

Rafał NOWAK\*  
Aleksandra PIETRASZ\*  
Grzegorz TRZMIEL\*

## STEROWANIE I WIZUALIZACJA PROCESÓW OŚWIECZENIA I NAWODNIENIA OGRODU – CZĘŚĆ 1

W pracy odniesiono się do przedstawienia projektu zintegrowanego systemu oświetlenia i nawadniania ogrodowego z wykorzystaniem sterownika PLC i jego wizualizacji. We wstępie wspomniano pokrótce historię sterowników oraz opisano oprogramowanie SCADA. W dalszej części przedstawiono założenia projektowe, opis działania oraz elementy składowe. Opisano także wykonany na potrzeby projektu algorytm sterowania, program dla wybranego sterownika oraz wizualizację przygotowaną w programie VijeoCitect. Na końcu podsumowano projekt oraz opisano możliwości jego rozwoju.

SŁOWA KLUCZOWE: sterowanie, wizualizacja, system SCADA, sterownik PLC

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Historia PLC

Sterowniki PLC (z ang. *Programmable Logic Controllers*) zostały zastosowane po raz pierwszy w amerykańskim przemyśle samochodowym w latach 60-tych XX wieku, zastępując stycznikowe układy sterowania logicznego. Wraz z upływem czasu i rozwojem poprzez wyposażanie ich w wydajniejsze układy mikroprocesorowe, wzrost ilości pamięci i liczby modułów I/O, znalazły one zastosowanie w układach szeroko rozumianej automatyki przemysłowej [2, 5, 7].

#### 1.2. Wizualizacja

SCADA (z ang. *Supervisory Control and Data Acquisition*) to nazwa dla oprogramowania służącego do sterowania nadrzędnego, zbierania, przetwarzania w czasie rzeczywistym i archiwizacji danych. Jego działanie opiera się na zmiennych połączonych z elementami graficznymi, reprezentującymi dany proces technologiczny na ekranach synoptycznych [6].

---

\* Politechnika Poznańska.

## 2. PROJEKT UKŁADU OŚWIETLENIA I NAWODNIENIA OGRODU

### 2.1. Założenia projektowe

Projektowany system umożliwić ma zdalne sterowanie instalacją oświetleniową i wodną dla wybranego przydomowego obszaru. Funkcjonowanie obydwóch części składowych systemu uzależnione będzie od takich czynników jak natężenie oświetlenia, rodzaj źródła zasilania, temperatura i obecność użytkownika w danej strefie dla obu układów oraz wilgotność gleby i występowanie opadu atmosferycznego dla części nawodnieniowej [9, 10].

Illuminacja podzielona została na część dekoracyjną, czyli oświetlenie drzew, krzewów, rabat kwiatowych i oczka wodnego oraz oświetlenie ścieżek i tarasu, które ma zagwarantować bezpieczne poruszanie się po ogrodzie – natężenie oświetlenia wynoszące przynajmniej 1 lx w każdym punkcie ścieżki, natomiast na użytkowej części tarasu minimum 50 lx. Załączanie oświetlenia wysterowane ma być z wykorzystaniem czujników ruchu, fotokomórek i kontaktronów bramowych [10, 13, 14].

Oświetlenie dekoracyjne powinno cechować się wysokim współczynnikiem oddawania barw ( $R_a \geq 85$ ), a także, ze względu na załączenie go na całą noc, powinno ono być energooszczędne - stąd użyte mają być lampy LED. Zastosowane oprawy powinny być estetyczne, a źródła światła podkreślać walory podświetlanych obiektów bez powodowania olśnień [10, 11].

Nawadnianie odbywać się będzie w czterech strefach, w których umieszczone zostanie po jednym czujniku wilgotności gleby. Dwie pierwsze strefy obsługiwane będą przez linie kroplujące (strefy obsadzono krzewami ozdobnymi), a kolejne dwie przez zraszacze (strefy przeznaczone na trawnik). Funkcjonowanie (czuwanie z ewentualnym nawadnianiem) układu przerywane ma być w przypadku wystąpienia opadu atmosferycznego - na czas jego trwania oraz, gdy na ścieżkach w strefie III i IV wykryty zostanie ruch. Wówczas zadeklarowano czas opóźnienia ponownej aktywacji układu po ustaniu sygnału z odpowiednich czujników. Ponadto układ będzie miał możliwość wykorzystania wody deszczowej zgromadzonej w zbiorniku poprzez sterowanie pompą wody [9].

