

ENERGOOSZCZĘDNE OŚWIETLENIE ULICZNE- SYSTEMY STEROWANIA

ENERGY-SAVING STREET LIGHTING - CONTROL SYSTEMS

Marek Onichimiuk – „Poltegor-Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W artykule w sposób przeglądowy przedstawiono stosowane sposoby sterowania oświetleniem ulicznym. Wymieniono charakterystyczne cechy poszczególnych rodzajów sterowania oraz ich wpływ na oszczędność energii..

Słowa kluczowe: oświetlenie uliczne, sterowanie, energooszczędność

The article show methods of street light control. The features of various types of this control and their impact on energy saving were listed.

Keywords: street lighting, control systems, energy-saving

Wstęp

Po zapadnięciu zmroku w nieoświetlonej przestrzeni trudno jest dostrzec drogę, po której można się bezpiecznie poruszać, znajdujące się na tej drodze przeszkody, poruszające się osoby, pojazdy lub inne obiekty. W nieoświetlonej przestrzeni trudno jest też rozpoznać twarze osób, kształty obiektów, kierunki ich poruszania się, a także rozpoznać ich zamiary. Nieoświetlona przestrzeń miejska sprzyja kradzieżom i innym zdarzeniom o charakterze kryminalnym, utrudnia przemieszczanie się osób i pojazdów oraz stwarza zagrożenie wypadkowe na drodze.

„Za ojczyznę regularnego oświetlenia ulicznego uważana jest Holandia. W 1668 roku szef amsterdamskiej straży pożarnej Jan van der Heiden zaproponował ustawienie na ulicach 2,5 tys. latarni, „aby nocami mieszkańcy nie wpadali do kanałów, dla walki z przestępczością i pomocy w gaszeniu pożarów”. Pan Heiden sprawiedliwie policzył, że po oświetlonych ulicach straż pożarna przejedzie o wiele szybciej do pożaru i miał 100% racji.” [1].

Wprowadzenie oświetlenia ulicznego ma przede wszystkim za zadanie zwiększyć bezpieczeństwo znajdujących się tam osób, poruszających się pojazdów oraz ułatwić pracę służb dbających o bezpieczeństwo osób i mienia.

Sterowanie oświetleniem

Za dnia, gdy przestrzeń publiczna oświetlona jest światłem słonecznym nie ma konieczności włączania oświetlenia ulicznego. Dlatego oświetlenie to może być wyłączone. Daje

to oszczędności w postaci znacznego ograniczenia energii zużywanej przez oświetlenie. W przypadku włączania światła po zachodzie słońca i wyłączenia wraz z jego wschodem, połowę dni w roku oświetlenie może być wyłączone.

Sterowanie ręczne

Włączanie i wyłączanie oświetlenia wymaga wprowadzenia sterowania. Najprostszą formą sterowania oświetleniem ulicznym jest jego ręczne włączanie i wyłączenie.

Jeszcze w latach 60-tych XX wieku istniał zawód latarnika. Latarnik taki chodził od lampy do lampy i kolejno je zapalał (Fot.1).

„Każdy latarnik... swoją pracę rozpoczynali około 10 godziny wieczorem, a kończyli o czwartej nad ranem. I to przy każdej pogodzie... W Sankt Petersburgu, na przykład, każdy z latarników obsługiwał około 200 latarni, stojących jedna od drugiej w odległości od 20 do 100 m.” [1]

Zapalenie każdej latarni osobno powoduje, że proces rozświetlania ulic jest długotrwały. Poza tym latarnie zapalane ręcznie nie mogły być zapalone jednocześnie. Skutkuje to tym, że część ulic nie może być oświetlona w całym okresie nocnym. Oczywiście jest to, że latarnie mogą być zapalane wcześniej lub można zwiększyć ilość latarników, ale wiąże się to ze wzrostem kosztów obsługi takiego oświetlenia.

