

Praca magisterska na temat:

Badanie szklarni 4-ej generacji typu Venlo,
jako obiektu regulacji w celu optymalizacji
systemu doświetlenia roślin w okresie
produkcyjnym

Praca wykonana pod kierunkiem
dr hab. inż. Pawła Obstawskiego
docent, dr inż. Volodymyr Reszetiuk

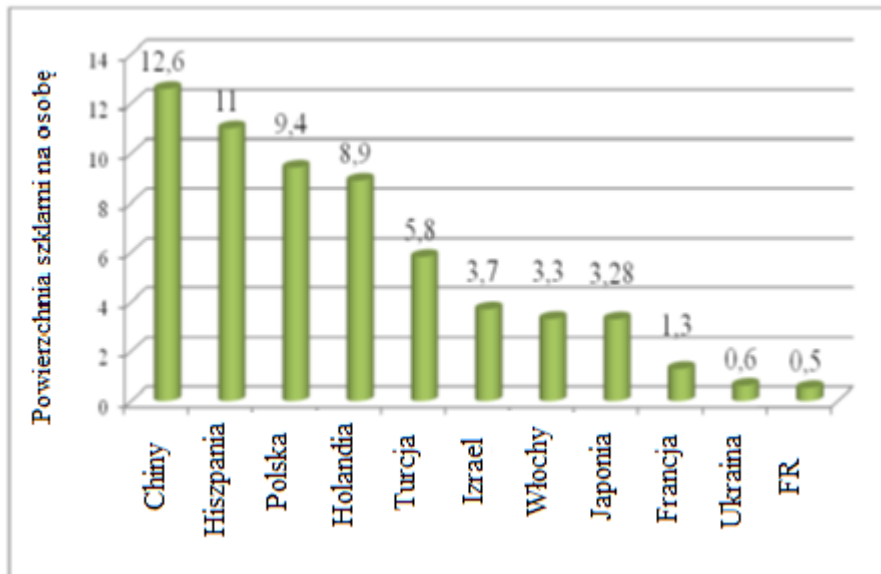




Aktualność pracy

Szklarnie - to najdoskonalszy rodzaj konstrukcji zamkniętej gleby. Głównym zadaniem takich konstrukcji jest kontynuacja wegetacji lub całorocznego wzrostu roślin, co osiąga się poprzez stworzenie pożądanego mikroklimatu.

Ostatnio zwiększył się poziom technologiczny i techniczny takich budynków.



Jednak obecny poziom zużycia energii niezbędny do uprawy w szklarniach w agrokompleksie na Ukrainie znacznie przekracza wielkość produkcji w rozwiniętych krajach świata.

Rozwiązanie tego problemu wymaga znalezienia sposobów na wykonanie dwóch zadań: zmniejszenie kosztów energii i zwiększenie wydajności zakładu.

Dane porównawcze dotyczące powierzchni szklarni na osobę na Ukrainie i w innych krajach



Cel i zakres pracy

Głównym celem badań jest optymalizacja procesu produkcji warzyw w obiektach szklarniowych. Zapewnienie odpowiedniego mikroklimatu generuje koszty, które w znaczący sposób wpływają na wielkość produkcji oraz cenę produktu. W celu obniżenia kosztów produkcji należy dokonać optymalizacji algorytmu regulacji mikroklimatu w szklarni.

Zakres pracy:

- porównanie spektrum oraz technicznych i ekonomicznych cech lamp LED i lamp sodowych jako sposobu oświetlenia roślin podczas okresu produkcyjnego;
- opracowanie funkcjonalnego systemu oświetlenia ASK w szklarni;
- opracowanie algorytmu sterowania układem oświetlenia roślin w szklarni;
- wybierać i opisywać urządzenia pomocnicze i urządzenia kontrolne w szklarni;



Identyfikacja klimatu i terytorialna lokalizacja eksperymentalnej szklarni naukowego i praktycznego centrum technologii szklarniowych

Szklarnia blokowa 4 generacji typu "Venlo", wysokość - 4,5 m.



- Strefa klimatyczna: wschodnia Polisia Ukrainy
- Średnie roczne opady: 630 mm
- Średnia roczna temperatura powietrza:
 - Izoterma lipca (+19 ° C)
 - Izoterma stycznia (-6 ° C)
- Całkowite roczne promieniowanie słoneczne (w umiarkowanych warunkach zachmurzenia) - 4000 MJ/m²
- Ilość światła słonecznego w ciągu roku wynosi 1800 godzin