Zasilanie awaryjne zrealizowane zostanie z wykorzystaniem zasilacza awaryjnego korzystającego z zewnętrznego akumulatora. Ma ono objąć instalację nawodnieniową oraz oświetlenie ścieżek i tarasu, zapewniając działanie przez 12 godzin [10].

### 2.2. Funkcjonalność systemu

Warunkami samoczynnego załączenia oświetlenia dekoracyjnego są: zasilanie sieciowe, natężenie oświetlenia mniejsze lub równe wartości zadanej i tem-

peratura powietrza większa lub równa wartości nastawionej. Wyłączenie oświetlenia dekoracyjnego następuje przy wzroście natężenia oświetlenia powyżej nastawionej wartości lub zaniku napięcia sieciowego, aby uniknąć zbędnego obciążania akumulatora. Spadek temperatury powietrza poniżej nastawionej wartości nie spowoduje wyłączenia lamp - ma to na celu uniknięcie wielokrotnego przełączania związanego z wahaniami temperatury. Samo kryterium temperaturowe związane jest z cyklem wegetacyjnym roślin, który kończy się, gdy temperatura spadnie poniżej określonej wartości oraz z niekorzystnym wpływem niskich temperatur na diody LED [10].

Funkcjonowanie oświetlenia ścieżek i tarasu jest uniezależnione od źródła zasilania. Jego załączenie spowodowane będzie spadkiem wartości natężenia oświetlenia do wartości mniejszej lub równej nastawie oraz stanem wysokim na odpowiednim wejściu sterownika, do którego podłączony będzie czujnik odpowiedzialny za wykrycie ruchu na konkretnym fragmencie ścieżki lub na tarasie [10].

Głównymi czynnikami, wspólnymi dla wszystkich stref, warunkującymi rozpoczęcie procesu nawadniania będzie odczyt wartości natężenia oświetlenia poniżej wartości nastawczej oraz temperatury powietrza powyżej nastawy. Otwarcie elektrozaworów odpowiedzialnych za przepływ wody w poszczególnych strefach nawadniania będzie miało miejsce gdy wartość sygnału z odpowiedniego czujnika wilgotności gleby będzie niższa od zdefiniowanej w programie. Ponadto w każdej strefie proces będzie przerywany na czas występowania opadu atmosferycznego, a dodatkowo w strefie III i IV na okres wykrywania ruchu przez czujniki [9].

Otwarcie któregośkolwiek elektrozaworu strefowego rozpoczyna algorytm wyboru źródła wody – sieć lub zbiornik. W zbiorniku wody deszczowej zamontowane zostaną trzy sygnalizatory pływakowe, z których sygnał będzie pozwalał na określenie szacunkowego poziomu wody – minimum, wystarczający i maksimum. Poziom wystarczający, przy jednoczesnym zasilaniu z sieci będzie powodować wystawienie wyjścia odpowiedzialnego za uruchomienie pompy wody, która pracować będzie do momentu, w którym poziom wody spadnie poniżej minimum, lub zaniknie zasilanie sieciowe. Dodatkowo zbiornik wyposażony zostanie w elektrozawór dopływowy wody z rynny, który otwierany będzie przy zasilaniu sieciowym, opadzie atmosferycznym i poziomie wody poniżej maksymalnego [9].

Zasilanie awaryjne składać się będzie z zasilacza awaryjnego współpracującego z zewnętrznym akumulatorem, który dobrany został do potrzeb projektowanego systemu. Zasilacz taki ma przy zasilaniu sieciowym doładowywać akumulator, natomiast przy jego zaniku, działać jako przetwornica 12 lub 24 VDC na 230 VAC. W celu wykrycia przez sterownik zaniku zasilania sieciowego, mierzona będzie wartość prądu pobieranego z sieci [10].

Algorytm funkcjonowania systemu przedstawiono w części 2 niniejszego opracowania.

### 2.3. Elementy składowe

Elementami składowymi projektowanego układu są urządzenia odpowiedzialne za detekcję stanów zewnętrznych w postaci sygnałów analogowych (natężenie oświetlenia, temperatura, wilgotność gleby i przepływ prądu) oraz sygnałów cyfrowych (ruch, przepływ wody w danej strefie, wystąpienie opadu atmosferycznego i poziom wody). Ponadto dobrane zostały także podzespoły instalacji nawodnieniowej, oprawy oświetleniowe, elektrozawory i pompa wody, a także element sterujący i komponenty zasilania awaryjnego – przetwornica napięcia oraz akumulator [9, 10].

