.047	1.2	0.17	5	75	100	300
1 1/2	38	0.049	1.25	0.19	5	75	100	300
2	51	0.043	1.1	0.22	4	60	100	300
2 1/2	64	0.047	1.2	0.3	4	60	100	300
3	76	0.047	1.2	0.35	4	60	100	300
4	102	0.047	1.2	0.53	4	60	100	300
5	127	0.053	1.35	0.75	4	60	100	300
6	153	0.053	1.35	0.9	4	60	100	300
8	203	0.071	1.8	1.6	3	45	100	300
10	254	0.094	2.4	2.6	3	45	50	150
12	305	0.094	2.4	3.1	2	30	50	150
14	358	0.118	3	5	2	30	50	150
16	408	0.118	3	6	2	30	50	150

A számítások alapján a táblázatból választott főnyomócső átmérő:

d=51mm

Falvastagság: 1.1 mm

Áramlási keresztmetszet ellenőrzése:

A hasznos áramlási keresztmetszetünk a táblázat alapján 51mm, mert a táblázat a belső átmérő méretét tartalmazza.

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 2042,82 \text{mm}^2 \quad (13)$$

A minimális keresztmetszetnél nagyobb, ezáltal a választásom megfelelő.

Valós áramlási sebesség:

$$v_v = \frac{Q}{A} = \frac{9,12 \cdot 1000^2}{3600 \cdot 2042,82} = 1,24 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (14)$$

Az áramlási sebességünk a főnyomócsőben kisebb mint $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, így a választásunk megfelelő.

A választott főnyomócső műszaki paramétereit a 11.ábra tartalmazza:

15. ábra: Főnyomócső műszaki paramétereit
(Forrás: Saját ábra)

Anyaga	Átmérő	Rétegek (db)	erősítés	ellenáll
PVC	2 col	2	Textil szál	Sav- bázis

A főnyomócső olyan speciális réteggel van ellátva, mely ellenál a sav-bázis oldatoknak, tehát alkalmas tápoldat kijuttatására.

A választott termék ára 900 Ft/m. A teljes hajtatóház szélessége, illetve a szivattyú távolsága a sától 40m. Az esteleges sérülések, meghibásodások miatt 50m- es darabot választottam a kiépítéshez, hogy bármikor cserélhető legyen a sérült szakasz.

Költség:

$$900 \frac{\text{Ft}}{\text{m}} \cdot 50\text{m} = 45000\text{Ft} \quad (15)$$

Az előzőekben méretezett és összeállított öntözőrendszer táplálására szükségünk lesz egy önfelszívó centrifugál szivattyúra.

A szivattyú megválasztása elsősorban függ a víznyerőhely típusától. A gazdaságunkban a víznyerés fűrt kerti kútból történik. A kút nyugvó vízszintje 6m mélységben található.

A választásom egy Pedrollo JSWm 3BL önfelszívó elektromos kerti szivattyúra esett, legfőképpen azért, mert a gazdaságunkban ilyen szivattyúkat alkalmazunk.

A választott szivattyú műszaki paraméterei:

16. ábra: Szivattyú műszaki paraméterei
(Forrás: Saját táblázat)

Tápfeszültség	230 V
Szállítókapacitás	160 l/min
Emelőmagasság	51 m
Teljesítmény	1500 W
Áramfelvétel	9,7 A
Optimális munkapont	70 l/p-35 m
Szívómélység	9 m
Csatlakozó(nyomóoldali)	1"
Csatlakozó(szívóoldali)	5/4"
Folyadék hőmérséklet	-10-től +40C-ig

A műszaki paramétereket tartalmazó táblázat alapján kijelenthetem, hogy a szivattyú képes a kútban lévő víz felszívására, és szállításra.

Ezek után ellenőriztem, hogy alkalmas-e az öntözőrendszer táplálására.

A csepegtető szalag számításakor meghatároztam, hogy a rendszer 152 liter vizet juttat ki percenként a hajtatóházba. A választott szivattyú szállítókapacitása 160 liter percenként. Ezen adatok ismeretében megállapítom, hogy a választott szivattyú alkalmas az öntözőrendszer táplálására.

Az öntözőrendszer kiépítésének költsége:

- Toro csepegtetődob 1db: 74990 Ft
- Agro flat 4 blue főnyomócső 50m: 45000 Ft
- Pedrollo JSWm 3BL önfelszívó elektromos kerti szivattyú: 173 880 Ft
- Az összegzett kiadás: 291 219 Ft

4.3 Szellőztető rendszer kialakítása:

A szellőzőrendszer kialakításakor két fontos szempontot vettem figyelembe:

- automatizálás lehetőségének megléte
- nyitás, és zárási sebesség

Fontos azt is megemlítenem, hogy a tervezésnél nem a szellőzőfal, hanem a szellőzőnyílás mérete a mérvadó.