Nowoczesny sprzęt holenderski
Firma Hoogendoorn

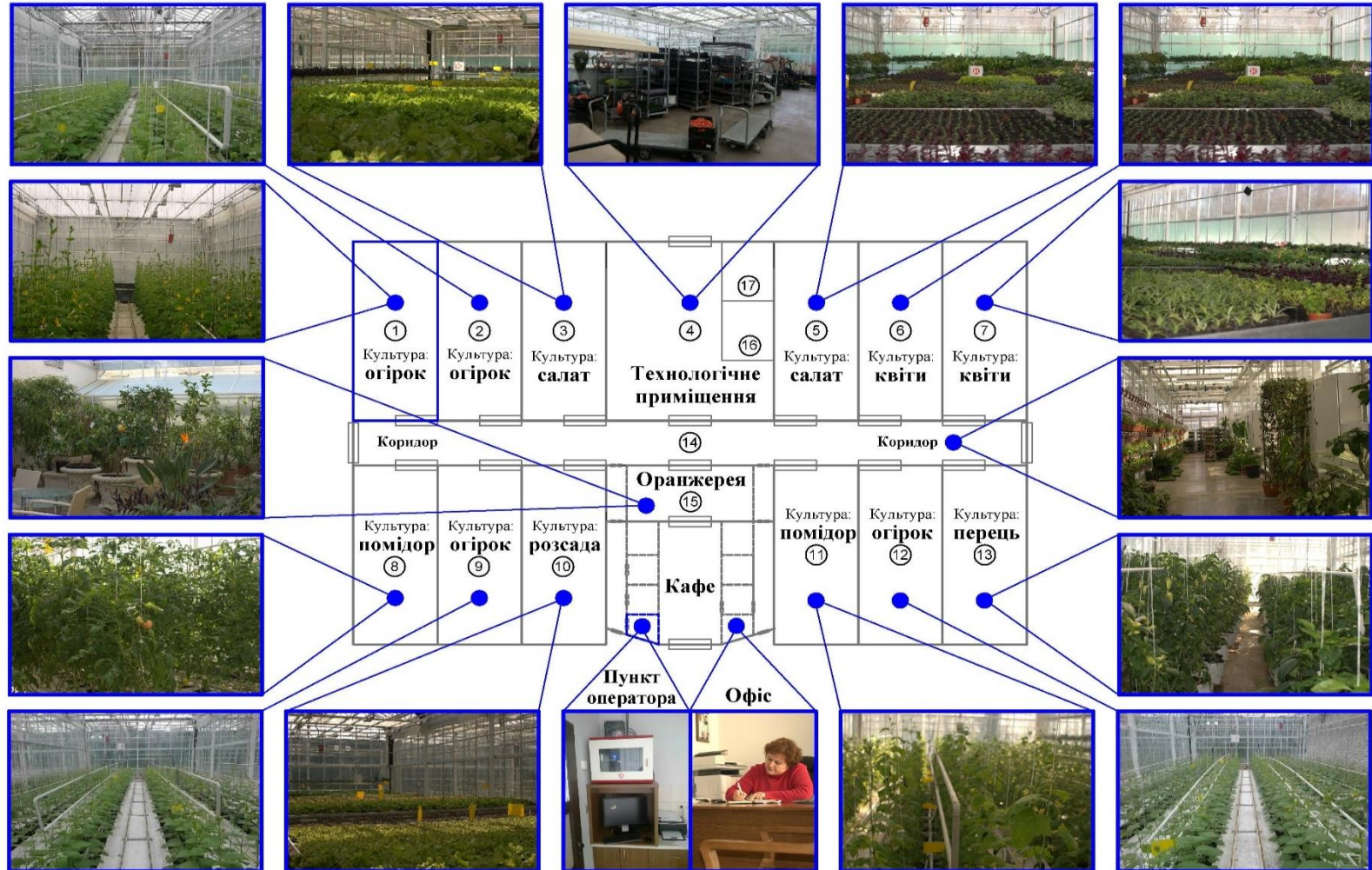
Wieś Novy Petrovtsi, Vyshgorod district
Region Kijów





Plany umieszczania sekcji szklarniowych na obiekcie badawczym

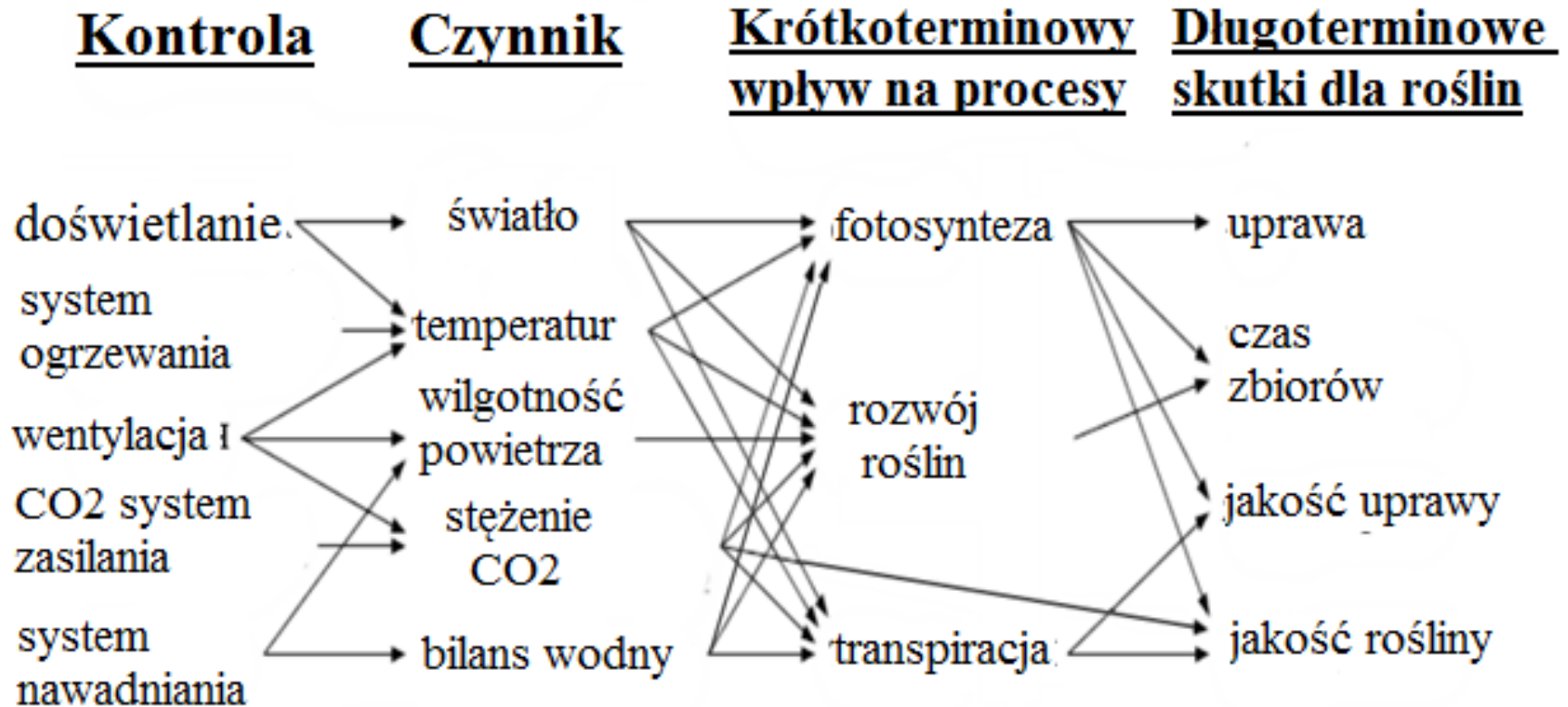
Całkowita powierzchnia szklarni $S=2\,464\text{ m}^2$