W celu poprawnego doboru sygnalizatorów przepływu wody i elektrozaworów strefowych konieczne było przygotowanie uproszczonej instalacji nawodnieniowej i na jej podstawie oszacowanie sumarycznych przepływów wody. Na podstawie poradnika firmy Hunter [16] dobrane zostały zraszacze i linie kroplujące, a dalej obliczony został sumaryczny przepływ wody dla każdej strefy według wzorów [9]:

$$Q_n = \frac{l_n}{x} \frac{Q_e}{60} \quad (1)$$

gdzie:  $Q_n$  – przepływ wody n-tej strefy [l/min],  $l_n$  – długość linii kroplującej n-tej strefy [m],  $x$  – odległość pomiędzy emiterami [m],  $Q_e$  – wypływ z pojedynczego emitera [l/h].

$$Q_n = \sum Q_z \quad (2)$$

gdzie:  $Q_n$  – przepływ wody n-tej strefy [l/min],  $Q_z$  – przepływ wody zraszacza [l/min].

Rezultaty doboru pokazano w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie zastosowanych podzespołów w instalacji nawodnieniowej wraz z obliczonymi wartościami przepływu wody [9]

Strefa	Zastosowane elementy	Q [l/min]
I	70 metrów linii kroplującej	4,5
II	140 metrów linii kroplującej	8,5
III	Zraszacze z dyszą: – 10A - jeden o kącie zraszania 90°, dwa o kącie zraszania 180° i jeden o kącie zraszania 215°. – 12A - dwa o kącie zraszania 90°, jeden o kącie zraszania 180° i jeden o kącie zraszania 215°. – 15A - jeden o kącie zraszania 90° i dwa o kącie zraszania 120°	43
IV	Zraszacze z dyszą: – 10A - dwa o kącie zraszania 180°. – 12A - jeden o kącie zraszania 90° i jeden o kącie zraszania 255°.	17
	SUMA:	73

Przy wyborze poszczególnych czujników kierowano się przede wszystkim przeznaczeniem do działania wewnątrz lub na zewnątrz budynków (stopień ochronności IP), typem sygnału wyjściowego oraz rodzajem i wartością napięcia zasilającego.

Jako czujnik natężenia oświetlenia wybrany został SERVODAN 43-198 [21] o stopniu ochronności IP54, co świadczy o ograniczonej ochronie przed pyłem i ochroną przed wodą rozbryzgiwaną na obudowę z dowolnego kierunku [8]. Sygnał wyjściowy tego czujnika to napięcie 0 – 10 V, liniowo zależne od wartości natężenia oświetlenia [9, 10].

Elementem wybranym do detekcji temperatury powietrza jest Comet P0120 [21] będący przetwornikiem temperatury na sygnał prądowy 4 – 20 mA. Obudowa jest pyłoszczelna i chroni przed strumieniem wody z dowolnego kierunku – IP65 [8]. Ze względu na rodzaj dobranego modułu wejść analogowych (wejścia 0 – 10 V), wyjście podzespołu podłączone zostanie do masy przez rezystor 500  $\Omega$ . Spadek napięcia na rezystorze (2 – 10 V) będzie sygnałem wyjściowym do sterownika [9, 10].

Komponentami odpowiedzialnymi za pomiar wilgotności gleby będą czujniki Decagon MAS-1 [21] – przetworniki dokonujące pomiaru stałej dielektrycznej gleby w celu znalezienia objętościowej zawartości wody, i przekształcające ją, przez wbudowany układ, na wyjściowy sygnał prądowy 4 – 20 mA. W celu optymalnego rozmieszczenia tych elementów, konieczne będzie pobranie i przebadanie próbek gleby, gdyż stała dielektryczna waha się w zależności od rodzaju podłoża. Dopasowanie sygnału do wejść sterownika (0 – 10 V) zrealizowano identycznie jak w przypadku przetwornika temperatury [9].

