

Modernizacja oświetlenia w zakładzie produkcyjnym i w magazynie

– porady dla inwestorów i przykładowe projekty

Dostępne na rynku technologie pozwalają nie tylko lepiej, a więc bardziej precyzyjnie, oświetlać obszar produkcyjny i hale magazynowe, ale również obniżyć koszty eksploatacji oraz ograniczyć negatywny wpływ na środowisko. Dlatego też coraz więcej przedsiębiorstw decyduje się na tego typu inwestycje, tym bardziej że dzięki odpowiedniemu doborowi systemu oświetlenia wzrasta bezpieczeństwo i komfort pracy, a tym samym wydajność. Z drugiej strony, zastosowanie efektywnych energetycznie rozwiązań wpływa na wizerunek przedsiębiorstwa i pomaga wzmocnić przewagę konkurencyjną.

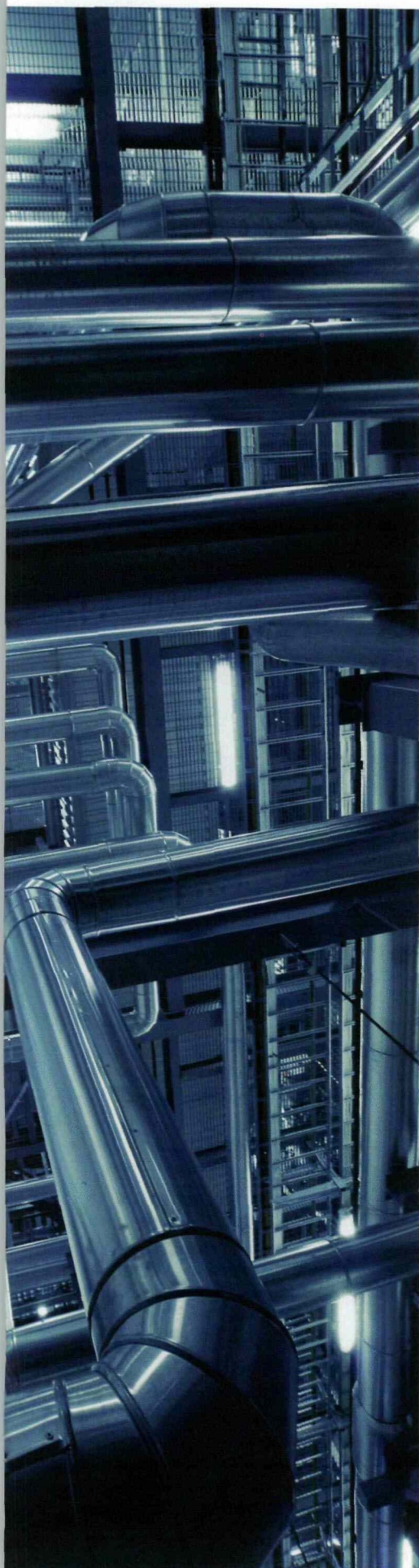
W artykule przedstawiono kilka kluczowych porad dla przedsiębiorstw, które zamierzają unowocześnić oświetlenie w swoich obiektach. W dalszej części skoncentrowano się już na praktycznej stronie tego typu inwestycji, wskazując, w ramach przykładów wdrożeń projektów oświetleniowych, na generalne korzyści, które w ostatnich latach osiągnęły fir-

my z różnych branż, decydując się na technologię LED w ujęciu systemowym.

Oświetlenie w przemyśle – parametry doboru i eksploatacja

Na początku warto się zastanowić, jakiego typu oświetlenie sprawdzi się najlepiej w warunkach przemysłowych oraz jakie parametry oświetlenia mają realny wpływ na jakość i bezpieczeństwo pracy.





– W przypadku projektów przemysłowych istnieje kilka składników ilościowych i jakościowych oświetlenia wpływających na wydajność i bezpieczeństwo pracy – mówi Radosław Fabisiak, ekspert z Philips Lighting Poland Sp. z o.o. – Składniki ilościowe światła, np. natężenie, równomierność, współczynnik tętnień oraz oślnienie, definiowane są przez obowiązujące normy (np. PN-EN12464) i mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo pracy, poprawę koncentracji oraz zmniejszenie liczby pomyłek lub wypadków. Nie należy jednak bagatelizować parametrów jakościowych, takich jak np. współczynnik oddawania barw, temperatura barwowa światła lub rozkład luminancji w pomiesz-

być bowiem skrajnie odmienne. Podczas gdy kucie swobodne wymaga oświetlenia o natężeniu 200 lx, ujednoczonego wskaźnika oślnienia UGR < 25 i współczynnika odzwierciedlenia barw Ra > 60, do mikromechaniki czy wyrobu narzędzi konieczne jest już 1000 lx, UGR < 19 i Ra > 80. Stała jest jedynie zasada, że z im bardziej precyzyjną lub niebezpieczną pracą mamy do czynienia, tym lepszej jakości światło jest zalecane. W specyficznych branżach mogą obowiązywać także dodatkowe wymogi bezpieczeństwa. Przykładem jest konieczność posiadania przez oprawy stosowane w przemyśle spożywczym certyfikatu HACCP. Dla wszystkich inwestorów

Parametry ilościowe i jakościowe oświetlenia wpływają na wydajność i koncentrację pracowników i pozwalają zminimalizować zmęczenie przy długotrwałej pracy na stanowiskach.

czeniu. Parametry te również wpływają na wydajność i koncentrację pracowników i pozwalają zminimalizować zmęczenie przy długotrwałej pracy na stanowiskach. Rewolucja LED, która dokonała się w ostatnich latach w oświetleniu przemysłowym, spowodowała, że nowoczesne zakłady produkcyjne oraz centra logistyczne zyskały oświetlenie, które nie tylko spełnia wymagania norm, ale często przewyższa rozwiązania konwencjonalne pod względem jakości oddawania barw, rozsyłu światła czy temperatury barwowej dobranej optymalnie do wykonywanych zadań. Ponadto systemy sterowania oświetleniem oparte na detekcji światła dziennego dbają o to, aby stanowiska zawsze były odpowiednio oświetlone, czy to światłem elektrycznym, czy z wykorzystaniem światła dziennego.

Czym przede wszystkim powinny kierować się zakłady produkcyjne poszczególnych branż, wybierając nowe oświetlenie?

– Ze względu na dużą różnorodność zadań wzrokowych w poszczególnych gałęziach przemysłu oraz na kolejnych etapach produkcji, składowania i transportu, ustalając parametry oświetlenia, każdorazowo należy sięgnąć do odpowiedniej normy – podkreśla Maciej Gronert, projektant oświetlenia w **Tri-lux Polska** Sp. z o.o. – W zależności od specyfiki stanowiska wytyczne mogą

myślących o oszczędnościach w długoterminowej perspektywie wspólne powinno być natomiast dążenie do poszukiwania wydajnych i trwałych opraw i urządzeń. Jako decydujące kryterium warto obrać całkowity koszt instalacji, eksploatacji i serwisowania w jednostce czasu, a nie jedynie kwotę, jaką należy wyłożyć na zakup rozwiązania. Renomowani dostawcy udostępniają narzędzia pozwalające samodzielnie oszacować te wartości i proponują pomoc doradców operujących tymi kategoriami.

Niezwykle istotna jest również kwestia eksploatacji. Jak użytkować oświetlenie, żeby służyło firmie przez lata? Czego unikać, a na jakie działania kłaść szczególny nacisk?

– Eksploatacja instalacji oświetleniowej opartej na technologii LED w połączeniu z systemami sterowania zazwyczaj nie wymaga szczególnych zabiegów eksploatacyjnych – dodaje Radosław Fabisiak z Philips Lighting Poland. – Oczywiście należy przestrzegać zaleceń konserwacyjnych określonych w projekcie oświetlenia, istotne są również graniczne temperatury pracy. Profesjonalny projekt oświetlenia uwzględni wszelkie czynniki zewnętrzne – temperaturę, zapylenie, wilgoć lub obecność środków chemicznych.