Obszar eksperymentalnej szklarni $S=144\text{ m}^2$



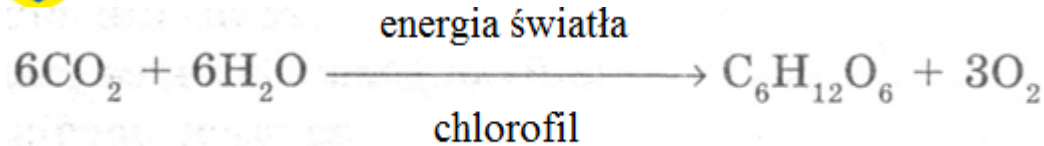
Interakcja między czynnikami morfologicznymi rośliny a parametrami mikroklimatu w szklarni





Podstawowe procesy fizjologiczne roślin

Fotosynteza



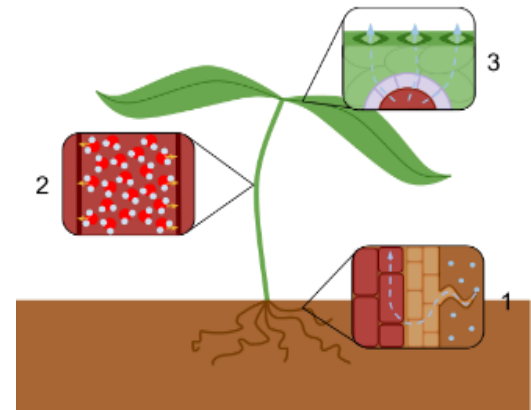
Substancje organiczne (cukry-> skrobia) - powstałe w wyniku fotosyntezy stanowią 95% całkowitej masy upraw.



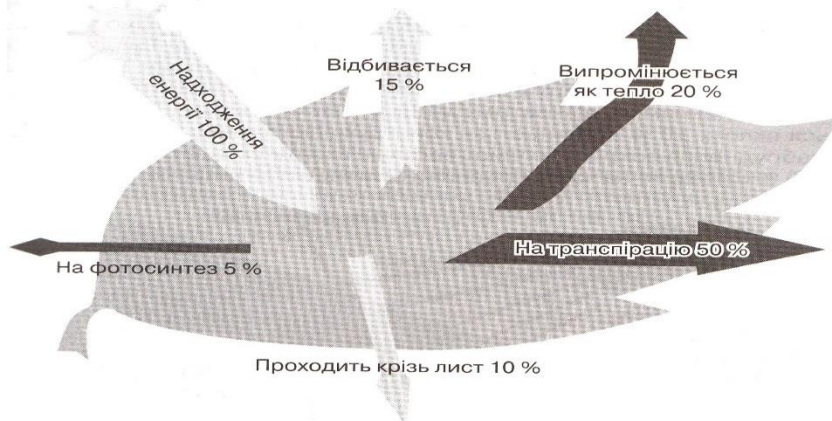
Транспирація

odparowanie wody z powierzchni rośliny, która następuje przez szparki (liść - główny narząd transpiracji).

Jedna roślina ogórka szklarniowego w okresie owocowania dziennie odparowuje 1,2-1,5 litra wody.