A számítást és a tervezést a termesztetni kívánt növény kultúra igényeinek figyelembevételével végeztem el.

Légáramlási sebesség kiszámítása:

Szükséges adatok:

- A termesztőberendezésben található légmennyiség:

$$V = 20m \cdot 3,5m \cdot 60m = 4200m^3 \quad (16)$$

Az óránkénti légcseré értéke: 3

Szükséges légáramlási sebesség:

$$v = 4200m^3 \cdot 3 = 12600 \frac{m^3}{h} \quad (17)$$

A szükséges légáramlási sebesség ismeretében választok szellőztető ventilátort

A választás paraméteresen tettem meg.

A rendelkezésre álló ventilátorok kapacitása $4000 \frac{m^3}{h}$

Szükséges ventilátorok számának meghatározása:

$$s = \frac{12600 \frac{m^3}{h}}{4000 \frac{m^3}{h}} = 3,15 db \quad (18)$$

A szükséges beépítendő darabszám: 4 db

A ventilátor szellőztetőrendszer költségbeclése:

A rendszer kiépítési költségének meghatározása érdekében elvégeztem egy piackutatást, amit egy ventilátorra levetítve mutat be a 7.táblázat.

9. táblázat: Ventilátor árak alakulása
(Forrás: Saját táblázat)

Ventilátor típusa	Ár (Ft)
Standard axiális ventilátor	40000-90000 Ft
Energiahatékony (EC motoros)	120000-200000 Ft
Automata szabályozású	150000-300000 Ft

A korszerűsítési tervet figyelembe véve az általam választott megoldás az automata szabályozható ventilátorra esett, mert ennek alkalmazása esetén további korszerűsítés lehetőségeket hordozhat magában.

A ventilátorok beépítésekor figyelni kell arra, hogy a befúvó ventilátorok elhelyezése a sátor alsó harmadára kerüljön, a kifúvó ventilátorok a felső harmadba a megfelelő légáramlás biztosítása érdekében.

A kiszívó és befúvó ventilátorok teljesítményét úgy kell összehangolni, hogy az előbbi teljesítménye mindig 15%-kal kisebb legyen, mint a kiszívó ventilátoré. Ezzel tudjuk garantálni a negatív nyomást a létesítményben.

Tetőszellőző méretének, elhelyezésének meghatározása.

A kialakítás meghatározásához szükséges paraméterek

- A fóliasátor alapterülete
- A témával kapcsolatos szakirodalmak alapján a szellőző mérete az alapterület 10-15%-ával megegyező méretűnek kell lennie.

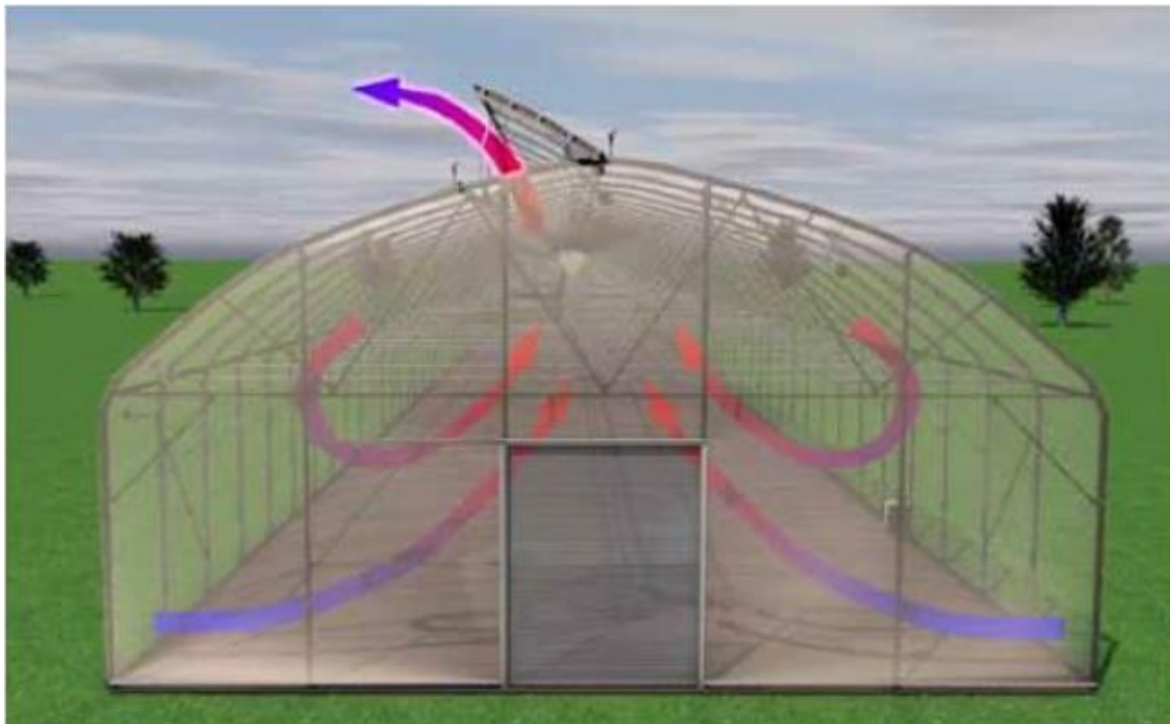
Fóliasátor alapterülete:

$$T = 20m \cdot 60m = 1200m^2 \quad (19)$$

A szakirodalom alapján az összesített tetőszellőző mérete $120-180m^2$ lehet.