Praca latarnika ulicznego, który zapalał każdą latarnię osobno, dotyczyła w szczególności obsługi latarni olejowych, naftowych lub gazowych. Pojawienie się oświetlenia



Fot. 1. Latarnik na drabinie zapalający latarnię gazową
 Fot. 1. Street lighthouse keeper on the ladder, lighting street gaslight
 Fot. Grażyna Rudkowska <https://audiovis.nac.gov.pl/obraz/204184/h:419/>

elektrycznego umożliwiło zapalenie jednocześnie całych ciągów lamp latarni w ramach wspólnego obwodu elektrycznego.

Sterowanie automatyczne

Oświetlenie elektryczne dało również możliwość łatwego automatycznego sterowania włączaniem i wyłączaniem obwodów oświetleniowych i umożliwiło zastąpienie pracy latarników urządzeniami automatycznymi.

Automat zmierzchowy

Wśród układów automatycznych stosowanych do sterowania oświetleniem, najprostszym jest wyłącznik zmierzchowy. Służy on do włączania i wyłączania odbiorników w zależności od natężenia oświetlenia. W podstawowej wersji składa się on z czujnika natężenia światła, stycznika oraz wzmacniacza sygnału świetlnego sterującego stycznikiem. Prosta budowa sprawia, że urządzenie jest tanie i niezawodne. Obecnie koszt takiego wyłącznika waha się od 40 do 250 zł w zależności od prądu obciążenia styków oraz dodatkowych funkcji.

Urządzenia tego typu produkowane były w Polsce już w latach 60 XX wieku. Dla przykładu rodzina przekaźników zmierzchowych znajduje się na liście wyrobów produkowanych w latach 1967-1997 w nieistniejących już Zakładach Podzespołów i Urządzeń teletechnicznych „TELKOM-TEL-CZA” (Fot. 2).

Wyłącznik zmierzchowy instalowany jest w miejscu zapewniającym stały dostęp do światła dziennego, w zależności od którego będzie zależeć jego reakcja. Automat zmierzchowy reaguje więc dynamicznie na warunki zewnętrzne i w zależności od natężenia oświetlenia włącza lub wyłącza oświetlenie. Praca wyłącznika zmierzchowego może



Fot. 2. Przełącznik zmierzchowy typ. PFZ-5B produkowany w 1980 roku przez firmę Telkom Telcza
 Fot. 2. Automatic wight light switch made by the company Telkom Telcza in 1980. Stowarzyszenie Byłych Pracowników Zakładu Telcza w Czaplisku
<https://telkomtelcza.pl>

podlegać zakłóceniom, które spowodowane są czasowym zaciemnieniem czujnika światła, na przykład spowodowanym intensywnym zachmurzeniem. W związku z tym automaty zmierzchowe wyposaża się często w układ opóźniający włączenie lub wyłączenie, co eliminuje krótkotrwałe zakłócenia. W przypadku sterowania oświetleniem z zastosowaniem wyłącznika zmierzchowego, nie ma możliwości kontrolowania czasu włączenia i wyłączenia oświetlenia. Nie wiemy jak długo oświetlenie będzie włączone, gdyż zależy to od warunków zewnętrznych. W przypadku niekorzystnych dziennych warunków oświetleniowych, takie sterowanie będzie dodatkowo włączone co przyczyni się do wzrostu zużycia energii w dodatkowo nieokreślonej ilości. Zaletą sterowania automatem zmierzchowym jest to, że w każdych warunkach zaciemnienia lub mroku, w dzień czy w nocy, sterowanie takie włączy oświetlenie, które doświetli przestrzeń publiczną.

Programator czasowy

Innym rodzajem urządzeń automatycznych, stosowanych do sterowania pracą oświetlenia, są programatory czasowe. Sterowniki te zapewniają cykliczne włączanie i wyłączenie oświetlenia w ustawionych wcześniej przedziałach czasowych. Najprostsze są mechaniczne programatory. Umożliwiają one ustawienie czasu włączenia i wyłączenia stycznika zwykle w przedziałach 15-minutowych w zakresie jednej doby lub co najwyżej tygodnia w przedziałach godzinnych. Przyczyną tego są ograniczenia konstrukcyjne, tak aby sterowanie oświetleniem nie było zbyt rozbudowane, a łatwe w programowaniu.