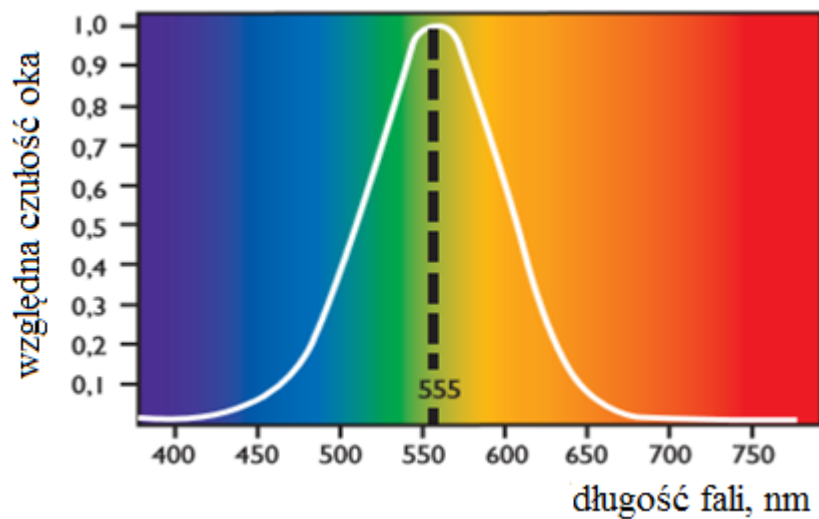
Wykorzystanie energii świetlnej przez roślinę



Podczas odparowywania nadmiaru wody wykorzystywana jest również energia, ale w tym okresie rośliny zatrzymują wzrost i rozwój, co negatywnie wpływa na plony.

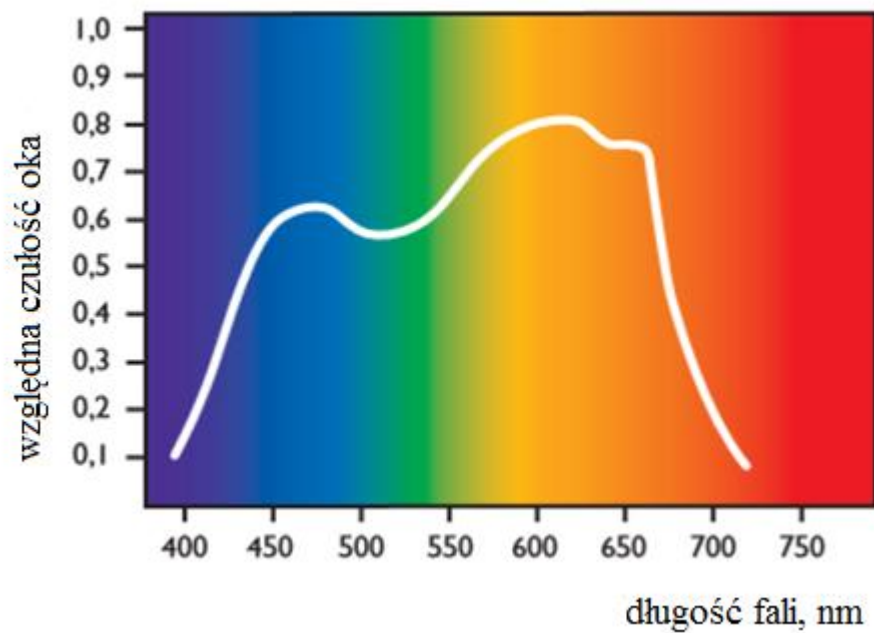


Światło dla wzrostu



Krzywa światłoczułości oka ludzkiego

Krzywa typowego spektrum światła dla roślin





Konwersja liczby fotonów – mikromoli na metr kwadratowy na sekundę ($1 \mu\text{Mol}/\text{m}^2$) z FAP, energią i Luks (Lk)

$$1 \mu\text{Mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s} = 0,22 \text{W}/\text{m}^2 (\text{FAP}) = 0,43 \text{W}/\text{m}^2 (\text{energia}) = 56 \text{Lk}$$

$$1 \text{W}/\text{m}^2 (\text{FAP}) = 4,6 \mu\text{Mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s} = 2 \text{W}/\text{m}^2 (\text{energia}) = 260 \text{Lk}$$

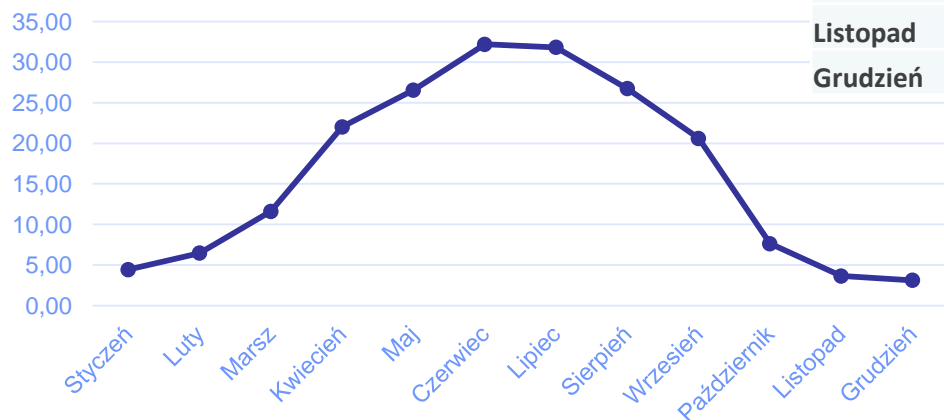
$$1 \text{W}/\text{m}^2 (\text{energia}) = 2,3 \mu\text{Mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s} = 0,5 \text{W}/\text{m}^2 (\text{FAP}) = 130 \text{Lk}$$