Az általam választott tetőszellőző működési elve a 13.ábrán látható:

17. ábra: Tetőszellőző működési vázlata
(Forrás: magazin.fruitveb.hu)



A fóliasátor kialakítását tekintve, 2 darab légteret kell szellőztetni, ezáltal az egy tér légmennyisége $60m^2$.

A létesíteni kívánt szellőztetőablak paramétere:

- Hosszúsága: 60m
- Szélessége: 1m

A kiépítés költségvetésének kiszámításához elvégeztem a megfelelő piackutatást, az eredményeket a 8.táblázatban szemléltetem.

10. táblázat: Szellőzőablak áralakulása konstrukció függvényében
(Forrás: Saját táblázat)

Költségelem	Manuális rendszer	Automata rendszer
Fólia	30000-60000 Ft	30000-60000 Ft
Bukóablak mechanika	180000-300000 Ft	900000-1800000 Ft
Rögzítő elemek	5000-10000 Ft	5000-10000 Ft
Összesen	215000-370000 Ft	935000-1870000 Ft

4.4 Párásító berendezés kiépítése.

A szórófejes párásítórendszer kiépítése hasznos lehet a páratartalom szabályozása érdekében, illetve a mikroklima fenntartása érdekében.

Első lépésként meghatározom a relatív páratartalom mértékét, amit a termesztési kívánt növény igényei alapján határoztam meg.

A megfelelő növekedéshez a termesztési kívánt növénynek 60-70% relatív páratartalomra van szüksége, ez szolgál a tervezés alapjául.

A vízmennyiség meghatározásához szükségünk van a termesztőberendezés térfogatának meghatározásához. Ezt korábbi számításaim során már meghatároztam.

- A számolt térfogat: $4200m^3$

Következő lépésként meghatározom a mennyi vizet kell a levegőbe juttatni a páratartalom növelése érdekében.

- Az ajánlott vízmennyiség: $0,2-0,5 \text{ l} / \text{h} / \text{m}^3$

Vízigény meghatározása:

$$4200\text{m}^3 \cdot 0,5\text{l} / \text{h} / \text{m}^3 = 2100\text{l} / \text{h} \quad (20)$$

A számítás elvégzését követően megkaptam, hogy 840-2100l vizet kell óránként kijuttatni a megfelelő páratartalom biztosításához.

A szórófej paraméterei:

A beépítésnél az alkalmazott szórófej által kijuttatott vízmennyiség 7,5l/h.

A porlasztott víz cseppmérete: $65\mu\text{m}$

Hídmenetes kivitelezésének köszönhetően meggátolja a csepegést, ami azért fontos mert ezáltal elkerülhető a vízpazarlás, illetve a nemkívánatos vízállások.

Szórófej mennyiségének meghatározása:

$$z = 1000\text{l} / 7,5\text{l} = 133,3 \approx 134 \text{ db} \quad (21)$$

A számítások alapján 134 db szórófejre van szükség.

Pénzügyi számítása:

Szórófej egységára: 189 Ft

Összköltsége:

$$189\text{Ft} \cdot 134 = 25326\text{Ft} \quad (22)$$

4.5 Automatizálás lehetőségei

A tervezet alapján beépítésre szánt megoldások automatizálási lehetőségeket hordoznak magukban. Ennek előnye az, hogy kiépítés esetén segítséget nyújthat az optimális növekedési környezet fenntartásához, illetve munkafolyamatok hatékonyságának növeléséhez. Az automatizálás révén a szenzorok monitorozzák a termelőberendezés paramétereit, illetve a vezérlőeszközöknek adatokat biztosítanak a megfelelő környezet paraméterek kialakítása, fenntartása érdekében. A fejlesztésnek köszönhetően valós időben képesek lehetünk reagálni a környezeti tényezők változására, és csökkenteni tudjuk az emberi beavatkozások szükségességét.

Ezt a témát a dolgozatomban csak felszínesen érintem. Részletesen a későbbi tanulmányaim során szeretnék vele foglalkozni.

A technológiából származó előnyöket és lehetőségeket mutatom be a következő fejezetben.