– W zakładach przemysłowych, w których pracuje się w systemie wielozmia-

nowym, każda usterka może powodować przestoje i generować straty – uważa Maciej Gronert z **Trilux Polska**. – W obiektach o dużej wysokości źródłem dodatkowych kosztów może być także złożoność procesu wymiany lub naprawy lamp, wynikająca z utrudnionego do nich dostępu. Dlatego w takich przypadkach już na etapie projektowania warto upewnić się, że proponowane oprawy nie będą wymagały częstych interwencji. Prognozując żywotność rozwiązania oświetleniowego, należy wziąć pod uwagę również czynniki związane z warunkami, w których funkcjonować będą oprawy. Przykładowo częstsza realizacja działań serwisowych może być konieczna w obiektach o znacząco podwyższonej temperaturze otoczenia. Trafnemu oszacowaniu trwałości w takich warunkach posłużą uzyskane od producenta tabele zmian strumienia świetlnego w czasie dla temperatur innych niż standardowo opisywane 25°C. Jeśli natomiast pomieszczenie charak-

ści pracy fabryki, skutkujące nie tylko wymiernymi korzyściami finansowymi związanymi z jej funkcjonowaniem, lecz także poprawą warunków pracy zatrudnionych w niej osób.

Do nowo zrealizowanej instalacji użyto opraw Pacific LED WT460C, które zastąpiły poprzednie oprawy konwencjonalne. Jak zapewnia producent, nowa jakość produktów i ich wysoka wydajność umożliwiają pracę 24 godziny na dobę przez 49 tygodni w roku bez przestojów technologicznych. Zestawienie nowego produktu z oprawą sprzed modernizacji dowodzi, że obecne rozwiązanie uzyskuje oszczędność na poziomie 58% pierwotnego zużycia energii. Dodatkowo oprawy Pacific LED WT460C zostały w projekcie wykorzystane do poprawy doświetlenia stanowiskowego. Projekt został opracowany i wdrożony z myślą o poprawie funkcjonowania fabryki. Wśród korzyści, jakie wniosło nowe oświetlenie LED, na szczególną uwagę zasługują oszczędności finansowe. Ogólny czas zwrotu inwe-

ron rocznie, generowany przez 8 europejskich fabryk. Dwie z nich znajdują się w Polsce, a ta najnowocześniejsza w Wolsztynie. Jej budowa rozpoczęła się w 2014 r. i trwała zaledwie rok. W obiekcie o powierzchni 17 tys. m² znajdują się dwa zakłady. Pierwszy dostarcza profile aluminiowe do wszystkich pozostałych fabryk grupy NorDan, drugi zajmuje się produkcją drzwi z przeznaczeniem głównie na rynki brytyjski i szwedzki. Zakład w Wolsztynie jest w stanie wytworzyć nawet 20 tys. profili aluminiowych dziennie. Przedsiębiorstwo wytwarza produkty o najwyższych walorach użytkowych, jednocześnie dając przykład dbałości o środowisko naturalne i pracowników. W przedsiębiorstwie wznoszenia fabryki w Wolsztynie zaangażowani zostali lokalni specjaliści z województwa wielkopolskiego. Na potrzeby projektu kilka podmiotów stworzyło wspólny ekosystem, dzięki któremu powstał jeden z najnowocześniejszych zakładów produkcyjnych w Europie Wschodniej. Za

Nowe oprawy ograniczają niekorzystne dla oczu oślnienie, przy jednoczesnym podwyższeniu natężenia oświetlenia i dodatkowo ujednolicają temperaturę barwową światła. Wpływa to na ogólny komfort użytkowania oświetlenia i zwiększenie widoczności, a przez to przekłada się na zmniejszenie liczby wypadków przy pracy.

teryzują takie czynniki, jak zapylenie lub duża wilgotność, warto zadbać o dobór opraw o zwiększonej klasie szczelności.

Modernizacja oświetlenia w fabryce oświetlenia (rok realizacji 2013)

Philips Lighting Poland Sp. z o.o. w Pile to największy producent oświetlenia w regionie. Przeprowadzona modernizacja oświetlenia w jednej z fabryk wchodzących w skład przedsiębiorstwa jest przykładem sprawnego połączenia technologii z oszczędnością. Podstawowym założeniem modernizacji oświetlenia w fabryce w Pile była optymalizacja funkcjonującego już systemu oświetleniowego, obejmującego 1280 sztuk opraw wyposażonych w źródła świetlówkowe (TLD Super 80 58W/840). Projekt polegał na wykorzystaniu miejsc, w których zainstalowane były oprawy starszego typu. W ich miejsce miały zostać zamontowane produkty innowacyjne, nowoczesne i bardziej funkcjonalne. Celem przeprowadzenia modernizacji było zwiększenie wydajno-

stycji wynosi zaledwie 2 lata. Wdrożony projekt posiada nie tylko walory ekonomiczne, lecz także wpływa pozytywnie na środowisko, ograniczając emisję CO₂ do atmosfery. Przeprowadzona modernizacja usprawnia system kontroli i konserwacji, co z kolei przyczynia się m.in. do ograniczenia przerw technologicznych, a zatem do redukcji przestojów w produkcji. Nowe oprawy ograniczają niekorzystne dla oczu oślnienie, przy jednoczesnym podwyższeniu natężenia oświetlenia i dodatkowo ujednolicają temperaturę barwową światła. Wpływa to na ogólny komfort użytkowania oświetlenia i zwiększenie widoczności, a przez to przekłada się na zmniejszenie liczby wypadków przy pracy.

Modernizacja oświetlenia w fabryce okien i drzwi (rok realizacji 2014)

Norweska firma NorDan została założona w 1926 r., a w Polsce prowadzi działalność od 2007 r. Obecnie ten producent nowoczesnych drzwi i okien osiąga obrót w wysokości 1,6 bln ko-

oświetlenie odpowiadał polski oddział firmy Philips.

System oświetlenia miał być wszechstronny, funkcjonalny i kompatybilny z technicznym wyposażeniem fabryki. Praktyczne testy przeprowadzone na terenie nowo powstającego obiektu z użyciem kompaktowych, wydajnych i ekologicznych opraw LED firmy Philips, przekonały inwestora o trafności zaproponowanych rozwiązań, a także o ich spójności z założeniami architektonicznymi. Napięty harmonogram prac sprawił, że dostawy i montaż systemu oświetlenia odbywały się etapami. Łączny czas tych operacji wyniósł 4 miesiące. To dobry czas realizacji, zważywszy na tempo budowy i zastosowanie aż 20 różnych rodzin produktowych, liczących łącznie 1400 elementów. W gamie tej znalazły się takie oprawy oświetleniowe, jak Pacific LED, ClearFlood, SmartBalance, CoreView Panel czy GreenSpace. Wymagającym zadaniem było połączenie sterowania oświetleniem z nadrzędnym systemem KNX, zarządzającym takimi elementa-