Światło w szklarni

Kijów	Czwarta strefa światła 2017				
	Miesiący	Iluminacja, J/cm ²	Średni czas dnia, godziny	Suma promieniowania w J, dzień	W szklarni, Mole / dzień
	Styczeń	9498	8,53	0,28	4,44
	Luty	12959	10,09	0,35	6,48
	Marsz	24834	11,95	0,39	11,61
	Kwiecień	45587	13,83	0,46	22,02
	Maj	56833	15,53	0,50	26,57
	Czerwiec	66645	16,42	0,55	32,19
	Lipiec	68074	15,94	0,51	31,82
	Sierpień	57173	14,40	0,46	26,73
	Wrzesień	42667	12,57	0,42	20,61
	Październik	16334	10,68	0,34	7,64
	Listopad	7558	8,97	0,30	3,65
	Grudzień	6682	8,05	0,26	3,12

Oświetlenie, Mole/dzień





Lampy sodowe wysokiego ciśnienia

Zalety :

- opłacalność
- długowieczność
- wysoka wydajność świetlna
- widmo jest bliskie do światła słonecznego
- wysoka wydajność

Wady:

- silne ciepło
- niebezpieczny
- praca urządzeń zależy od napięcia
- powtórz opóźnienie





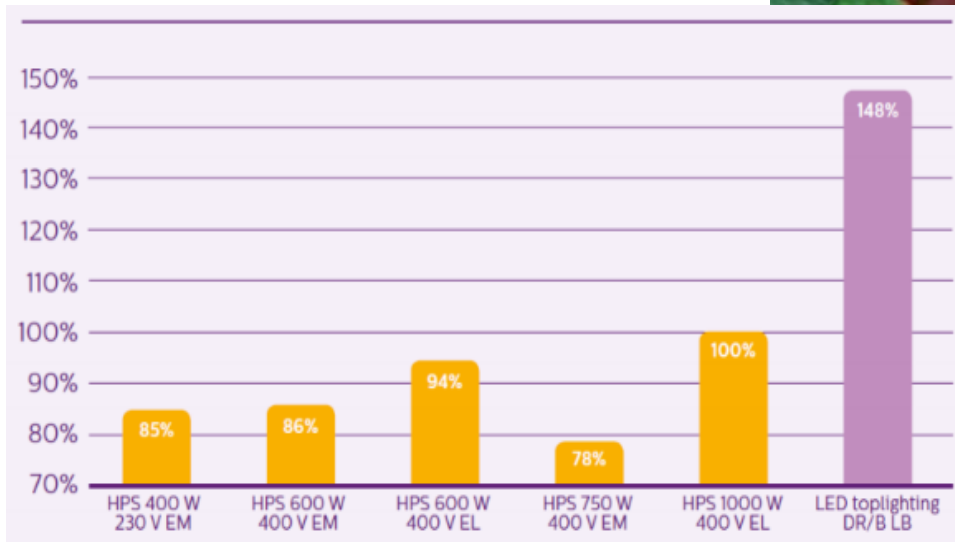
LED lampy

Zalety:

- Łatwy w użyciu
- Długowieczność
- Wydajność
- Nie podgrzewaj
- Ekonomiczny w użyciu
- Zmienność użytkowania

Wady:

- Wysoka cena
- Mały kąt rozpraszania światła
- Degradacja lekkich elementów





05.12.2014



11.12.2014



16.12.2014



19.12.2014



20.12.2014



21.12.2014



UCD



HPS



UCD



HPS



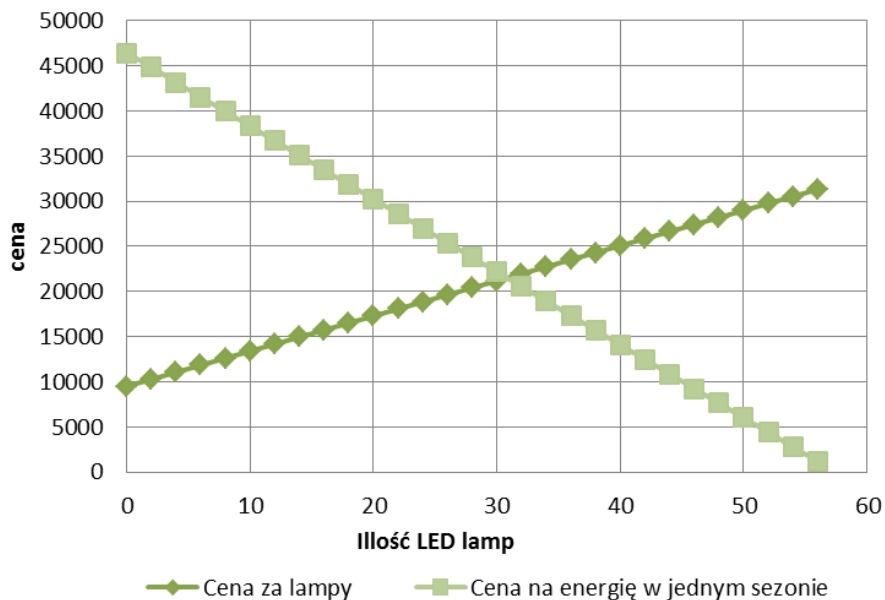
UCD



HPS

144m ²											
Liczba lamp LED	Cena za lampę LED	LED kWt	Liczba lamp sodowych	Cena za lampę sodę	Lampę sodę kWt	Cena za lampy	LED i sodę kWt	Cena kWt	Czas użytkowania lampy	Cena na energię w jednym sezonie	Całkowite wydatki na sezon przedszkolny
0	0	0	28	9492	11,2	9492	11,2	2,05	2020	46379,2	55871,2
2	1118	0,036	27	9153	10,8	10271	10,836	2,05	2020	44871,88	55142,876
4	2236	0,02	26	8814	10,4	11050	10,42	2,05	2020	43149,22	54199,22
6	3354	0,03	25	8475	10	11829	10,03	2,05	2020	41534,23	53363,23
8	4472	0,04	24	8136	9,6	12608	9,64	2,05	2020	39919,24	52527,24
10	5590	0,05	23	7797	9,2	13387	9,25	2,05	2020	38304,25	51691,25
12	6708	0,06	22	7458	8,8	14166	8,86	2,05	2020	36689,26	50855,26
14	7826	0,07	21	7119	8,4	14945	8,47	2,05	2020	35074,27	50019,27
16	8944	0,08	20	6780	8	15724	8,08	2,05	2020	33459,28	49183,28
18	10062	0,09	19	6441	7,6	16503	7,69	2,05	2020	31844,29	48347,29
20	11180	0,1	18	6102	7,2	17282	7,3	2,05	2020	30229,3	47511,3
22	12298	0,11	17	5763	6,8	18061	6,91	2,05	2020	28614,31	46675,31
24	13416	0,12	16	5424	6,4	18840	6,52	2,05	2020	26999,32	45839,32
26	14534	0,13	15	5085	6	19619	6,13	2,05	2020	25384,33	45003,33
28	15652	0,14	14	4746	5,6	20398	5,74	2,05	2020	23769,34	44167,34
30	16770	0,15	13	4407	5,2	21177	5,35	2,05	2020	22154,35	43331,35
32	17888	0,16	12	4068	4,8	21956	4,96	2,05	2020	20539,36	42495,36
34	19006	0,17	11	3729	4,4	22735	4,57	2,05	2020	18924,37	41659,37
36	20124	0,18	10	3390	4	23514	4,18	2,05	2020	17309,38	40823,38
38	21242	0,19	9	3051	3,6	24293	3,79	2,05	2020	15694,39	39987,39
40	22360	0,2	8	2712	3,2	25072	3,4	2,05	2020	14079,4	39151,4
42	23478	0,21	7	2373	2,8	25851	3,01	2,05	2020	12464,41	38315,41
44	24596	0,22	6	2034	2,4	26630	2,62	2,05	2020	10849,42	37479,42
46	25714	0,23	5	1695	2	27409	2,23	2,05	2020	9234,43	36643,43
48	26832	0,24	4	1356	1,6	28188	1,84	2,05	2020	7619,44	35807,44
50	27950	0,25	3	1017	1,2	28967	1,45	2,05	2020	6004,45	34971,45
52	29068	0,26	2	678	0,8	29746	1,06	2,05	2020	4389,46	34135,46
54	30186	0,27	1	339	0,4	30525	0,67	2,05	2020	2774,47	33299,47
56	31304	0,28	0	0	0	31304	0,28	2,05	2020	1159,48	32463,48