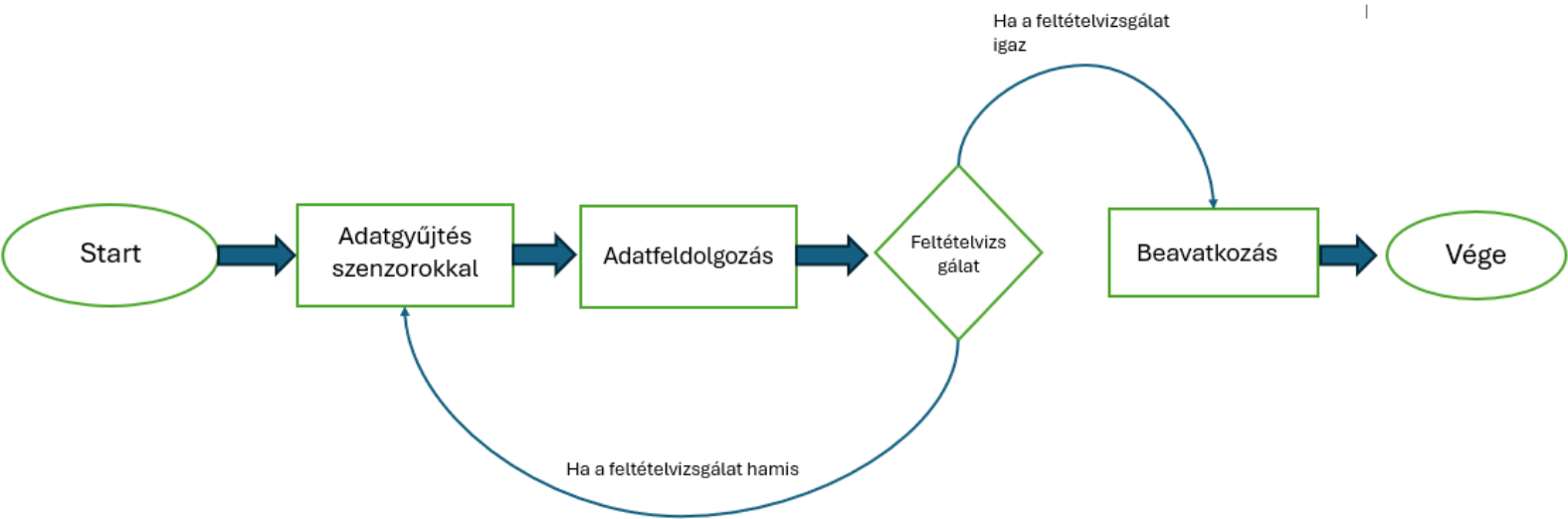
Adatgyűjtés és monitoring:

Az automatizált szenzorrendszernek köszönhetően folyamatosan gyűjthetjük, illetve elemezhetjük az adatok. Az adatok naplózása által a későbbiekben elemezhetjük az időjárási körülményeket, a hőmérséklet és a páratartalom változásait. Ez segítségünkre lehet a megfelelő termesztési stratégia kialakításában.

Az integrált rendszerek és az IoT lehetőségei:

Az integrált szenzorok és az IoT lehetőségei révén a teljes fóliasátor környezetét egy központi vezérlőrendszer segítségével lehet irányítani. Ezen típusú szenzorok folyamatosan elemzik az adatok, amit egy központi számítógépbe továbbít. Az adatok alapján képes beavatkozni, ha szükséges. Az időjárás és a szenzorok által szolgáltatott adatok ismeretében képes előrejelzéseket, ajánlásokat tenni, mint például hőségriadó idején fokozott párasítást indítani, ezzel is elkerülve a hősokkhatást.

18. ábra: Érzékelők, beavatkozók működési vázlata
(Forrás: Saját ábra)



A termelésrendszerbe implementálni kívánt szenzorok:

- Hőmérséklet
- Páratartalom
- talajnedvesség

A hőmérséklet szenzor rendszerbe építésének köszönhetően automatizálhatóvá válhat a szellőztető rendszer működése. A feladata az, hogy monitorozza a termesztőberendezésben lévő hőmérsékletet, illetve annak változását, ezáltal a vezérlőegység képes lesz ezen paraméter szabályozására úgy, hogy az előre beállított paramétertől való eltérés függvényében vezérli a szellőztetést. Ennek hatására egy pontosan szabályozott belső klíma érhető el.

A rendszerbe épített páratartalom érzékelő segítségével folyamatosan figyelemmel kísérhető a páratartalom alakulása, illetve az összegyűjtött adatok alapján automatizálhatóvá tehető a párasító rendszer üzemeltetése. Erre azért van szükség, hogy viszonylag állandó szinten tudjuk tartani a páratartalom értékét, ezzel is biztosítva a növény igényeit, és óvva a sokkhatásoktól.

A talajnedvességmérő alkalmazásával automatizálhatjuk az öntözőrendszer működését, ezzel is biztosítva a megfelelő talajnedvesség értékét, elkerülve a vízpazarlást a termesztés során. Ezzel is erőforrásokat spórolhatunk meg, illetve növelhetjük a termés hozamot, illetve a termésminőséget.