Z uwagi na krótki cykl sterowania, nie nadawało się ono początkowo do sterowania oświetleniem ulicznym. Sterowanie czasowe powinno włączać oświetlenie z zapadnięciem zmroku i wyłączać o świcie, a w naszej szerokości geogra-



Fot. 3. Sterownik astronomiczny SOUL produkowany w roku 1990 przez firmę RABBIT
 Fot. 3. Astronomical time switches type SOUL made by the company RABBIT in 1990

ficznej pory te w cyklu rocznym codziennie są inne. Dopiero pojawienie się zaawansowanych elektronicznych układów sterowania umożliwiło wyeliminowanie tego problemu.

Zegar astronomiczny

Jednym z takich sterowników czasowych jest zegar astronomiczny. Są to urządzenia programowalne w cyklu rocznym. Służą one do włączania i wyłączania oświetlenia lub innych odbiorników elektrycznych, zgodnie z porami zachodu i wschodu słońca. Godziny włączania i wyłączania ustalane są na podstawie danych z tablicy wschodów i zachodów słońca oraz poprawek wprowadzonych przez użytkownika. Niektóre zegary astronomiczne mają dodatkową możliwość zaprogramowania przerwy nocnej, czyli czasowego wyłączenia odbiorników w celach oszczędnościowych oraz przesunięcia czasu włączenia lub wyłączenia w stosunku do wschodu i zachodu słońca w zakresie zwykle ± 120 min. Wprowadzenie poprawek oraz przerw czasowych programowane jest ręcznie za pomocą przycisków umieszczonych na sterowniku. Zastosowanie zegara astronomicznego do sterowania oświetleniem ulicznym umożliwia precyzyjne sterowanie włączeniem oświetlenia z wyprzedzeniem przed zachodem słońca i precyzyjne wyłączenie z opóźnieniem po wschodzie słońca. W porównaniu z automatem zmierzchowym, oświetlenie nie będzie włączone w porze dziennej w przypadku intensywnego zachmurzenia lub czasowego zacinienia.

Już na początku lat 90 XX wieku polska firma Rabbit Sp. z o.o. oferowała zegary astronomiczne do sterowania oświetleniem ulicznym o nazwie SOUL. Były one stosowane w największych miastach Polski takich jak Warszawa Kraków Poznań czy Wrocław. Obecnie produkowane przez tę firmę sterowniki astronomiczne oznaczone są jako CPA (Fot. 3 i 4).

Wyłącznik zmierzchowy zintegrowany z zegarem sterującym

Zarówno wyłącznik zmierzchowy jak i zegar sterujący mogą być użyte jako zespół. Obecnie, dostępne są urządzenia pełniące jednocześnie obie te funkcje. Praca ich polega na



Fot. 4. Sterownik astronomiczny typu CPA produkowany obecnie przez firmę RABBIT
 Fot. 4. Astronomical time switches type CPA made by the company RABBIT at present

tym, że za pomocą zegara zostaje określony okres czasu, w trakcie którego wyłącznik zmierzchowy będzie załączał i wyłączał oświetlenie. Pozwala to w dni bezchmurne skrócić czas włączenia oświetlenia, poprzez późniejsze jego włączenie - bliżej pory zapadnięcia zmroku i wcześniejsze wyłączenie oświetlenia - bliżej pory świtu. W przypadku korzystnych warunków atmosferycznych pozwala to zaoszczędzić energię i jednocześnie zachować wysoki komfort oświetlenia przed zachodem i wschodem słońca.

Wyłączanie nocne

Kiedy ruch na ulicy w części pory nocnej jest sporadyczny, można zegar sterujący oświetleniem zaprogramować dodatkowo, tak aby wyłączał on oświetlenie w tym czasie. Rozwiązanie takie jest mało komfortowe dla ewentualnego przechodnia, ale daje dodatkowe oszczędności w zużyciu energii na oświetlenie. Latarnie, które mogą być wyłączane na część nocy, oznaczają się specjalnym znakiem ostrzegawczym.