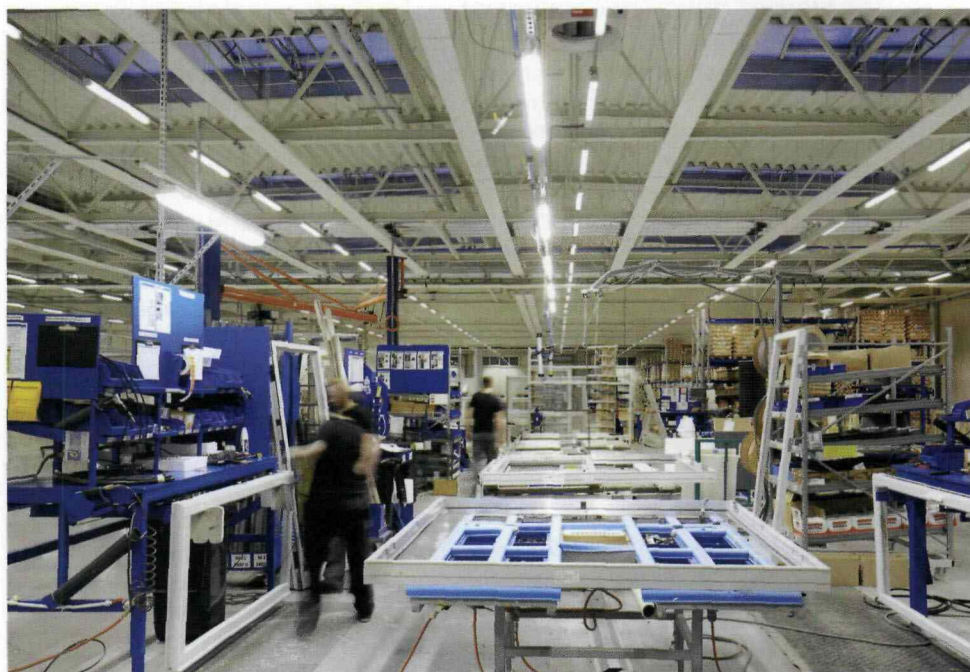
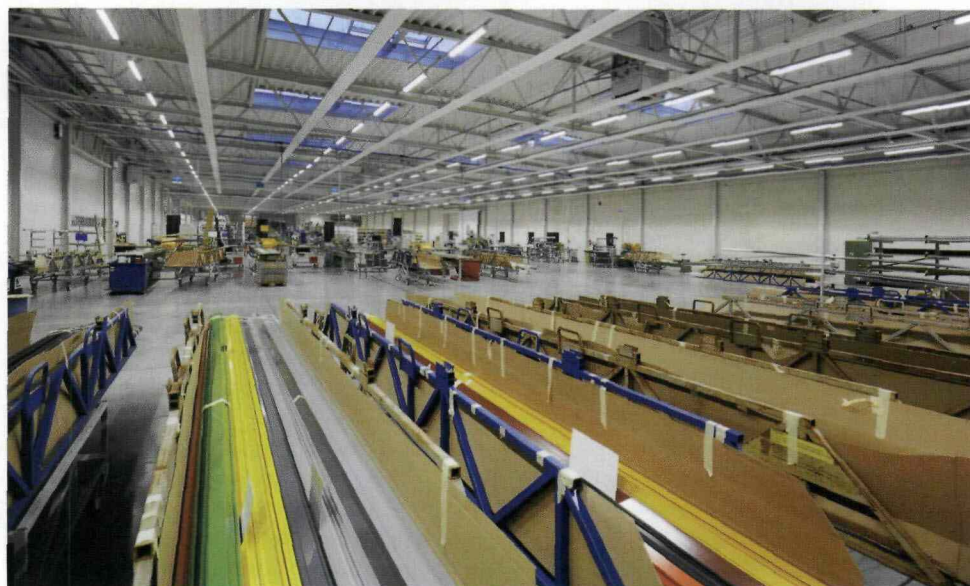
Fot. Philips

mi, jak klimatyzacja, alarm i monitoring. Za sprawą czujników mierzących natężenie oświetlenia na zewnątrz oraz wykrywających ruch personelu wewnątrz oświetlanego obiektu, system KNX automatycznie dostosowuje poziom oświetlenia na terenie całej fabryki.

– Dzięki zintegrowanym systemom zarządzania w ciągu godzin funkcjonowania zakładu oświetlenie elastycznie dopasowuje się do panujących w nim warunków, przyciemniając się na czas obecności ograniczonej liczby pracowników lub całkowicie wyłączając przy ich czasowej nieobecności – mówi Maciej Sosiński, chief engineer, NorDan Sp. z o.o. – Jesteśmy bardzo zadowoleni z zastosowanego oświetlenia. Tak duże obiekty jak zakłady produkcyjne stanowią wyzwanie dla projektantów światła, których zadaniem jest nie tylko rozświetlenie dużej, ciemnej powierzchni, ale także stworzenie rozwiązań efektywnych na wielu płaszczyznach. Jednymi z ważniejszych są komfort i bezpieczeństwo pracy pracowników.

Rozwiązania zaproponowane przez firmę Philips pozwalają osiągnąć oszczędności przekraczające 70% w porównaniu z tradycyjnym systemem oświetlenia bez systemu sterowania. Wynik ten znacznie skraca czas zwrotu inwestycji. Technologia LED charakteryzuje się dużo mniejszą emisją szkodliwego CO₂ niż tradycyjne świetlówki fluorescencyjne. To niezwykle ważny argument dla firmy NorDan, przywiązującej olbrzymią wagę do tego, by jej działalność nie szkodziła środowisku naturalnemu.

Norweski producent drzwi i okien słynie również z troski o swoich pracowników. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom LED załoga fabryki w Wolsztynie



Modernizacja oświetlenia w firmie NorDan

Radostaw Fabisiak

product marketer controls & systems

Czym powinny kierować się zakłady produkcyjne poszczególnych branż, wybierając nowe oświetlenie?

Wspólnym wymogiem stawianym instalacjom oświetlenia przemysłowego jest zazwyczaj bezobsługowość polegająca na minimalizacji zabiegów konserwacyjnych. Oprawy LED pozwoliły na wyeliminowanie konieczności wymiany źródeł światła, a inteligentne systemy sterowania i kontroli opraw pozwoliły ponadto na zdalne monitorowanie stanu opraw oświetleniowych, dzięki czemu funkcjonowanie instalacji oświetleniowej może być monitorowane zdalnie, przez konserwatora, bez konieczności wykonywania bezpośrednich inspekcji na hali produkcyjnej. Kolejnym krokiem jest wdrażane przez firmę Philips, na kilku projektach w Polsce, monitorowanie centralne, pozwalające na

zdalny przegląd instalacji oświetleniowej w kilku zakładach produkcyjnych w różnych częściach kraju lub regionu z jednego centralnego punktu. System nie tylko raportuje ewentualne usterki, ale i śledzi na bieżąco zużycie energii, pozwala na zaplanowanie z wyprzedzeniem zabiegów konserwacyjnych oraz optymalizację wykorzystania instalacji oświetleniowej przez dostosowanie jej do zmieniających się wymogów poszczególnych fabryk. LED-y to przewidywalne źródło światła, które daje się łatwo sterować i monitorować – warto o tym pamiętać również przy modernizacji instalacji oświetleniowej. Nawet najprostsze systemy sterowania w optymalnych warunkach pozwalają uzyskać ponad 60% oszczędności kwoty, którą wydajemy na rachunki związane z oświetleniem elektrycznym.

ma zapewnione optymalne warunki pracy. Właściwy poziom oświetlenia przekłada się na komfort i eliminuje ryzyko uszczerbku na zdrowiu. Długie i bezproblemowe działanie systemu oświetlenia sprzyja z kolei efektywnej produkcji. Wdrożenie tego projektu oświetleniowego wpływa także pozytywnie na środowisko, ograniczając emisję CO₂ do atmosfery. Zastosowane rozwiązanie generuje wymierne oszczędności, skracając czas potrzebny do zarządzania obiektem i wpisuje się w filozofię inwestora, polegającą na eliminowaniu zbędnych czynników z procesu funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Modernizacja oświetlenia w fabryce piwa (rok realizacji 2014)

Kompania Piwowarska S.A. sprzedaje rocznie ok. 13–15 mln hektolitrów piwa, które produkowane jest w trzech browarach – w Poznaniu, w Tychach oraz w najmniejszym, zlokalizowanym w Białymstoku. W swoim planie rozwoju na lata 2010–2020 firma założyła zmniejszenie o połowę emisji CO₂ emitowanego przez te browary. Jedną z ciekawszych inwestycji zrealizowanych przez Kompanię w ramach strategii ekologicznej odpowiedzialności biznesu jest modernizacja oświetlenia w magazynie wyrobów gotowych browaru w Białymstoku. Za kompleksowe wdrożenie inteligentnego systemu opraw oświetleniowych odpowiadała firma **Trilux Polska** Sp. z o.o. W wytwarzającym przeszło 1,5 mln hektolitrów piwa rocznie zakładzie zastąpiono metalohalogenkowe oprawy *high-bay* starej generacji, LED-owymi liniami szybkiego montażu oraz

wdrożono inteligentny system zarządzania oświetleniem. Modernizacja miała dwuaspektowy charakter, ponieważ zdecydowano się tutaj na wprowadzenie zmiany technologicznej w zakresie stosowanych źródeł światła oraz zastosowano innowacyjne rozwiązanie regulacyjne, działające w oparciu o trzy typy sensorów. W Browarze Białystok wykorzystano czujniki pozwalające na automatyzację sterowania lampami w zależności od natężenia światła dziennego, stopnia wypełnienia magazynu oraz czynności prowadzonych w zakładzie.