Tanulmányaim során megismerkedtem az arduino cég által gyártott és forgalmazott termékekkel és a használatukhoz szükséges programozó szoftverrel. A kínálatukban található alkatrészekből készítettem egy saját talajnedvességmérőt, melyet a gazdaságunkban meglévő hajtatóházba szeretnék beépíteni.

A működéshez szükséges programot sajátkezűleg készítettem el, és teszteltem le. Az általam megírt program a talajnedvességmérő és a számítógép közötti kapcsolatot teremti meg, és meghatározza a mérés gyakoriságát, illetve a lemért adat kiírásának formátumát.

Az általam megírt program a 16. ábrán látható.

19. ábra: Arduinoban megírt program
(Forrás: Saját ábra)

```
1 // Kapacitív talajnedvesség érzékelő szenzor teszt program
2
3 // Definiáljuk a szenzor csatlakozását az Arduino-hoz
4 #define SENSOR_PIN A0
5
6 void setup() {
7     // Kezdeti inicializáció
8     Serial.begin(9600); // Soros kommunikáció indítása 9600 baudon
9 }
10
11 void loop() {
12     // Olvassuk ki a talajnedvesség értéket a szenzorból
13     int soilMoisture = analogRead(SENSOR_PIN);
14
15     // Az olvasott értéket átalakíthatjuk a százalékos formátumba
16     // Egyedi értékcsomagolást és kalibrálást igényelhet a konkrét szenzor típus
17     // Ez a példa az analóg értéket közvetlenül kiírja
18     Serial.print("Talajnedvesség: ");
19     Serial.println(soilMoisture);
20
21     // Várunk egy kicsit, mielőtt újra olvasnánk a szenzorból
22     delay(1000); // 1 másodperc várakozás
```

4.6 Pénzügyi számítások

A teljes korszerűsítés beruházási költségének meghatározását az alábbiakban végeztem el.

Az eddigiekben részegységenként elvégeztem a költségek kiszámítását, ezeket összegzem.

11. táblázat: Korszerűsítés költségeinek tételes összegzése
(Forrás: Saját táblázat)

Tétel	Költség
Külső burkolóanyag	420 828 Ft
Belső burkolóanyag	91080 Ft
Polikarbonát	727 650 Ft
Öntözőrendszer	291 219 Ft
Ventilátorok	600 000 Ft
Bukóablakok	430 000 Ft
Szórófejek	25326 Ft
Összesen	2 586 103 Ft

A megtérülés kiszámításához először is meg kell határozni mekkora hozamnövekedés várható a korszerűsítés elvégzése után.

Az öntözés optimalizálásán köszönhetően a becsült termésnövekedés középértéke 25%.

A páratartalom szabályozása által várható termésnövekedés középértéke: 12.5%

A szellőztetőrendszer kiépítésével és optimalizálásával a várható növekedés középértéke: 17.5%

A korszerűsítés előtt a káposzta hagyományos termésátlaga $10\text{kg} / \text{m}^2$ alakult.

Öntözés optimalizálás hatására a várható termésátlag:

$$10\text{kg} / \text{m}^2 \cdot 1,25 = 12,5\text{kg} / \text{m}^2 \quad (23)$$

Páratartalom optimalizálást követően:

$$12,5\text{kg} / \text{m}^2 \cdot 1,125 = 14,06\text{kg} / \text{m}^2 \quad (24)$$

A szellőzőrendszer kiépítése és optimalizálása után:

$$14,06\text{kg} / \text{m}^2 \cdot 1,175 = 16,5\text{kg} / \text{m}^2 \quad (25)$$

Korszerűsítést megelőzően a hozam a teljes termelőberendezésben:

(26)

$$10kg / m^2 \cdot 1000m^2 = 10000kg$$

Korszerűsítés után várható hozam:

$$16,5kg / m^2 \cdot 1000m^2 = 16500kg \quad (27)$$

Összesített várható terméshozamnövekedés:

$$\frac{16500kg - 10000kg}{10000kg} \cdot 100 = 65\% \quad (28)$$

Ezt a becslést tapasztalati értékek alapján végeztem el. A pontos eredményt sok minden befolyásolhatja, például a termesztett növény fajtája, és technológia minősége.

A fejeskáposzta tavalyi tavaszi ára 160 Ft/kg volt, számoláskor ezen adat alapján számolok.

Az ár ismeretében kiszámítható a korszerűsítés hozamnövekedése Forintra vetítve.

Korszerűsítést megelőzően:

$$10000kg \cdot 160Ft/kg = 1\,600\,000 Ft \quad (29)$$

Korszerűsítés kivitelezése után várható érték:

$$16500kg \cdot 160Ft/kg = 2\,640\,000Ft \quad (30)$$

A számítások alapján kijelenthetem, hogy a beruházás évente 1.3m Ft többletet termel a gazdálkodó részére.