Predefiniowane sterowanie redukcją mocy

Omawiane do tej pory sposoby sterowania oświetleniem działają na zasadzie włącz i wyłącz.

Wraz z postępem technicznym, w szczególności w momencie pojawienia się źródeł światła z diodami LED o wysokim strumieniu światła, możliwe stało się sterowanie mocą strumienia świetlnego. Panele świetlne z diodami LED zasilane są napięciem stałym o różnej wartości. Wartość tego napięcia zależy przede wszystkim od konstrukcji takiego źródła światła. W związku z tym do zasilania takiego źródła światła wymagany jest zasilacz, który dopasuje napięcie z obwodu zasilającego. Ponieważ zasilacz taki jest wymagany, czy to jako zintegrowany z panelem świetlnym, czy jako osobne urządzenie, można zastosować taki jego rodzaj, który umożliwi dodatkowo sterowanie mocą prądu zasilającego źródło światła. Zwykle układ taki programowany jest fabrycznie, tak że po włączeniu oświetlenia po ustalonym odstępie czasu, redukuje on moc prądu zasilającego źródła światła przez określony czas. Jako przykład zastosowania takiego rozwiązania można podać ulicę Nowy Świat w mieście Lwówek Śląski.



Fot. 5. Oprawa URBINO LED firmy LUG Light Factory
Fot. 5. Street lamp holder type URBINO LED made by company LUG Light Factory

Do oświetlenia zastosowano oprawy oświetleniowe typu 130222.5L041.031.004 URBINO LED produkcji LUG Light Factory Spółka z o.o. Moc pojedynczej oprawy oświetleniowej wynosi 106W. Oprawa wyposażona została w standardowy zasilacz programowalny LLOC (LUG Light Outdoor Control), który umożliwia zasilanie lampy napięciem od AC220V do AC240V [2] (Fot. 5 i 6).

Oczywiście, obecnie dostępne są również układy redukcji mocy dla lamp wyładowczych. Wymaga to jednak zastosowania dodatkowego układu, który jest niekonieczny do zwykłej pracy tego typu oświetlenia. Jest to więc dodatkowy koszt. W przypadku oświetlenia z diodami LED zasilacz i tak jest wymagany, dlatego można od razu przewidzieć zasilacz wyposażony w funkcję redukcji mocy.

Zastosowanie tego typu sterowania jest szczególnie użyteczne w godzinach nocnych o ograniczonym ruchu ulicznym. Daje to dodatkowe oszczędności energii wykorzystywanej na oświetlenie. Poza tym nie pogarsza to w istotny sposób funkcji jaką pełni oświetlenie uliczne.



Fot. 6. Sterownik oprawy URBINO LED firmy LUG Light Factory
Fot. 6. Lamp holder driver used in the lamp URBINO LED by LUG Light Factory

Sterowanie dynamiczne nadążne

Sterowanie redukcją mocy w z góry zdefiniowany sposób ma tę niedogodność, że ogranicza intensywność oświetlenia, niezależnie od tego, czy użytkownik korzysta z drogi czy nie. W związku z tym redukcja mocy może być zrealizowana w dość ograniczony sposób, tak aby intensywność oświetlenia nie była zbyt mała dla potencjalnego przechodnia. Jest to niedogodność, która może być wyeliminowana przez zastosowanie sterowania dynamicznego w sposób nadążny.

Idea takiego sterowania jest taka, że jeżeli osoba lub obiekt znajdzie się w obszarze objętym oświetleniem, lampy oświetlające ten obszar zostaną włączone. W innym przypadku oświetlenie może być znacznie zredukowane lub nawet wyłączone. Taka funkcjonalność przy sporadycznym korzystaniu z przestrzeni może znacznie ograniczyć zużycie energii na oświetlenie.