– Czujniki natężenia światła dziennego pozwalają na dostosowanie pracy opraw do ilości naturalnego światła docierającego do pomieszczeń browaru przez dachowe świetliki – mówi Filip Gabryelczyk, ekspert firmy **Trilux Polska**, odpowiedzialny za realizację tego projektu. – Dotychczas oprawy pracowały pełną mocą, niezależnie od tego, jak jasno było wewnątrz. Zaimplementowanie systemu sterowania działającego w oparciu o czujniki światła dziennego pozwoliło na duże oszczędności, szczególnie w miesiącach letnich, kiedy dzień jest długi, a światło słoneczne wystarczająco mocne.

Inteligentny układ sterowania wdrożony w ramach modernizacji oświetlenia pozwala na optymalizację pracy opraw również w zależności od wypełnienia przestrzeni magazynowej. Dzięki czujnikom odległości system jest w stanie rozpoznać stopień wypełnienia miejsca przez palety, w efekcie oprawy są automatycznie wyłączone w obszarach zajętych przez palety, aby nie oświetlać miejsc chwilowo nieużytkowanych przez pracowników.

W procesie modernizacji oświetlenia szczególnie nacisk położono na zapewnienie odpowiednich warunków świetlnych w alejkach roboczych, w których w danym momencie przebywają ludzie. Czujniki ruchu rejestrują ich obecność, rozświetlając aktualnie używane strefy. Gdy w danym korytarzu nikogo nie ma, wysyłany jest sygnał obniżenia natężenia światła. W obiekcie wyodrębniono obszary, w których w momentach bezruchu natężenie światła spada do 25% wartości, a w pozostałych jest ono całkowicie wygaszane. Sterowanie oświetleniem poszczególnych stref ustalono na podstawie obserwacji ruchu w magazynie i po konsultacjach z użytkownikami, aby zapewnić optymalne warunki pracy i wygenerować jak największe oszczędności. Z tych samych przyczyn wymienione zostało również zewnętrzne oświetlenie magazynów browaru. Rozmieszczone na elewacji zakładu wysokopiętne lampy sodowe starej generacji zastąpiono oprawami LED.

Z obliczeń ekspertów firmy **Trilux** wynika, że wymiana metalohalogenkowych lamp *high-bay* z diodowymi oprawami liniowymi pozwoliła na ograniczenie poboru prądu o 50%. Zastosowanie trzech typów czujników przyniosło dalsze oszczędności sięgające, w zależności od pory roku, 25–35% stanu początkowego. W ujęciu końcowym ta dwuaspektowa modernizacja oświetlenia wewnętrznego umożliwiła zredukowanie zużycia energii o 75–85% w stosunku do stanu początkowego.

– Wskutek modernizacji oświetlenia w Browarze Białystok związane z nim średnie zużycie energii elektrycznej w okresie zimowym zmniejszyło się z 24 do 6 kW – podkreśla Filip Gabryelczyk. – Czas zwrotu z inwestycji został oszacowany na 19 miesięcy. Po tym okresie oszczędności wynikające ze zmniejszenia kosztów pobieranej energii przekładają się już na czysty zysk dla inwestora.

Po realizacji wdrożenia dostawca wykonuje okresowe przeglądy instalacji. W ich ramach możliwa jest korekta wysterowania ustawień systemu oświetlenia w przypadku zmiany organizacji procesów w zakładzie. Regularnie kontrolowany jest także stan techniczny opraw.

Modernizacja oświetlenia w fabryce papierosów (rok realizacji 2014)

Światowy producent wyrobów tytoniowych Philip Morris International, dążąc m.in. do zmniejszenia emisji CO₂, sukcesywnie wdraża w swoich zakła-

dach na całym świecie kolejne energetyczne modernizacje. Przykładem jest krakowski zakład Philip Morris Polska S.A., gdzie w ramach tych działań przeprowadzono całościową wymianę systemu oświetlenia w hali fabryczno-magazynowej. Decyzję o modernizacji systemu oświetleniowego podjęto w oparciu o wyniki wizji lokalnej, dokonanej przez przedstawiciela firmy **Trilux Polska Sp. z o.o.** Wizyta projektanta miała na celu zebranie informacji na temat źródeł światła zastosowanych w zakładzie, porównanie ich parametrów z wymaganiami normatywnymi i potrzebami wskazanymi przez klienta oraz oszacowanie wymiernych korzyści związanych z inwestycją.

– Punktem wyjścia do rozpoczęcia realizacji było dostarczenie wycień jasno wskazujących, że modernizacja oświetlenia przełoży się na rzeczywiste zmniejszenie kosztów energii elektrycznej i ograniczenie emisji CO₂ – wyjaśnia Dariusz Zając, menedżer regionu w firmie **Trilux Polska**. – Istotnym czynnikiem okazało się również wskazanie rozwiązań, które pozwolą na skrócenie do minimum czasu zwrotu z inwestycji. By spełnić oczekiwania klienta, przeprowadziliśmy obliczenia niezbędne do opracowania nowego projektu systemu oświetlenia. Pozwala on na optymalizację funkcjonowania opraw i uzyskanie w efekcie znaczących oszczędności. Stosunek prognozowanych korzyści ekologicznych, technologicznych i finansowych do nakładów inwestycyjnych okazał się wystarczająco korzystny, by podjęto decyzję o wdrożeniu proponowanych rozwiązań.

Pierwszy etap modernizacji w fabryce Philip Morris Polska obejmował efektywne rozplanowanie systemu oświetlenia w jednej z hal produkcyjno-magazynowych oraz wymianę źródeł światła na bardziej wydajne. LAMPY metalohalogenkowe starej generacji zastąpiono przemysłową linią świetlówek w technologii T5. W wymagających szczególnie dobrych parametrów oświetleniowych obszarach roboczych zastosowano dodatkowo oprawy LED o mocy 60 W.

– Nasze wstępne wycięcia przewidywały, że oszczędności wynikające z modernizacji źródeł światła i optymalizacji systemu oświetleniowego przyczynią się do osiągnięcia zwrotu z inwestycji w ciągu 18 miesięcy – relacjonuje Dariusz Zając. – Dane, które przekazał nam Philip Morris w miesiąc po wykonaniu realizacji, okazały się jeszcze bardziej optymistyczne. Według obliczeń działu technicznego, wydatki energe-

tyczne na oświetlenie zmodernizowanej hali w niektórych obszarach zmniejszyły się o ponad 60%.