Ahhoz, hogy el tudjam dönteni, hogy a befektetés megtérül-e, kiszámolom a megtérülési időt, illetve összevetem a kivitelezők általi ajánlással.

$$\frac{2538103 Ft}{104000 Ft} = 2,45 \approx 3 \text{ év} \quad (31)$$

A számítások eredményeit a következő fejezetben elemzem, értékelem ki.

5. Következtetések és javaslatok

A korszerűsítési terv elkészítése után megállapítom, hogy a tervezett beruházás a megtérülési időre való tekintettel, illetve a termésátlag növekedése szempontjából gazdaságilag indokolt és ajánlott. A terv eredményeképpen nagyobb versenyelőnyt, termésminőséget és mennyiséget érhetünk el. Ezt alátámasztja az is, hogy a megvalósítást követően a számolt várható termésnövekedés értéke 65%. Az optimalizált öntöző rendszernek köszönhetően optimalizálhatjuk a vízfelhasználást, mivel célzott töre öntözés történik talajnedvességmérővel párosítva, ezáltal csökkentve a vízpazarlást. Ennek okán hosszútávon fenntarthatóbbá válik a mezőgazdasági termelés. A megfelelő szellőztetés, és páratartalom szabályozásnak köszönhetően a növények fejlődése az optimális időintervallumban marad, ezáltal az általunk termelt árú megelőzheti a versenytársakét. A rövid megtérülési időnek köszönhetően lehetőségeket biztosít további fejlesztések kivitelezésére, ezzel tovább növelve a piaci versenyelőnyt. A mesterségesen kialakított környezet szabályozórendszerekkel való ellátása segít alkalmazkodni a változó klimatikus feltételekhez, ezzel is javítva a hosszútávú fenntarthatóságot.

A beruházás megtérülését követően további fejlesztési lehetőséget javaslok a hajtatóházra. A jelenlegi terv alapján elkészült hideg hajtatóházat átalakítva meleg hajtatóházra újabb piaci térnyerést eredményezhet. A **fűtési rendszer** kiépítése által évszaktól függetlenül megvalósítható a növénytermesztés, ezáltal is növelve a hajtatóház kihasználtságát. Ez a fajta termelési mód a folyamatos termelésnek köszönhetően nagyobb hasznot termel, ezzel is biztosítva a gyors megtérülést. A fűtési megoldásnak köszönhetően többfajta növény termesztésére adódik lehetőség, így növelve a piaci biztonságot. A fűtés kiépítése magas bekerülési költségekkel rendelkezik, tekintettel arra, hogy Magyarországon hosszútávú termelés mellett is csak a termálvizes fűtőrendszer kiépítése térül meg. Az **öntözés** magasabb szintű optimalizálása érdekében ajánlott lehet a talaj hidraulikus vezetőképességét megvizsgálni. Effajta vizsgálatot nem szükséges sűrűn elvégezni, elegendő 3-5 évente. A fólia sátrak esetében ez az intervallum 1 évre csökken, mivel intenzív termelést végzünk a fóliasátorban. Ennek következtében a talajszerkezetben gyorsan következnek be változások a gyakori trágyázások, illetve a talajcsere miatt.

6. Összefoglalás

A szakdolgozatom témája a gazdaságunkban működő hajtatóház elméleti korszerűsítése és fejlesztése. A korszerűsítési tervet úgy alakítottam ki, hogy a termesztésre szánt növény igényeinek a maximális kielégítésére alkalmas legyen, illetve további fejlesztési lehetőségeket hordozzon magában, ezzel is tovább növelve a kihasználhatóságát. A tervezés első szakaszában a hajtatóház burkolóanyagát választottam meg, amit a fóliák különböző műszaki paraméterei alapján tettem meg. A növény igényei és termelési időszakára tekintettel az időjárási adatok elemzésével eldöntöttem, hogy szükséges belső fóliaréteg alkalmazása a megfelelő hőmérséklet fenntartása érdekében. Az időtállósága és hőszigetelő tulajdonságai miatt az oldalfalakat polikarbonát réteggel vontam be. A burkoló anyagok megválasztása után az öntözőrendszer kiépítését terveztem meg, illetve a rendszer táplálásához szükséges szivattyú megválasztását végeztem el. Ezek után került sor a szellőztetőrendszer megtervezésére, amit a növény légcseréigényére alapozva végeztem el. A rendszer ventilátorokból és tetőszellőző rendszer tervezéséből tevődik össze. A rendszert úgy terveztem meg, hogy szabályozható legyen, ezáltal más növények igényeit is képes legyen kielégíteni, ezzel is megadva a lehetőséget a változatos termelésre. A terv további szakaszában a megfelelő páratartalom biztosításához szükséges rendszert terveztem meg a növény igényeit és a termesztőberendezés térfogatát figyelembe véve. Ezen rendszerek megtervezése után rátértem az automatizálási lehetőségekre. Az összes tervezett fejlesztést úgy végeztem el, hogy bármikor automatizálható legyen. A pénzügyi számításokat részegységenként elvégeztem, ezáltal könnyen eldönthető, hogy mely fejlesztéseket szeretnénk elsősorban elvégezni, ha nincsen megfelelő mennyiségű alaptőkénk a teljes beruházás kivitelezésére. A tervezet végén kiszámítottam a teljes beruházás költségét. A korszerűsítéstől várt terméshozam növekedést részegységenként kiértékeltem, ezután a megfelelő számítások elvégzése után meghatároztam az összesített várható termésnövekedés értékét %-ban kifejezve. Ezután meghatároztam a termésmennyiség változását a korszerűsítés után a hajtatóházban, és összehasonlítottam a korszerűsítés előtti adatokkal. Ezeknek az adatoknak a birtokában már meg tudtam határozni a megtérülési időt. A pénzügyi számítások elvégzése után eldöntöttem, hogy a korszerűsítést érdemes-e megvalósítani. Ezt követően levontam a megfelelő konklúziót, és ajánlást tettem további korszerűsítési megoldások létesítésére és annak következményeire.