Uzależnienie ceny zużytej energii i wydane na zakup lamp od ich liczby

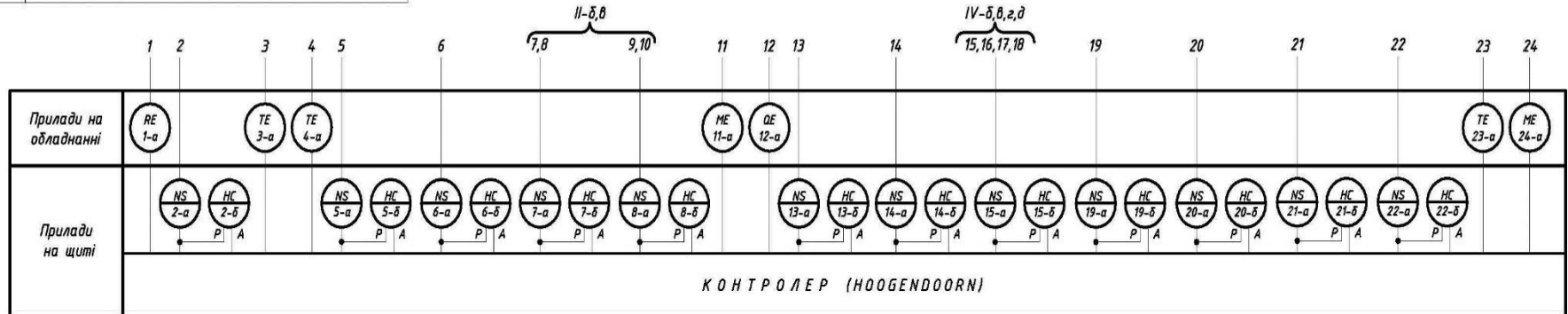
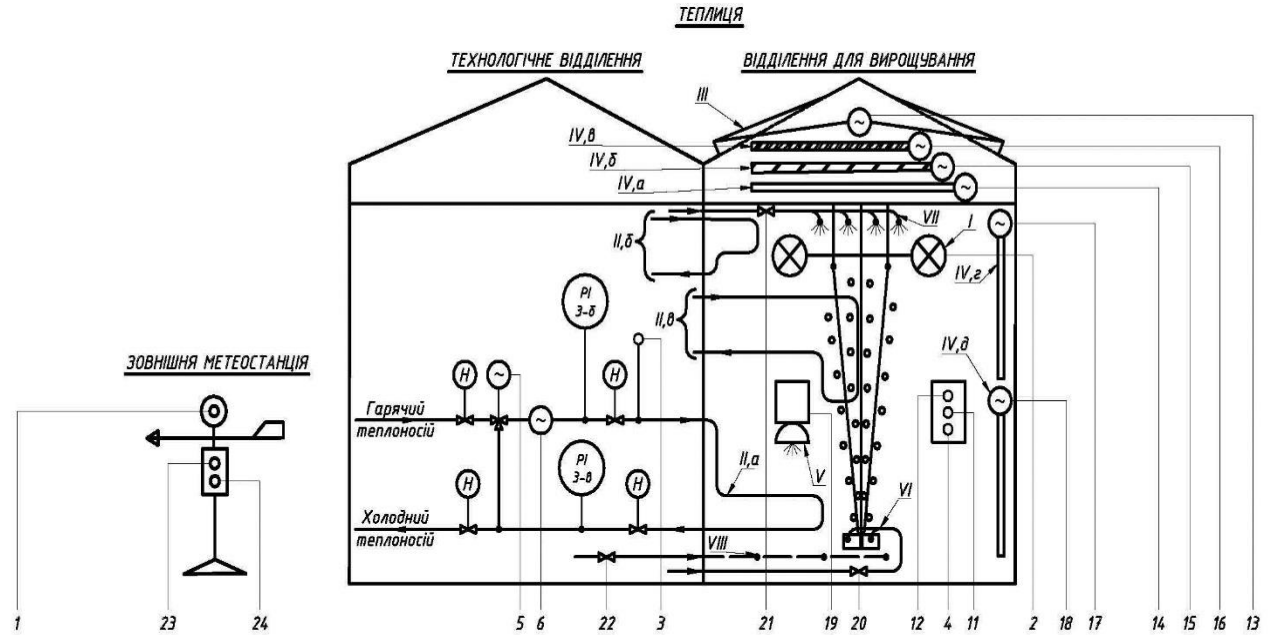


Obliczanie optymalnej wymiany lamp sodowych na lampy LED



Schemat funkcjonalny automatyzacji procesów technologicznych kompleksu elektrotechnicznego szklarni

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ	
I	Досвічування
II	Обігрів:
	а - нижній
	б - верхній
	в - вегетативний
III	Вентиляція
IV	Зашторювання:
	а - енергозберігаючі штори
	б - притіняючі штори
	в - темні штори
	г - бокові штори-1
	д - бокові штори-2
V	Знезаражування (випаровання сірки)
VI	Полив (капельний)
VII	Зволоження (туманна система)
VIII	Подача CO ₂





Проект контролю мікрокліматом в теплиці

Стационарна система Hoogendoorn
для контролю метеорологічних
параметрів та управління
технологічними процесами в теплиці

Вимірювальний електротехнічний комплекс
для досліджень біометричних параметрів
рослини та параметрів мікроклімату в теплиці