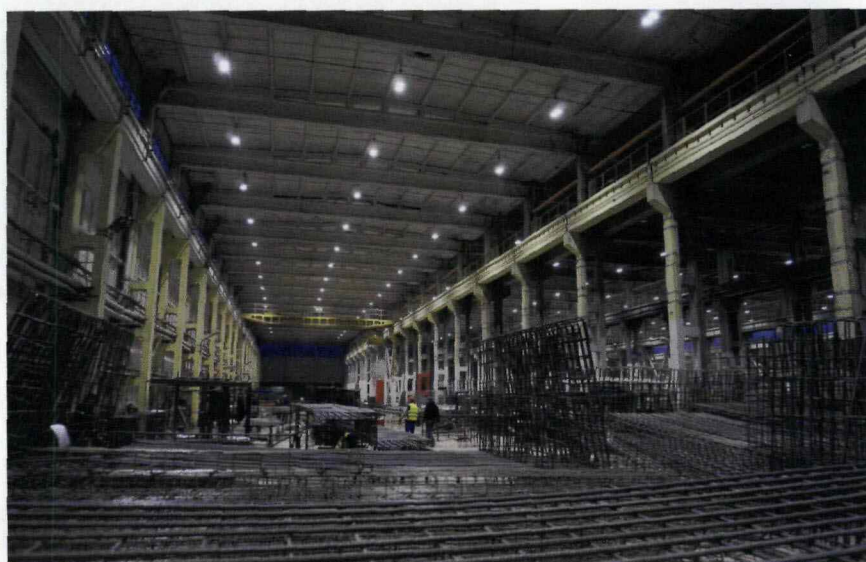
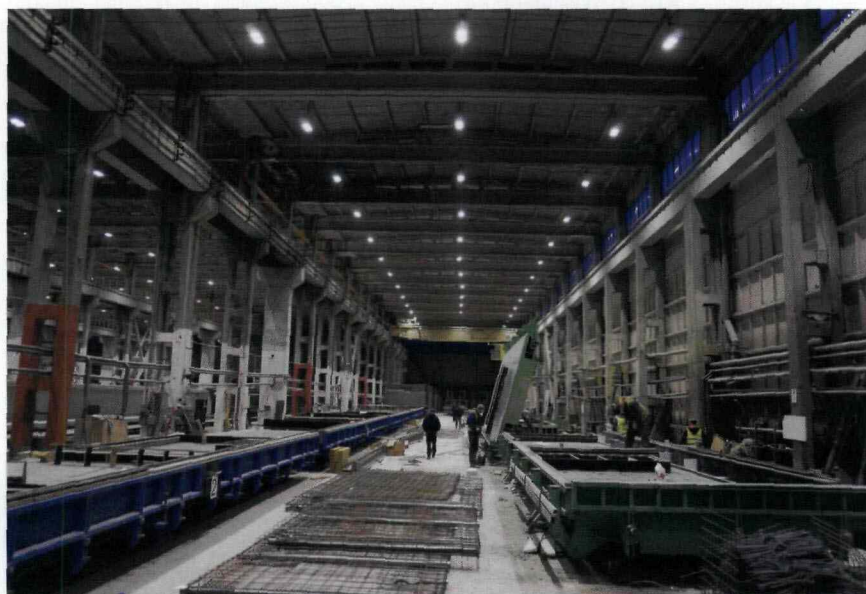
Znaczące obniżenie poziomu zużycia energii elektrycznej, przekładające się na ograniczenie emisji CO₂, to nie jedyna korzyść wynikająca z przeprowadzonej modernizacji. Dzięki zmianom technologicznym poprawie uległa również jakość światła. W ramach realizacji ujednolicono typy opraw w całym obiekcie, znacząco zwiększając elastyczność systemu oświetlenia. Standaryzacja źródeł światła przyczyniła się tym samym do ułatwienia czynności serwisowych wykonywanych przez służby techniczne.

Modernizacja oświetlenia w zakładzie prefabrykacji betonu (rok realizacji 2015)

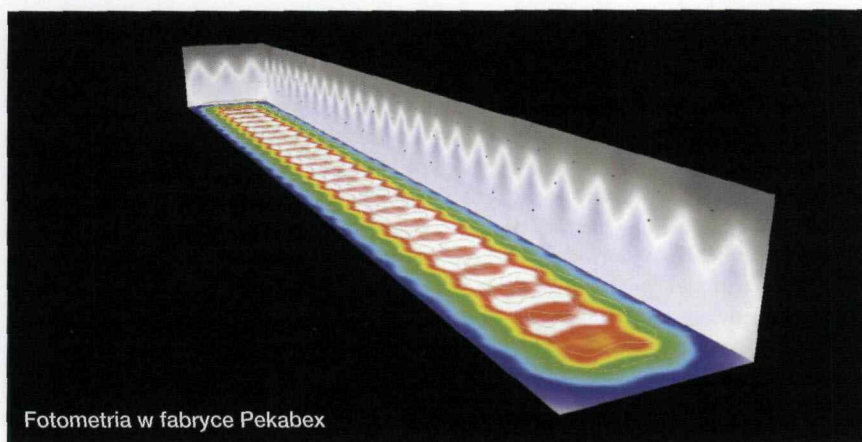
Pekabex to polski wytwórca żelbetonowych i sprężonych konstrukcji prefabrykowanych (m.in. belki stropowe,

dźwigary, wykończone płyty ściennie, płyty TT oraz słupy – o długości do 120 m i ciężarze dochodzącym aż do 120 ton). Produkty tego typu wykorzystywane są głównie w budownictwie wielokubaturowym (czyli np. przy stawianiu hal produkcyjnych, magazynów, biur, obiektów handlowych, dworców i parkingów). Grupa Pekabex posiada obecnie cztery zakłady produkcyjne zlokalizowane w Poznaniu, Bielsku-Białej, Mszczonowie k. Warszawy oraz w Gdańsku.

W 2015 r. firma ATM Lighting Sp. z o.o., specjalizująca się w produkcji przemysłowych opraw oświetleniowych, przeprowadziła audyt oświetleniowy, wykonała projekt oraz przeprowadziła modernizację oświetlenia w hali produkcyjnej Pekabex Bet S.A. w Gdańsku-Kokoszkach. Przeprowadzone badania wstępne ukazały niedostateczny poziom oświetlenia stanowisk roboczych



Modernizacja oświetlenia w firmie Pekabex



Fotometria w fabryce Pekabex

– niezgodny z zaleceniami opisanymi w normie PN-EN 12464-1 z grudnia 2012 r., według których natężenie światła w miejscu pracy na stanowisku przygotowania materiałów powinno wynosić 200 lx, natomiast przy formowaniu zgrubnym i ogólnych pracach mechanicznych – 300 lx. Wykonane pomiary na terenie hali produkcyjnej wykazały natężenie oświetlenia na poziomie jedynie 61 lx.

Inżynierowie firmy ATM Lighting zaproponowali wymianę dotychczasowych opraw rtęciowych na nowoczesne i energooszczędne, odporne na wysokie zapylenie i gwarantujące zgodne z normą natężenie światła naświetlacze HPL430LED. Dokonane obliczenia wyraźnie wskazują na wysoką efektywność energetyczną zaproponowanych opraw HPL430LED, co bezpośrednio

przekłada się na obniżenie kosztów energii elektrycznej o ponad 55% przy jednoczesnym znaczącym zwiększeniu średniego natężenia o 228% oraz poprawieniu równomierności oświetlenia. Ponadto w obliczeniach nie uwzględniono kosztów serwisu, wymiany niesprawnych źródeł światła oraz innej obsługi niezbędnej podczas korzystania z konwencjonalnych opraw oświetleniowych – co jeszcze bardziej przechyliła szalę opłacalności na stronę technologii LED.

Oprócz względów finansowych i komfortu pracowników nie bez znaczenia jest również wpływ oświetlenia na środowisko naturalne. W wyniku wymiany opraw rtęciowych typu *high-bay* na naświetlacze LED nowej generacji – emisja CO₂ do atmosfery zmniejszy się o 55%. Rok po dokonaniu modernizacji hali produkcyjnej dyrek-