8. Summary

The subject of my thesis is the theoretical modernisation and improvement of the folding house on our farm. The modernisation plan was designed to meet the needs of the crop to be grown to the maximum and to offer further possibilities for improvement, thus increasing its utilisation. In the first stage of the design, I chose the envelope material for the propagator, based on the different technical parameters of the films. With regard to the needs of the plant and its production season, I decided, by analysing the weather data, that it was necessary to use an inner layer of foil to maintain the right temperature. For its durability and thermal insulation properties, I covered the side walls with a polycarbonate layer. After choosing the covering materials, I designed the irrigation system and the pump to feed it. Then the ventilation system was designed based on the air exchange requirements of the plant. The system consists of fans and a roof ventilation system. The system was designed to be controllable to meet the needs of other crops, thus giving the possibility of diversified production. At a later stage of the design, I designed the system needed to ensure adequate humidity, taking into account the needs of the plant and the volume of the growing equipment. After designing these systems, I turned to the automation options. All the planned improvements have been made so that they can be automated at any time. The financial calculations have been done on a unit-by-unit basis, so that it is easy to decide which improvements we want to make first if we do not have sufficient funds to carry out the entire investment. At the end of the draft, I have calculated the cost of the total investment. The expected yield increase from the upgrading was evaluated on a unit by unit basis, and then, after making the appropriate calculations, the total expected yield increase was determined in %. I then determined the change in yield after upgrading in the greenhouse and compared it with the data before upgrading. With this data, I was able to determine the payback period. After making the financial calculations, I decided whether the modernisation was worthwhile. I then drew the appropriate conclusions and made a recommendation for further modernisation solutions and their consequences.

9. Irodalomjegyzék

- Dr. Tamás János: Precíziós mezőgazdaság/2001/Budapest/Szaktudás Kiadó Ház
- M. J. Burdett: Greenhouse Design and Control: An Introduction
- M. S. M. Sharif: Energy-efficient Greenhouses: A Guide to the Design and Operation of Greenhouses
- A. R. Rezeq, G. R. Al-Jalil: Improving the Performance of Greenhouses
- M.C.H.M. Vaes, L.K.Z.S.G Gomes: Sustainable Greenhouse Technologies
- Dr. J.S.P.H.N. Lee: Innovations in Greenhouse Technology and Management

- http1: Dr. Kovács András, Tóthné Taskovics Zsuzsanna: Korszerű zöldségfajtatás c. tantárgy jegyzet/2016/(2024.10.26)
https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/03/17/42/dd/1/Korszeru_zoldseghajtatás.pdf

- http2: Prof. Dr. Boros Anita: Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások/2023/Gödöllő/(2024.10.26)
<https://korforgas.uni-mate.hu/documents/3045980/0/MATE-KGEK+-+2023-02+VL+Precíziós+MG.pdf/73c8a9ae-ae89-1612-c29c-b2d2e331e666?t=1682348604228>

- http3: Téglá Zsolt: Üzemi méret és energiaköltség a zöldségfajtatásban/2010/(2024.10.26)
<https://ageconsearch.umn.edu/record/99083/?v=pdf>

- http4: dr. Glits , Márton dr. Gólya , Elek dr. Gyúró , János dr. Győrfi , Júlia dr. Hodossi , Sándor dr. Holb , Imre Hráskó Istvánné dr. , dr. Kovács , András Kovácsné dr. Gyenes , Melinda Nagy Győzőné , dr. Nagy , József Némethy Zoltánné dr. , dr. Ombódi , Attila dr. Péntes , Béla dr. Slezák , Katalin Szöriné Z. , Alicja dr. Terbe , István dr. Zatykó , Ferenc: Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben/2005/(2024.11.09)
https://www.exkalapalatt.info/wp-content/uploads/2015/09/2011_0001_521_zoldsegtterm_termberben.pdf