Aby to uzyskać należy zastosować odpowiedni system sterowania, który będzie wykrywał osoby lub obiekty znajdujące się w przestrzeni i włączał poszczególne lampy, które oświetlą użytkownika w danej chwili obszar. Sterowanie to powinno uwzględniać specyfikę korzystania z przestrzeni ulicznej, która charakteryzuje się tym, że osoby lub obiekty mogą mieć różne prędkości i kierunki poruszania się, mogą zatrzymać się w oświetlanej przestrzeni oraz mogą wejść w przestrzeń ulicy w dowolnym miejscu. W związku z tym układ sterowania powinien włączać poszczególne latarnie zgodnie z przemieszczaniem się poszczególnych użytkowników, powinien włączać latarnie z wyprzedzeniem w zależności od prędkości oraz skanować cały obszar ulicy na obecność użytkowników. Ponadto układ sterowania nadążnego powinien być odporny na zakłócenia w postaci poruszanych przez wiatr gałęzi drzew, krzewów lub innych drobnych obiektów niesionych wiatrem oraz być odporny na zmienne warunki atmosferyczne. Sterowanie nadążne nie powinno wprowadzać zbyt dynamicznej zmiany natężenia oświetlenia, gdyż zbyt częste i nagłe włączanie i wyłączanie latarni będzie niekorzystnie wpływać na komfort mieszkańców.

Realizacja układu sterowania, spełniającego tak wiele kryteriów, wymaga zastosowania dużej liczby czujników skanujących obszar ulicy, zapewnienia możliwości włączenia każdej latarni osobno oraz przemyślanego algorytmu sterowania. To wszystko sprawia, że układ taki jest dość drogi w porównaniu z omówionymi w tym artykule urządzeniami sterowania oświetleniem. Oczywiście sterowanie takie daje największe oszczędności w zużyciu energii na oświetlenie uliczne, nie jest jednak oczywiste, że uzyska się tutaj oszczędności finansowe, ponieważ oszczędności finansowe wynikające ze zmniejszonego zużycia energii mogą nie być wystarczające do zwrotu takiej inwestycji.

Propozycję rozwiązania sterowania nadążnego, dla ulic o małym natężeniu ruchu, przedstawiono w pracy [2].

Podsumowanie

Ręczne włączanie i wyłączanie oświetlenia ulicznego jest sterowaniem najprostszym. Jego realizacja wymaga jednak zatrudnienia wielu latarników, którzy przez kilka godzin będą zapalać poszczególne latarnie uliczne. Długotrwały proces zapalania oświetlenia ulicznego można wyeliminować

przez zastosowanie urządzeń automatycznych. Najprostszym z pośród nich jest automat zmierzchowy, który wyposażony w fotoelement w zależności od natężenia oświetlenia dokonuje jego włączenia i wyłączenia. Za jego pomocą można sterować pracą pojedynczej latarni jak i całego obwodu oświetleniowego. Automat zmierzchowy w przypadku zakłócenia będącego skutkiem przejściowego zaciemnienia fotoelementu, włączy oświetlenie niezależnie od pory dnia. Obecnie powszechnie do sterowania oświetleniem ulicznym stosowany jest zegar astronomiczny, który włącza i wyłącza oświetlenie zgodnie ze wschodem i zachodem słońca.

Oświetlenie uliczne sterowane zegarem astronomicznym i dodatkowo wyposażone w fotoelement w dni pochmurne wydłuża czas świecenia latarni aby zwiększyć komfort użytkowników przestrzeni ulicznej. Wraz z wymianą źródeł światła z lamp wyładowczych na LED sterowanie oświetleniem wyposaża się w programowalne lokalne reduktory mocy, które zmniejszają intensywność oświetlenia w porze nocnej w czasie najmniejszego ruchu ulicznego. Sterowanie nadążne oświetleniem ulicznym jest obecnie stosowane bardziej jako ciekawostka chociaż w przyszłości może przyczynić się do oszczędności w zużyciu energii na oświetlenie.

Literatura

- [1] Bondarew I., *Oświetlenie uliczne*, Kurier Galicyjski nr 22 (314) rok 2018 ISSN1996-2304
- [2] Onichimiuk M., Resak M., *Koncepcja inteligentnego oświetlenia na terenie Gminy i Miasta Lwówek Śląski - ulica Nowy Świat*, Poltegor Instytut „IGO”, Wrocław, 2019, nr arch. 7219, praca niepubl.