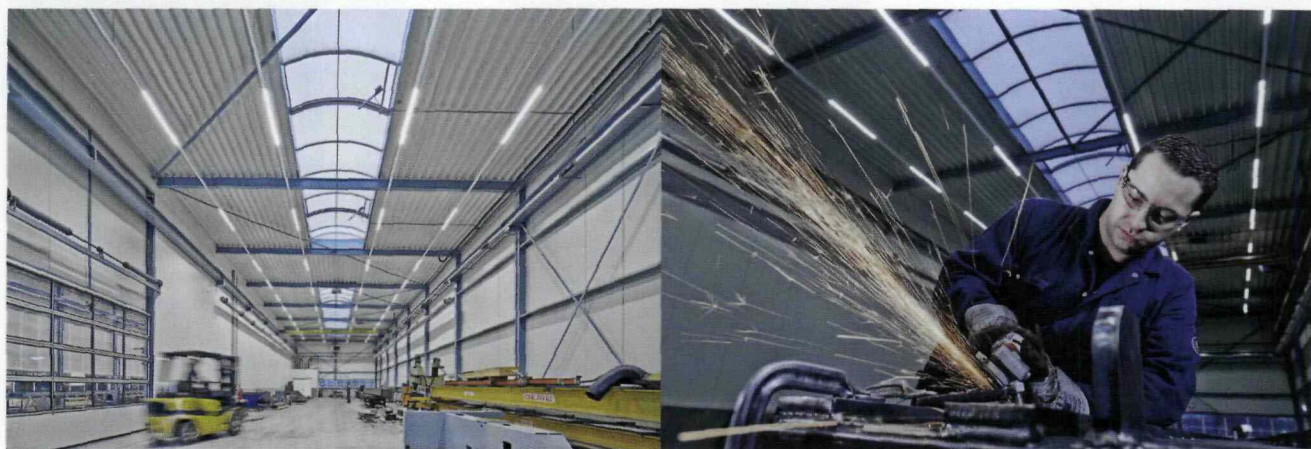
cja gdańskiego oddziału firmy Pekabex Bet S.A. zdecydowała się na wymianę oświetlenia w zakładowej malarni i stolarni. W dalszej perspektywie planują także zastąpienie konwencjonalnego oświetlenia w magazynie wydajnymi oprawami LED.

Modernizacja oświetlenia w holenderskiej fabryce maszyn (rok realizacji 2015)

Fabryka maszyn Otten powstała w 1887 r. w holenderskiej Bredzie. Początkowo firma zajmowała się instalacjami gazowymi oraz rowerami. Dziś jest kompleksowym dostawcą zróżnicowanych maszyn przemysłowych, tworzonych zgodnie ze specyfikacjami klientów. Ekspersi firmy projektują, wytwarzają i montują plastikowe bądź metalowe części o zadanych parametrach, dostosowanych do potrzeb indywidualnych przedsiębiorstw. Tak, jak precyzyjne muszą być wykroje elementów do montażu, tak precyzyjne były również wytyczne właściciela firmy dotyczące nowego systemu opraw. Za kluczowy wymóg uznano stworzenie warunków oświetleniowych zapewniających komfort i wysoką jakość pracy na wszystkich stanowiskach – od tokarek i wyrzynarek, po szlifierki, spawalnice i linie montażowe. Inwestor oczekiwał od oświetlenia także elastyczności oraz długiej żywotności, pozwalających do minimum ograniczyć czas potrzebny na serwisowania lamp.

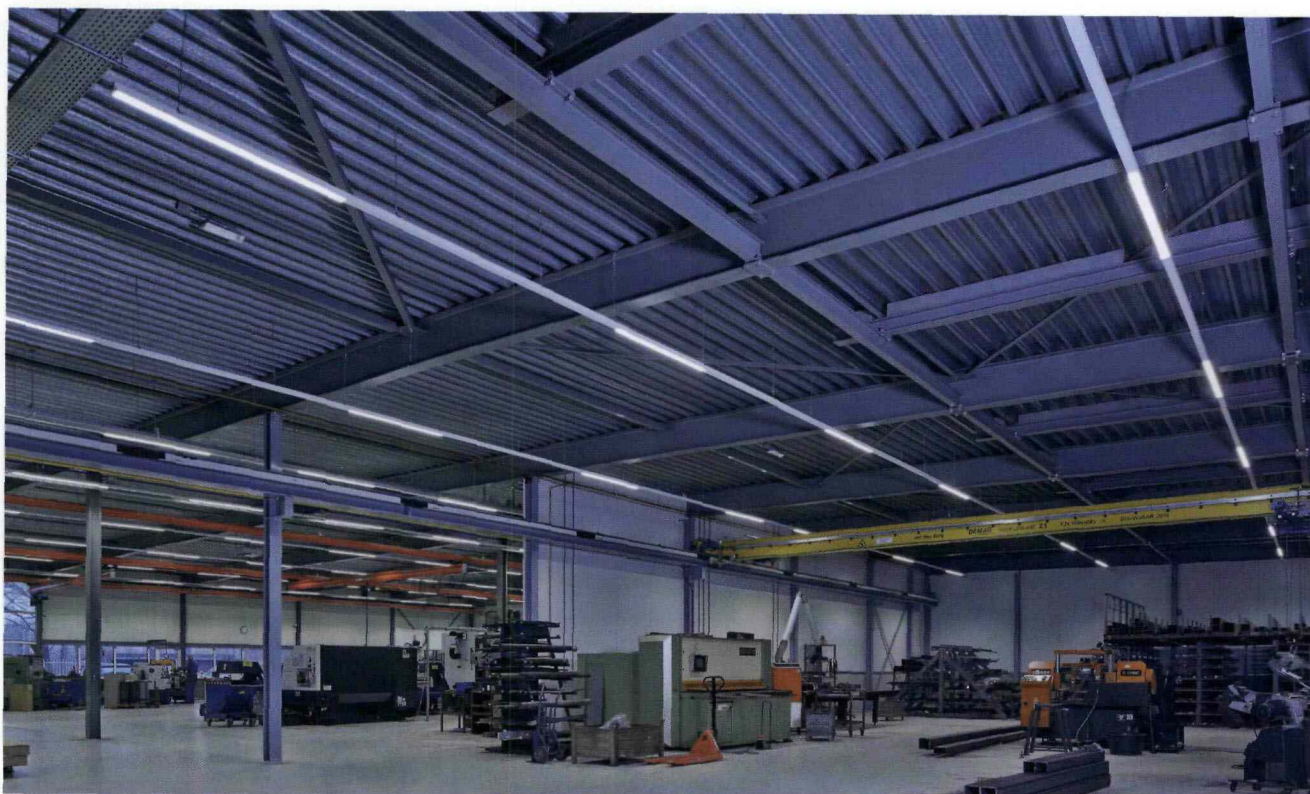
Fot. ATM Lighting

Modernizacja oświetlenia w firmie Otten



Fot. Trilux

Oprócz względów finansowych i komfortu pracowników nie bez znaczenia jest również wpływ oświetlenia na środowisko naturalne. W wyniku wymiany opraw rtęciowych typu *high-bay* na naświetlacze LED nowej generacji – emisja CO₂ do atmosfery zmniejszy się o 55%.



Modernizacja oświetlenia w firmie Otten

Łączna powierzchnia zakładu w Breźnie wynosi 2800 m², a jego wysokość to 6 m. Na tej przestrzeni znajdują się zróżnicowane stanowiska robocze, linie montażowe, korytarze transportowe oraz strefy składowania surowców i produktów gotowych. Przed modernizacją zainstalowane były oprawy o mocy 150 W, dające strumień świetlny na poziomie 7300 lm. Rozmieszczono je tak, by natężenie światła spełniało wytyczne dla poszczególnych stanowisk.

– Choć stosowane dotychczas w zakładzie oświetlenie było z normatywnego punktu widzenia wystarczające, istniało duże pole do usprawnień – mówi Maciej Gronert, projektant oświetlenia **Trilux Polska**. – Nowoczesne rozwiązania pozwalały osiągnąć przyjemniejsze i jaśniejsze światło dużo mniejszym kosztem.

Po konsultacji z ekspertami zdecydowano się na zastosowanie linii świetlnych w technologii LED, charakteryzujących się dużo większą niż w przypadku dotychczasowych lamp skutecznością świetlną oraz sprzyjającą wydajnej pracy temperaturą barwową.