ІНТЕРНЕТ

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАН РОСЛИНИ

Теплиця
відділення для вирощування

температура
освітленість
вологість

температура
вологість
T °C

Зовнішня метеостанція

**Внутрішній
метеобокс**

LED

Сенсор рівня освітленості

Сенсор рівня CO2 в повітрі

**Сенсор вологості
і температури повітря**

**Сенсор температури
грунту**

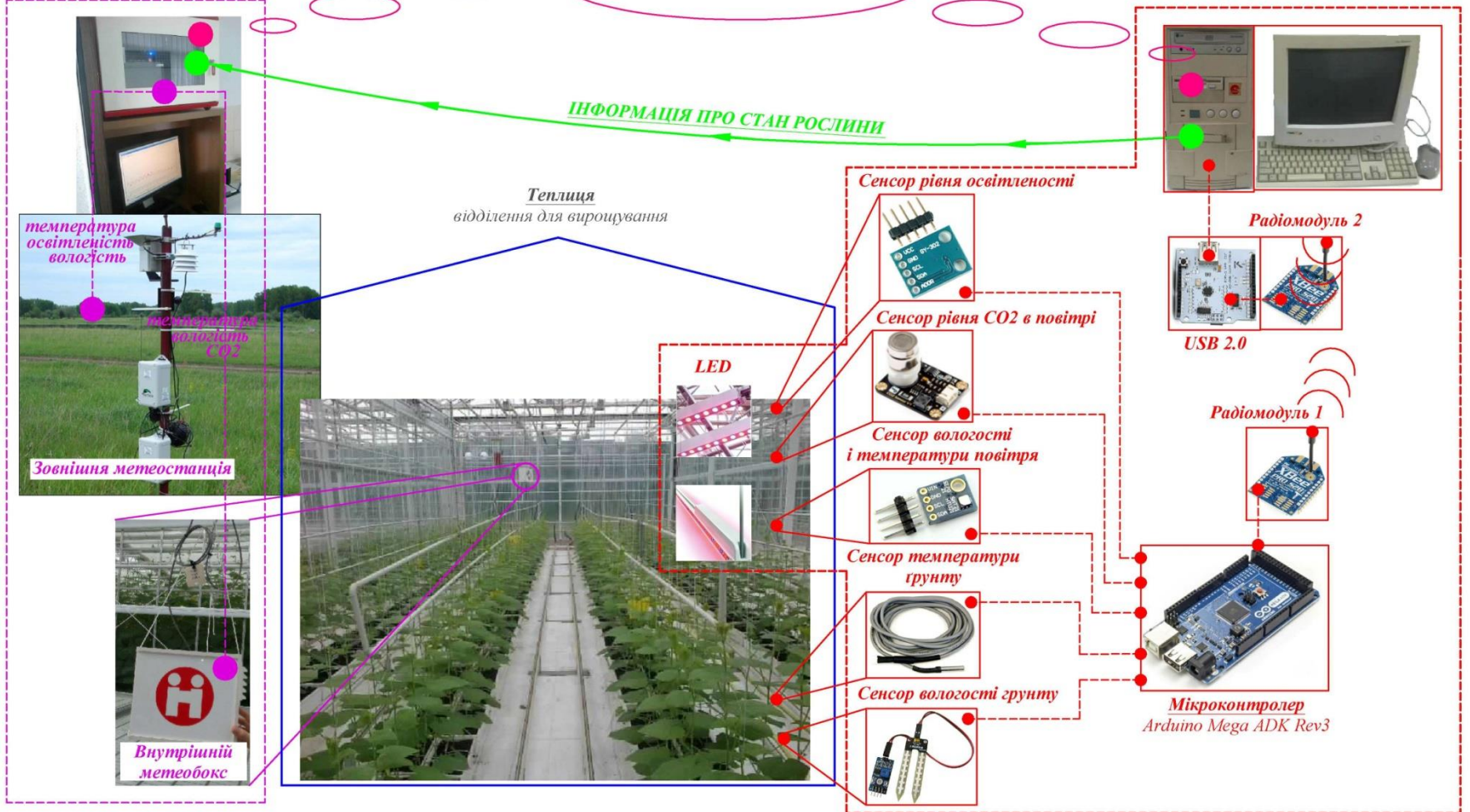
Сенсор вологості ґрунту

Радіомодуль 2

USB 2.0

Радіомодуль 1

**Мікроконтролер
Arduino Mega ADK Rev3**





Oprogramowanie-sprzętowa implementacja zarządzania systemem

Mikrokontroler Arduino MEGA ADK

Charakterystyka:

- mikrokontroler - ATmega2560
- Napięcie robocze - 5V
- Zasilanie - 7-12V
- Cyfrowe wejścia / wyjścia - 54
- Wejścia analogowe - 16
- Pamięć flash ma 256 KB
- SRAM - 8KB
- EEPROM - 4 KB
- Częstotliwość zegara to 16 MHz



Środowisko oprogramowania

```
Файл Правка Эскиз Инструменты Помощь
neskolko_datchikov
#include "DHT.h"
#include "Wire.h"
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <BH1750.h>

int sensorPin = A0;
int sensorValue = 0;

int rainSensePin= 1; // аналоговый вход 1 для сигнала
int rainSensePin2= 2; // аналоговый вход 2 для сигнала
int alertPin= 21; // цифровой выход 21 - для сигнала
int curCounter= 0;

#define DHTPIN 22
#define DHTPINa 23
#define DHTPINb 24
#define DHTPINc 25
#define DHTPINd 26

Arduino Mega ADK on COM5
```

Fragment strumienia dane z archiwum

```
Database.txt - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Terminal log file
Date: 30.12.2015 - 12:16:30

Tuesday 15.03.2016 -- 15:02:55

Soil temperature1: 22.75 °C
Soil temperature2: 20.94 °C
Soil temperature3: 22.31 °C
Soil temperature4: 22.56 °C
Soil temperature5: 19.25 °C
Soil temperature6: 21.56 °C
Soil temperature7: 21.00 °C
Soil temperature8: 19.81 °C

Soil humidity 1: 87 %
Soil humidity 1: 85 %

Light: 13744 lx

Air temperature 1: 25.10 °C
Air temperature 2: 26.30 °C
Air temperature 3: 24.90 °C
Air temperature 4: 24.80 °C
Air temperature 5: 25.70 °C
Air temperature 6: 24.60 °C
Air temperature 7: 26.50 °C
Air temperature 8: 23.90 °C

Air humidity 1: 79.60 %
Air humidity 2: 76.70 %
Air humidity 3: 79.20 %
```





WNIOSKI

1. W trakcie pracy opis i dalsze porównanie spektrum i charakterystyki technicznej dwóch rodzajów lamp do oświetlania lamp szklarniowych LED i sodu
2. Opracowano schemat funkcjonalny systemu automatycznej kontroli oświetlenia w szklarni,
3. Modele sterowania i oświetlenia mikroklimatu w szklarni zostały uznane i wybrane jako jeden z jego parametrów,
4. Wybrano i opisano urządzenia wspomagające i sterujące,
5. Oblicza się i uzasadnia bardziej ekonomiczny system oświetlenia szklarniowego.

A large indoor greenhouse with rows of green plants and overhead lighting. The structure is made of a complex metal frame with a blue-tinted glass or plastic covering. Numerous bright lights are suspended from the ceiling, illuminating the plants. The plants are arranged in neat rows, filling the lower half of the frame. The overall atmosphere is one of a modern, controlled agricultural environment.

Dziękuję za uwagę