Do pomiaru prądu pobieranego z sieci wykorzystany został czujnik przepływu prądu przemiennego o otwieranym rdzeniu SCT-013-005 [21]. Działa on w oparciu o przekładnik prądowy, a jego sygnałem wyjściowym jest spadek napięcia na wbudowanym rezystorze. Zakres prądu mierzonego przez element to 0 – 5 A, natomiast napięcie wyjściowe przyjmuje wartości 0 - 1 V [9, 10].

Do wykrycia ruchu na tarasie i ścieżkach wybrano kontaktrony bramowe B4-L firmy Satel [21], dualne czujki ruchu Bosch OD850 Tritech [21] oraz fotokomórki z rodziny ELS 300 firmy Cedes [9, 10, 21].

Kontaktrony mają za zadanie wykrycie otwarcia bramy wjazdowej na posesję, furtki oraz drzwi domu i bramy garażu. Ze względu na stosowanie takich kontaktronów w systemach antywłamaniowych – styki pozostają zwarte, gdy magnes znajduje się w pobliżu kontaktronu – zabezpieczenie antysabotażowe. Zakładany stan wysoki na wejściu sterownika po otwarciu przejścia (furtki, bram, drzwi) uzyskano przez wykorzystanie przekaźnika Relpol RM699BV [21] i styków rozwiernych [9, 10].

Do wykrycia wejścia na ścieżki w ogrodzie wykorzystano fotokomórki z rodziny ELS 300 - nadajnik ELS 300 Tx-N [21] i odbiornik ELS 300 Rx-PNP/DO [21]. Elementy te dobrano ze względu na szerokości ścieżek, po bokach których

zostaną rozmieszczone oraz ze względu na sposób wykrycia ruchu - stan wysoki pojawia się na wyjściu odbiornika, gdy promieniowanie z nadajnika do niego nie dociera [9, 10].

Teren wokół rabaty i taras monitorowane będą z wykorzystaniem dualnych czujek ruchu – jest to spowodowane przestrzenią, na jakiej należy wykryć ruch. Czujka ta, według zapewnień producenta, eliminuje zbędne zadziałania wywołane małymi zwierzętami, obiektami, które się poruszają, ale nie przemieszczają, czy zmianami temperatury związanymi z cyrkulacją powietrza lub załączeniem oświetlenia [9, 10]. Przepływ wody w poszczególnych strefach sygnalizować będą podzespoły z rodziny Siemens QVE1902 [21], odpowiednio QVE1902.15 dla stref I i II, oraz QVE1902.20 dla stref III i IV, które są przeznaczone do zamontowania w instalacjach wodnych o średnicach rur 3/8" – 1". Poszczególne średnice warunkują maksymalny przepływ cieczy i próg wyzwalający zadziałanie sygnalizatora [9, 10]. Jako czujnik opadu atmosferycznego wybrany został podzespół Rain Detector REGME [21] firmy B&B Thermotechnik. Producent zapewnia brak przypadkowych zadziałań przy wystąpieniu mgły czy rosy poprzez zastosowanie podgrzewanego panelu detekcyjnego [9]. Poziom wody w zbiorniku określany będzie na podstawie sygnałów z trzech kontaktronów pływakowych Aqua-Trend CAT/004 [21], które zostaną zamontowane w ścianie bocznej zbiornika na odpowiednich wysokościach. Stan obwodu przy skrajnych pozycjach pływaka, poprzez który rozumiane jest zwarcie, lub rozwarcie styków, jest zależny od sposobu zamontowania czujnika – obrócenie komponentu o 180° odwraca jego działanie [9].

Oświetlenie ścieżek zrealizowane zostanie z wykorzystaniem opraw oświetleniowych Tea Body 800 mm firmy Thorn [21]. Do realizacji iluminacji wybrano lampy o temperaturze barwowej 4000 K, która jest często wykorzystywana do podświetlania fasad budynków oraz ogrodów. Element wybrano ze względu na jego stopień ochronności (IP65) oraz dopasowany do założeń projektu rozsył światła - światło pada na powierzchnię ścieżki, nie rozświetlając otoczenia. Dodatkową zaletą oprawy Tea Body jest jej odporność na udary mechaniczne ze względu na jej IK10 [8, 10, 15].

Podjazd podświetlony zostanie oprawami podjazdowymi Runa 1 firmy LUG [21] – są to oprawy wodoszczelne o IP68, z wbudowaną lampą LED [8, 10].