– Po uwzględnieniu wszystkich danych zalekomendowano rozmieszczenie w zakładzie 175 opraw E-Line LED o strumieniu świetlnym 8300 lm – dodaje Maciej Gronert. – W porównaniu z dotychczasowym rozwiązaniem wydajność



Fot. Trilux

Maciej Gronert

projektant oświetlenia, **TRILUX Polska**

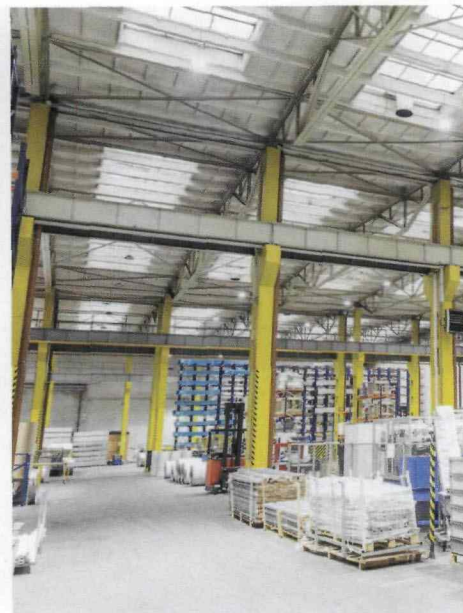
Jakiego typu oświetlenie bądź system zarządzania oświetleniem sprawdzi się najlepiej w warunkach przemysłowych i dlaczego? Jakie parametry oświetlenia mają realny wpływ na jakość i bezpieczeństwo pracy?

Do opisanego wymagań względem oświetlenia miejsca pracy w dokumentach normatywnych wykorzystuje się m.in. takie terminy, jak: natężenie oświetlenia, rozkład luminacji, oślnienie i oddawanie barw. Ze względu na fakt, że poziom tych parametrów wpływa na szybkość i sposób realizacji zadań, w tabelach podaje się wartości zapewniające poprawne wykonanie pracy danego rodzaju. Systemy zarządzania oświetleniem pomagają ograniczać koszty eksploatacji przy zachowaniu jakości światła zgodnej z tymi wytycznymi. Najczęściej stosowane inteligentne układy sterowania pozwalają na optymalizację pracy opraw w zależności

od natężenia światła w pomieszczeniu oraz obecności ludzi w konkretnych strefach. Ustawienia dla poszczególnych obszarów powinny być ustalane na podstawie obserwacji ruchu i przebiegu procesów realizowanych w zakładzie. W celu zapewnienia optymalnych warunków funkcjonowania i wygenerowania jak największych oszczędności, parametry warto skonsultować także z pracownikami. Od niedawna na rynku są dostępne innowacyjne interfejsy dla projektantów i użytkowników systemów oświetleniowych umożliwiające wprowadzanie zmian ustawień z poziomu tabletu lub smartfona. Rozwiązania, których przykładem jest aplikacja LiveLink, sprawiają, że tryb pracy oświetlenia może dostosować nie tylko planista czy technik, ale także inwestor i użytkownik. Pozwala to na samodzielne dynamiczne modyfikacje ustawień w zależności od bieżących potrzeb.



Modernizacja oświetlenia w firmie BUDMAT



systemu wzrosła z 49 do ponad 120 lm/W. Natężenie światła po modernizacji wynosiło, w zależności od potrzeb w poszczególnych strefach, od 350 do 750 lx. Dodatkowym usprawnieniem było zastosowanie neutralnego, białego światła o temperaturze barwowej 4000 K.

Wykorzystane oprawy charakteryzują się gładką powierzchnią ułatwiającą czyszczenie osadzających się na niej pyłów poprodukcyjnych. Ich system montażu umożliwia szybkie przemieszczenie lamp, gdy zmianie ulegnie organizacja pracy w zakładzie. Dodatkowym czynnikiem pozwalającym zmniejszyć koszty serwisowania jest żywotność na poziomie 50 000 roboczogodzin. Wdrożone rozwiązanie zaowocowało nie tylko ograniczeniem poborów energii elektrycznej, ale także długofalowym obniżeniem kosztów serwisowania. Dzięki wykorzystaniu ekologicznego rozwiązania inwestor mógł ubiegać się o państwową dotację. W Holandii wynosi ona 10,5% od całkowitej sumy przeznaczanej na modernizację. Podobne programy realizowane są w Polsce przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Modernizacja oświetlenia w fabryce materiałów budowlanych (lata realizacji 2014–2016)

W latach 2014–2016 przeprowadzona została modernizacja oświetlenia w trzech zakładach firmy BUDMAT w Płocku, Ciechanowie i Włocławku. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w produkcji blachdachówki i materiałów budowlanych. Dotychczasowy przestarzały system oświetlenia maga-

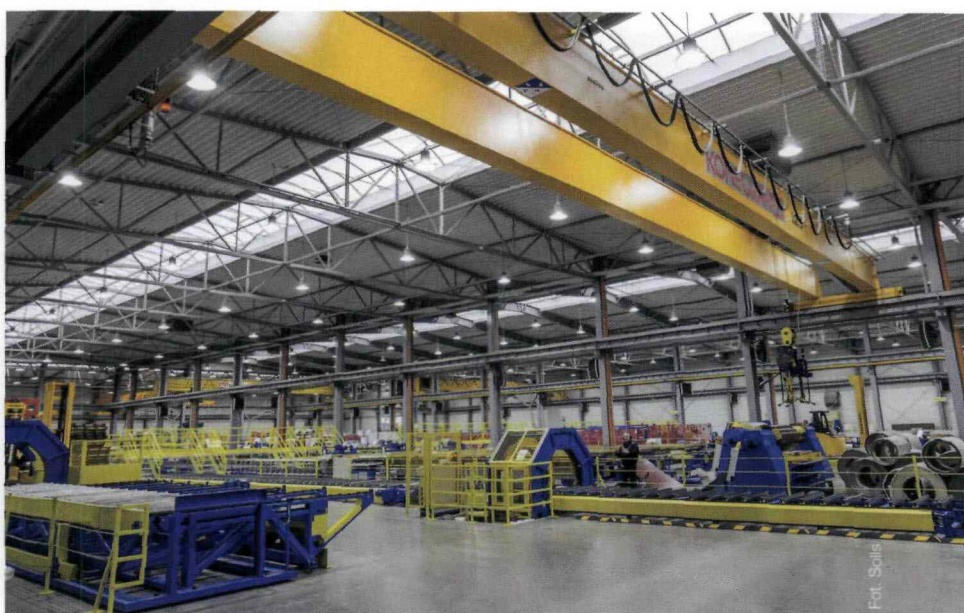
zynów wysokiego składowania oraz hal przemysłowych firmy BUDMAT, oparty głównie na lampach rtęciowych i metalohalogenkowych, zamieniony został na nowoczesne i energooszczędne oprawy LED marki SOLLIS. Projekt nowego oświetlenia ponad 20 hal produkcyjnych i magazynowych przygotował zespół firmy In4Poland Sp. z o.o., która jest właścicielem tej marki.

– Funkcjonalny projekt systemu oświetlenia hali przemysłowej powinien spełniać szereg kryteriów, związanych zarówno z parametrem ilościowo-jakościowym, jak i ekonomicznym – podkreśla Piotr Tokarski, prezes zarządu In4Poland Sp. z o.o. – Prawidłowo wykonany projekt musi być przede wszystkim zgodny z wymaganiami normy PN-EN 12464-1, która zapewnia bezpieczeństwo pracy. Rozwiązania oświetleniowe dla przemysłu oferowane przez markę SOLLIS przygotowywane są tak, aby możliwe było ich rozbudowywanie oraz łączenie z innowacyjnymi systemami sterowania. Daje to szansę na późniejsze rozszerzenie funkcjonalności takiego systemu oświetleniowego. Dzięki stosowanemu przez nas systemowi sterowania oświetleniem

klienci uzyskują nie tylko pełną kontrolę nad każdą lampą, co przekłada się na znaczne oszczędności finansowe, ale także wydłuża się żywotność źródeł LED poprzez redukcję czasu pracy oświetlenia na maksymalnej mocy.