- http5: Téglá Zsolt: A zöldségfajtatás méretökonomiai kérdései/2009/Gödöllő/(2024.11.09)
https://archive2020.szie.hu/file/tti/archivum/Tegla_Zsolt_ertekezes.pdf

- http6: Élő Gábor, Szármes Péter: Kockázatminimalizálás IoT-és Big Data-technológiákkal agrárgazdasági példán/(2024.11.01)
<https://bankszovetseg.hu/Public/gep/2016/77-98%20elo-szarmesuj.pdf>
- http7: Dr. Molnár Tamás Géza: Növényházak létesítése
1.Olasólecke/2016/Szeged/(2024.11.10)
https://eta.bibl.u-szeged.hu/5041/1/EFOP343_AP6_MGK_olasolecke_Molnar_Tamas_Geza_Olasolecke1_2021.02.16..pdf
- http8: I.sz: A növényház létesítményei és a termesztés gépei/(2024.11.10)
<https://adoc.pub/queue/nvenyhaz-szerkezeti-elemei.html>
- http9: Takácsné dr. Hájos Mária, Zsiláné André Anikó, Dr. Csihon Ádám, Dr. Rakonczás Nándor: Kertészeti alapismeretek 1-2/2018/Debrecen/(2024.06.18)
<https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/ebe2424a-b33e-476e-a698-e22430181b18/content>
- http10: MetNet Hungary Kft.
<https://www.metnet.hu/napi-adatok?sub=4&pid=15255&date=2024-03>
- http11: Erdődi Péter: Aktuális téma a tetőszellőztetés/2018/2024.11.07)
<https://magazin.fruitweb.hu/aktualis-tema-a-tetoszelloztetes/>
- http12: Agrowstore Hungary Kft: Légtechnikai megoldások a növénytermesztésben/2024/
<https://agrowstore.hu/agrowstore-blog/legtechnikai-megoldasok-a-novenytermesztésben>
- http13: Mattara Chalill Subin, Snehaunshu Chowdhury, Ramanujam Karthikeyan: A review of upgradation of energy-efficient sustainable commercial greenhouses in Middle East climatic conditions/2021/2024.11.10)
<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2021-0017/html>

- http14: I.sz: The dawn of agriculture/2016

<https://en.khanacademy.org/humanities/world-history/world-history-beginnings/birth-agriculture-neolithic-revolution/a/where-did-agriculture-come-from>

Táblázat jegyzék:

1. táblázat: Fóliasátrak jellemző adatai Magyarországon.....	8
2. táblázat: Az üvegházak jellemző adatai Magyarországon	9
3. táblázat: TVK fólia műszaki paraméterei.....	25
4. táblázat: Izraeli fólia műszaki paraméterei	25
5. táblázat: Belső fólia műszaki paraméterei.....	28
6. táblázat: Az öntözőszalag műszaki paraméterei.....	32
7. táblázat: Ventilátor árak alakulása	38
8. táblázat: Szellőzőablak áralakulása konstrukció függvényében	40
9. táblázat: Korszerűsítés költségeinek tételes összegzése	46

Ábrajegyzék:

1. ábra: Hazai termőterületek felosztása művelési áganként	5
2. ábra Hazai zöldség-gyümölcs termelés területi megoszlása	5
3. ábra: A precíziós mezőgazdaság előnyei, korlátjai, kihívásai	12
3. ábra: A precíziós mezőgazdaság előnyei, korlátjai, kihívásai	12
4. ábra: Okos mezőgazdasági termelés elemei.....	14
4. ábra: Okos mezőgazdasági termelés elemei.....	14
5. ábra: A modern technológia térnyerését meghatározó tényezők a mezőgazdaságban	15
5. ábra: A modern technológia térnyerését meghatározó tényezők a mezőgazdaságban	15
6. ábra: 2022.március minimális hőmérséklet alakulása	27
7. ábra: 2023.március minimális hőmérséklet alakulása	27
8. ábra: 2024.márciusi minimális hőmérséklet alakulása	28
9. ábra: A burkolni kívánt felület	30
10. ábra: Az öntözés kiépítése szempontjából vizsgált terület	31
11. ábra: A választható főnyomócső méretei	34
12. ábra: Főnyomócső műszaki paraméterei.....	35
13. ábra: Szivattyú műszaki paraméterei	36
14. ábra: Tetőszellőző működési vázlata	39
15. ábra: Érzékelők, beavatkozók működési vázlata.....	43
16. ábra: Arduinoban megírtt program	45

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Rálik Medárd
A Hallgató Neptun kódja: A7J1NC
A dolgozat címe: Hajtatóház elméleti fejlesztése, korszerűsítése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024. November 6.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Rálik Medárd (A7J1NC) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2024. November 7.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.