Do oświetlenia tarasu wybrano oprawę BGP490 firmy Philips z zamontowanym źródłem światła LLM3200/840 [21]. Jej IP65 pozwala umieścić ją na tarasie, ponadto spełnia ona założenia o natężeniu oświetlenia na tarasie – poza jego brzegami, które odgródzone są od rabat balustradą, zachowane jest natężenie oświetlenia wynoszące 50 lx. Neutralna biel dopasowana została do funkcji, jakie pełni taras – jest to miejsce do relaksu, prac niewymagających precyzji oraz szykowania i spożywania posiłków [10].

Oświetlenie dekoracyjne zrealizowane zostanie z wykorzystaniem opraw ARAMIS CUBE firmy LUG [21], oświetlenia podwodnego PONDOSTAR 30

SET PONTEC [21] oraz reflektora BUSH 3401 firmy Nowodvorski/Technolux. Do oświetlenia rabat wykorzystane będą oprawy ARAMIS ze względu na ich estetyczny wygląd, IP54 pozwalające na umieszczenie ich w takim miejscu oraz możliwość dopasowania oświetlenia do obiektu – możliwe jest zamontowanie każdej lampy z gwintem E27 i mocy do 13 W. Reflektor Bush podświetlać ma duże drzewo w ogrodzie. Producent zapewnia o jego odporności na warunki zewnętrzne, a dodatkowo można w nim zamontować lampę o mocy do 35 W i końcówkach GU10. Wykorzystane oświetlenie oczkowe cechuje się IP68 i estetycznym, nierzucającym się w oczy wyglądem, co pozwoli dopasować ich rozmieszczenie do kompozycji [8, 10].

Na podstawie oszacowanego przepływu wody w każdej strefie nawodnieniowej dobrane zostały elektrozawory ARMAK KI22310-25 [21], cechujące się stanem bezprądowym zamkniętym oraz maksymalną przepływnością na poziomie 100 l/min. Cewki wybranych komponentów zasilane będą napięciem stałym 24 V wykluczając konieczność zastosowania transformatora, jak w przypadku większości dostępnych rozwiązań - cewki przeznaczone na 24 VAC [9].

W roli elektrozaworu dopływowego działać będzie podzespół ARMAK 2W400-40 [21], będący zamknięty w stanie bezprądowym. Komponent cechuje się przepływnością 158,3 l/min i spełnia kryterium otwierania bezpośredniego, czyli przy braku różnicy ciśnień przed i za zaworem [9].

Do zasilania instalacji wodą ze zbiornika wody deszczowej wybrano pompę nawierzchniową OMNIGENA MHI 1800/400 V INOX [21] współpracującą ze zbiornikiem hydroforowym 100 l. Maksymalna wydajność pompy wynosi 150 l/min, a głębokość zasysania – 8 m. Zastosowanie zbiornika ma na celu zapewnienie stałego ciśnienia w instalacji irygacyjnej. Pompa do zasilania załączana będzie przez stycznik Schneider Electric LP1K0610BD [21], którego cewkąysterowana będzie przez odpowiednie wyjście sterownika [9].

Spośród dostępnych na rynku sterowników PLC ograniczono wybór do takich, które obsługują liczbę wejść i wyjść wystarczającą do zrealizowania projektu, posiadają możliwość dołączania dodatkowych modułów, obsługują instrukcje SFC. Oprogramowanie przeznaczone do ich obsługi jest darmowe i posiada symulator działania sterownika, a także umożliwiają komunikację z programem VijeoCitect. Wymagana obsługiwana liczba wejść i wyjść to 24 wejścia dwustanowe, 7 wejść analogowych oraz 15 wyjść dwustanowych. Postawione kryteria spełnił PLC Schneider Electric Twido TWDLCDE40DRF [21] z dołączonym modułem wejść analogowych TWDAMI8HT [21]. Dobrany zespół sterownika z modułem wejść udostępnia 24 wejścia cyfrowe i 16 wyjść - 2 tranzystorowe i 14 przekaźnikowych (sterownik) oraz 8 wejść analogowych o rozdzielczości 10 - bitów (moduł dodatkowy) [9, 10].

Wszystkie komponenty oprócz lamp i pompy wody, zasilane są napięciem stałym 12 lub 24 V, stąd zachodzi konieczność dobrania zasilacza do układu. Na

podstawie danych katalogowych [21] poszczególnych elementów obliczone zostały maksymalne moce.