Celem modernizacji w zakładzie BUDMAT była poprawa efektywności energetycznej systemu oświetleniowego oraz poprawa jakości oświetlenia hal przemysłowych i magazynów. Nowy system oświetlenia musiał spełniać zarówno wymagania stawiane przez normy, jak i uwzględniać specyfikę zakładu, aby w możliwie największym stopniu zapewnić bezpieczeństwo oraz wydajność pracy. Szczególnie ważnym aspektem podczas wyboru opraw było ograniczenie olśnienia, głównie w magazynach wysokiego składowania, gdzie zjawisko oślepienia mocno obniża komfort pracy, a często nawet jest niebezpieczne dla operatorów podnośników obsługujących magazyn. Oprawy SOLLIS zostały wyposażone w indywidualnie zaprojektowany układ optyczny, który z powodzeniem wyeliminował problem olśnienia. Już na samym początku ważny był szczegółowy wywiad z inwestorem, ustalenie jego wymagań, oczekiwań oraz zebranie

Dopełnieniem funkcjonalności może być zastosowanie czujników światła słonecznego, które automatycznie zmniejszą pobór mocy oprawy proporcjonalnie do wkładu światła słonecznego w całkowitą wartość natężenia światła.

case study **INDUSTRIAL**

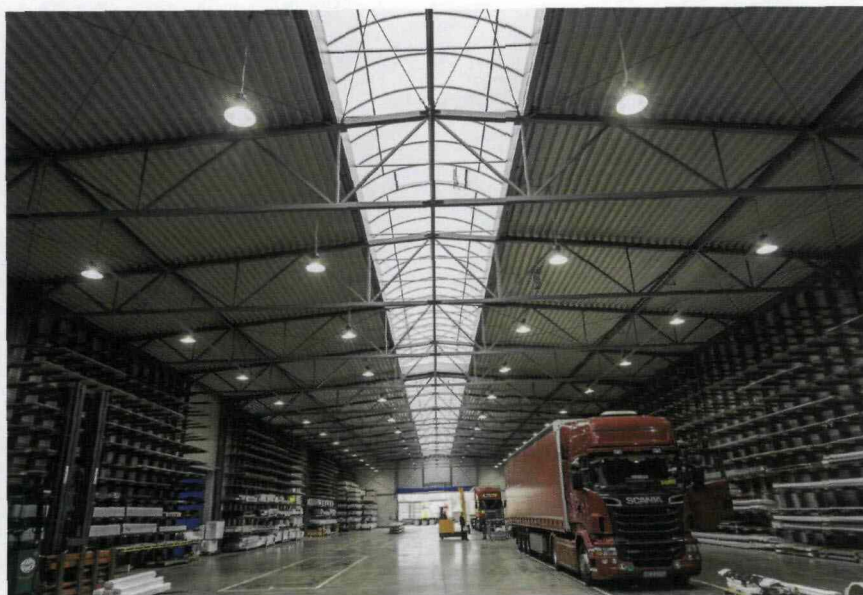
istotnych informacji z punktu widzenia poprawnego wykonania projektu, który zagwarantuje mu wymagane parametry oświetlenia miejsc pracy, a przy tym obniżenia kosztów eksploatacji systemu.

W kolejnym etapie został wykonany prototyp oprawy wyposażonej w odpo-

wiedni układ optyczny pozwalający na ograniczenie olśnienia. Po przeprowadzeniu testów u klienta, a następnie po zaakceptowaniu ostatecznej wersji projektu oprawy, został on przekazany do działu produkcji w Rzeszowie. Realizacja każdego z etapów produkcji lamp trwała

ok. 6 tygodni, a czas ten wykorzystywany był do przygotowania się klienta do wymiany opraw.

Nowa instalacja oświetleniowa podniosła komfort i bezpieczeństwo pracy, a także znacznie zmniejszyła koszty eksploatacyjne. Dodatkową oszczęd-



Modernizacja oświetlenia w firmie BUDMAT

Fot. Solls

ność czasu oraz kosztów osiągnięto, wyposażając nową instalację w innowacyjny system sterowania SOLLS, dzięki czemu obsługa stała się łatwiejsza i bardziej wygodna. W zakładzie zamontowano łącznie ok. 1200 lamp. Jako główne oświetlenie hal oraz magazynów wybrano model oprawy typu HIGHBAY z rodziny SOLLS ILH oraz SOLLS ILC. Łączna zainstalowana moc wyniosła niewiele ponad 100 kW, zagwarantowano także obniżenie mocy o ponad 60% w stosunku do istniejącej instalacji. Z przeprowadzonej kalkulacji wynika, że inwestycja zwróci się w ciągu 2,5 roku. Obniżony poziom zużycia energii elektrycznej to także mniejsza emisja CO₂ do atmosfery, która została ograniczona aż o prawie 600 ton rocznie. Instalacja nowego systemu oświetleniowego przebiegła szybko, nie zakłócając codziennej pracy zakładu.

Modernizacja oświetlenia w magazynie wysokiego składowania (rok realizacji 2016)

Należąca do francuskiej grupy kapitałowej firma SPIE Polska Sp. z o.o. specjalizuje się w kompleksowych usługach z zakresu technicznego, infrastrukturalnego i finansowo-handlowego zarządzania nieruchomościami oraz w obszarze *facility management consulting*. Firma oferuje swoje usługi w ponad 150 obiektach w całej Polsce. Są to obiekty z sektorów: biurowego, przemysłowego, logistycznego oraz retail. Firma SPIE Polska zdecydowała się na modernizację oświetlenia w hali wysokiego składowania o powierzchni 9400 m², w obiekcie magazynowym zlokalizowanym w Chorzowie. Projekt zrealizowano w miesiąc, a dostawcą tego rozwiązania była firma TelForceOne S.A., producent m.in. liniowych opraw LED marki

Force Light typu ARGOS o mocy od 50 W do 200 W. Przed modernizacją firma SPIE korzystała z 448 opraw 2 × 58 W. Moc całkowita instalacji oświetleniowej wynosiła 60,04 kW, roczne zużycie energii 518,4 MWh, a średnie natężenie światła w obszarze pomiędzy regałami 55 lx.

W ramach przeprowadzonej modernizacji zainstalowano 252 oprawy LED ARGOS o mocy 100 W. Po modernizacji średnie natężenie światła wzrosło ponad trzykrotnie – do 175 lx. Moc całkowita (nominalna) instalacji LED zmniejszyła się do 25,20 kW. Długością spadło także roczne zużycie energii do zaledwie 94,79 MWh. Z obliczeń wynika, że dzięki wprowadzonym zmianom roczne oszczędności na zużyciu energii wynoszą 111 230 zł. Dla porównania wartość tej inwestycji wyniosła 214 200 zł, a wartość uzyskanych białych certyfikatów związanych z oszczędnością zużycia energii 55 500 zł (37 × 1500 zł). Finalne obliczenia wskazują, że czas zwrotu z uwzględnieniem białych certyfikatów to 15,4 miesiąca.

– W wyniku modernizacji natężenie światła wzrosło ponad 3 razy, gdybyśmy pozostawili je na dotychczasowym poziomie, wówczas wartość inwestycji ze względu na mniejszą liczbę opraw byłaby trzykrotnie mniejsza, a czas zwrotu w tym konkretnym przypadku wynosiłby zaledwie ok. 5 miesięcy – zauważa Janusz Jackiewicz, dyrektor techniczny TelForceOne S.A. – Zastosowanie liniowych opraw LED typu ARGOS w magazynach wysokiego składowania pozwala na redukcję zużycia energii nawet o 95% w stosunku do wartości występujących przed modernizacją. Tak duże oszczędności możliwe są dzięki trzem czynnikom. Specjalny system soczewek ukierunkowuje strumień świetlny w optymalnym zakresie kątów świecenia, szerokich wzdłuż regałów i wąskich pomiędzy regałami, dzięki temu uzyskuje się wysokie natężenie światła na powierzchni podłogi. Kolejnym rozwiązaniem są inteligentne mikrofalowe czujniki ruchu, które można programować na różne sposoby w zakresie zasięgu, czasu świecenia oprawy oraz poziomu natężenia światła. Dopelnieniem funkcjonalności jest zastosowanie czujników światła słonecznego, które automatycznie zmniejszają pobór mocy oprawy proporcjonalnie do wkładu światła słonecznego w całkowitą wartość natężenia światła. Generuje to znaczne oszczędności energii.