Ze względu na fakt, że jedynymi podzespołami zasilanymi napięciem stałym 12 V są czujki ruchu, zdecydowano o rozwiązaniu kwestii ich zasilania poprzez zastosowanie przetwornicy zapewniającej obniżenie napięcia z 24 V na 12 V. Wybrane rozwiązanie powoduje konieczność doliczenia dodatkowego poboru mocy dla zasilacza 24 V według wzoru [18]:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} \quad (3)$$

gdzie:  $\eta$  – sprawność elementu,  $P_1$  [W] – moc wejściowa elementu,  $P_2$  [W] – moc wyjściowa elementu.

Tabela 2. Parametry elementów o znamionowym napięciu zasilania 12 VDC [10]

Lp.	Element	Sztuk	I [mA]	U [V]	Czas pracy [h]	P [W]	$\Sigma P$ [W]	W [Wh]
1	Czujka ruchu Bosch OD850 TriTech	2	62	12	12	1,488	1,488	17,86
						RAZEM	1,488	17,86

Na podstawie wyników obliczeń zawartych w tabeli 2 dobrano przetwornicę K4/24/12-D1H [21] o maksymalnej mocy wyjściowej 4 W i sprawności 82% [9, 10].

W tabeli 3 zawarto wyniki obliczeń, uwzględniających również przetwornicę 24 VDC/12 VDC na podstawie których, dobrano zasilacz modułowy HLG-185H-24 [21]. Posiada on układ aktywnego PFC (z ang. *Power Factor Correction*) korygujący współczynnik mocy. Obciążenie dobranego zasilacza wyniesie 80%, w związku z czym, według załączonej w danych katalogowych charakterystyki, jego sprawność wyniesie ok. 93% [9, 10].

Na podstawie danych zawartych w tabeli 4 dobrano zasilacz awaryjny z funkcją UPS typu line-interactive ORVALDI KC-1000L SINUS [21] o mocy wyjściowej 1000 VA i czasie przełączania zasilania 2 - 6 ms, a więc krótszym niż wytrzymywany przez sterownik czas zaniku zasilania (10 ms) [10].

Tabele 2-4, oprócz obliczonego poboru mocy potrzebnego do doboru zasilaczy, zawierają również wyniki obliczeń poboru energii dla 12-godzinnego czasu normalnej pracy (bez wymuszeń) ze względu na konieczność doboru akumulatora [10].

Ze względu na dostępność na rynku znacznie większej liczby modeli akumulatorów o napięciu znamionowym 12 V, zdecydowano o wykorzystaniu zespołu dwóch takich akumulatorów połączonych szeregowo - pojemność będzie wówczas równa pojemności pojedynczego, a napięcie wzrośnie do wartości 24 V. Minimalna pojemność akumulatora została obliczona według wzoru [3, 4]:



$$Q = \frac{2W}{U} \quad (4)$$

gdzie:  $Q$  [Ah] – pojemność elektryczna akumulatora,  $W$  [Wh] – średnia energia zapotrzebowana przez układ, którą musi pokryć akumulator – jest ona podwojona ze względu na to, że akumulatora nie powinno się rozładowywać poniżej 50% pojemności,  $U$  [V] - napięcie znamionowe zespołu akumulatorów.

Tabela 3. Parametry elementów o znamionowym napięciu zasilania 24 VDC [10]

Lp.	Nazwa	Sztuk	I [mA]	U [V]	Czas pracy [h]	P [W]	ΣP [W]	W [Wh]
1	Kontaktron Satel B4-L z przekaźnikiem	2	7	24	12	0,168	0,336	4,030
		2	11	24	12	0,264	0,528	6,336
2	Fotokomórka (odbiornik)	1	7	24	12	0,168	0,168	2,016
		2	11	24	12	0,264	0,528	6,336
3	Fotokomórka (nadajnik)	3	10	24	12	0,240	0,720	8,640
4	Czujnik natężenia oświetlenia	1	-	24	12	-	-	-
5	Czujnik temperatury	1	20	24	12	0,480	0,480	5,760
6	Czujnik wilgotności	4	20	24	12	0,480	1,920	23,04
7	Czujnik deszczu	1	230	24	12	5,520	5,520	66,24
8	Obwód czujnika deszczu	1	7	24	12	0,168	0,168	2,020
9	Kontaktrony pływakowe	3	7	24	12	0,168	0,504	6,050
10	Sygnalizator przepływu wody	4	7	24	12	0,168	0,672	8,064
11	Sterownik Twido TWDLCDE40DRF	1	-	24	12	17,20	17,20	206,4
12	Moduł wejść analogowych TWDAMI8HT	1	50	24	12	1,200	1,200	14,40
13	Zawory strefowe	1	-	24	4	19,00	19,00	76,00
		4	-	24	1	19,00	76,00	76,00
14	Przetwornica DC/DC 24V/12V	1	-	24	12	0,907	1,815	21,78
15	Stycznik pompy	1	-	24	-	3,000	3,000	-
16	Zawór dopływowy	1	-	24	-	21,00	21,00	-
RAZEM							150,8	533,1

Obliczona na podstawie wzoru 4 minimalna pojemność elektryczna wynosi 95,25 Ah i na jej podstawie wybrane zostały dwa akumulatory AGM CB100-12 [21] o pojemności 100 Ah [10].

Tabela 4. Parametry elementów o znamionowym napięciu zasilania 230 VAC [10]

Lp.	Element	Sztuk	I [mA]	U [V]	Czas pracy [h]	P [W]	$\Sigma P$ [W]	W [Wh]
1	LUG Runa 1	8	-	230	2	3,000	24,00	48,00
2	Thorn Tea (rabata)	4	-	230	2	19,00	76,00	152,0
3	Thorn Tea (altana)	1		230	2	19,00	19,00	38,00
4	Thorn Tea (taras)	1		230	6	19,00	19,00	114,0
5	Thorn Tea (ścieżka)	1	-	230	2	19,00	19,00	38,00
6	BGP490 1xLLM3200/840 DTS	1	-	230	6	30,00	30,00	180,0
7	Zasilacz impulsowy (przeliczony)	1	-	230	-	162,1	162,1	573,2
Razem							349,1	1143

Instalacja elektryczna w ogrodzie, ze względu na specyficzne warunki, w których będzie pracować, projektowana jest według określonych zasad. Zależnie od miejsca umieszczenia i faktu czy przewód znajdzie się w osłonie (rura PCV), wymagana jest określona głębokość kładzenia – 50 cm pod chodnikiem, 40 cm pod chodnikiem w osłonie i 70 cm pod warstwą ziemi. Kable układa się na 10 cm-owej warstwie piasku, a 25 cm nad przewodem rozkłada się taśmę ostrzegawczą z niebieskiej folii. Ponadto przy skrzyżowaniach z istniejącymi instalacjami, lub rurociągami konieczne jest wykorzystanie osłony [19, 20].

Bardzo ważnym kryterium doboru przekroju kabli w instalacjach ogrodowych jest dopuszczalny spadek napięcia - często odcinki od źródła do odbiorników ogrodowych są bardzo długie, a więc trzeba zapewnić ich odpowiednio niską rezystancję [10].

Rysunek przedstawiający rozmieszczenie opraw i czujników wykrywających ruch znajduje się w pracy [10], natomiast uproszczony schemat instalacji nawodnieniowej w pracy [9].

### 3. PODSUMOWANIE

W pierwszej części artykułu zamieszczono wprowadzenie do tematu pracy, przedstawiono założenia projektowe oraz opisano funkcjonalność systemu. Ponadto szczegółowo scharakteryzowano dobór poszczególnych elementów składowych zaprojektowanego układu oświetlenia i nawodnienia ogrodu.

## LITERATURA

- [1] Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych., Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2012.
- [2] Brock S., Muszyński R., Urbański K., Zawirski K., Sterowniki programowalne, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
- [3] Czerwiński A., Akumulatory, baterie, ogniwa, *Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005.*
- [4] Góralczyk I., Tytko R., FOTOWOLTAIKA Urządzenia, instalacje fotowoltaiczne i elektryczne. *Wydawnictwo i Drukarnia Towarzystwa Słowaków w Polsce, Kraków 2015.*
- [5] Kasprzyk J., Programowanie sterowników przemysłowych, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 2006.
- [6] Kwaśniewski J., Sterowniki PLC w praktyce inżynierskiej, *Wydawnictwo BTC, Legionowo 2008.*
- [7] Legierski T., Kasprzyk J., Wyrwał J., Hajda J., Programowanie sterowników PLC, *Wydawnictwo Pracowni komputerowej Jacka SKALMIERSKIEGO, Gliwice 1998.*
- [8] Niestępski S., Parol M., Pasternakiewicz J., Wiśniewski T., Instalacje elektryczne, budowa, projektowanie i eksploatacja, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.*
- [9] Nowak R., Układ sterowania systemem nawadniania ogrodowego z wykorzystaniem sterownika PLC, *Praca dyplomowa inżynierska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Poznańskiej, Poznań 2016.*
- [10] Pietrasz A., Układ sterowania oświetleniem ogrodowym z wykorzystaniem sterownika PLC, *Praca dyplomowa inżynierska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Poznańskiej, Poznań 2016.*
- [11] Żagan W., Iluminacja obiektów, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.*
- [12] Twido, Sterowniki programowalne, Instrukcja programowania.
- [13] [http://www.redinpe.com/attachments/article/200/05\\_redukcja\\_poziomu\\_oswietlenia\\_drogowego\\_179.pdf](http://www.redinpe.com/attachments/article/200/05_redukcja_poziomu_oswietlenia_drogowego_179.pdf), Redukcja poziomu oświetlenia drogowego – możliwości i ograniczenia, *dr inż. Małgorzata Górczewska*, 6.01.2016.
- [14] <http://www.schreder.com/PLS-PL/LEARNINGCENTRE/HOWTOLIGHT/Pages/HowtolightParks.aspx>, Jak oświetlać parki, *Schreder Polska Sp. z o.o.*, 06.01.2016.
- [15] [http://www.energotech.pl/doc/File/download/IP\\_oraz\\_IK.pdf](http://www.energotech.pl/doc/File/download/IP_oraz_IK.pdf), Klasyfikacje IP oraz IK, *Zakład Wykonawstwa Sieci Energetycznych, ENERGO-TECH Sp. z o.o.* 8.01.2016.
- [16] [https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/dg\\_res-handbook\\_po.pdf](https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/dg_res-handbook_po.pdf), *Przydomowe systemy zraszaczy podręcznik projektowania*, 8.01.2016.
- [17] <http://www.alo.home.pl/pub/FTP-SE/04%20Automatyka%20przemyslowa/SCADA%20i%20Systemy%20nadzoru/Podr%EAacznik%20Vijeo%20Citect%207.1,%207.2%202012PL.pdf>, Vijeo Citect 7.1, 7.2. Pierwsze kroki, 8.01.2016.
- [18] [http://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/656/17mpmep\\_162.pdf](http://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/656/17mpmep_162.pdf), Sprawność maszyn elektrycznych, *Biblioteka Cyfrowa Politechniki Warszawskiej*, 11.01.2016.

- [19] [http://murator-dom.pl/instalacje/instalacje-elektryczne/jak-ukladac-instalacje-elektryczna-w-ogrodzie,40\\_13820.html](http://murator-dom.pl/instalacje/instalacje-elektryczne/jak-ukladac-instalacje-elektryczna-w-ogrodzie,40_13820.html), Jak układać instalację elektryczną w ogrodzie?, *murator-dom.pl*, 13.01.2016.
- [20] [http://murator-dom.pl/instalacje/instalacje-elektryczne/zabezpieczenie-instalacji-elektrycznych-w-ogrodzie-o-czym-musisz-pamietac,40\\_13843.html](http://murator-dom.pl/instalacje/instalacje-elektryczne/zabezpieczenie-instalacji-elektrycznych-w-ogrodzie-o-czym-musisz-pamietac,40_13843.html), Zabezpieczenie instalacji elektrycznych w ogrodzie: o czym musisz pamiętać?, *murator-dom.pl*, 14.01.2016.
- [21] Karty katalogowe i instrukcje producentów podzespołów wykorzystanych w projekcie (wymienione w treści artykułu).

### **CONTROL AND VISUALISATION OF ILLUMINATION AND IRRIGATION PROCESSES**

The paper presents of the project of integrated illumination and irrigation system using a PLC controller ant its visualisation. In the introduction, the history PLC controllers and SCADA software were briefly portrayed. The following is a presentation of the design intent, operations description and included components. The control algorithm created specially for the project, programme for the selected controller and visualisation prepared in Vijeo Citect programme were also described. The last part contains project summary and its development trends.

*(Received: 16. 02. 2016, revised: 5. 03. 2016)*