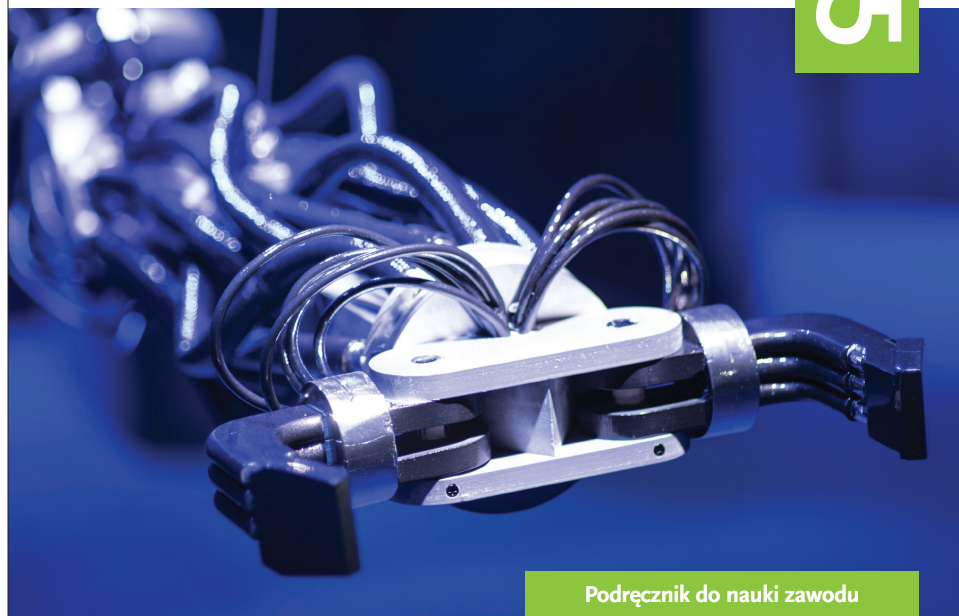


REFORMA
2017

Część 2

Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji, maszyn i urządzeń elektrycznych

EE.05



Podręcznik do nauki zawodu

- TECHNIK ELEKTRYK
- ELEKTRYK



Branża elektroniczna, informatyczna
i elektryczna

2017
ZAPOWIEDŹ

**PUBLIKACJA DO NOWEJ
PODSTAWY PROGRAMOWEJ**

PREMIERA: SIERPIEŃ 2017



Podręczniki do nowej podstawy programowej

BRANŻA ELEKTRONICZNA, INFORMATYCZNA I ELEKTRYCZNA

TECHNIK MECHATRONIK, MECHATRONIK



Montaż, uruchamianie i konserwacja urządzeń i systemów mechatronicznych. Część 1

TECHNIK MECHATRONIK, MECHATRONIK



Montaż, uruchamianie i konserwacja urządzeń i systemów mechatronicznych. Część 2

TECHNIK ELEKTRYK, ELEKTRYK



Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji maszyn i urządzeń elektrycznych. Część 1

TECHNIK ELEKTRYK, ELEKTRYK



Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji maszyn i urządzeń elektrycznych. Część 2

TECHNIK INFORMATYK



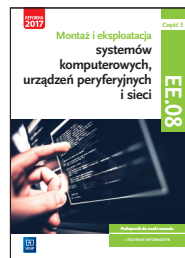
Montaż i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i sieci. Część 1

TECHNIK INFORMATYK



Montaż i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i sieci. Część 2

TECHNIK INFORMATYK



Montaż i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i sieci. Część 3



WYDAWNICTWA
SZKOLNE
i PEDAGOGICZNE

wsip.pl | infolinia: 801 220 555 | sklep.wsip.pl

Szanowni Państwo,

z przyjemnością prezentujemy Państwu fragmenty **nowego podręcznika, spełniającego wszystkie wymagania nowej podstawy programowej** kształcenia w zawodach. Jest to publikacja gwarantująca skuteczne przygotowanie do egzaminów zawodowych, napisana językiem zrozumiałym dla ucznia i wzbogacona o atrakcyjny materiał ilustracyjny.

Prawdziwa nowość, warta Państwa uwagi.

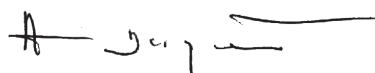
Od 1 września 2017 roku w klasach (semestrach) pierwszych wszystkich typów szkół prowadzących kształcenie zawodowe będzie wdrażana nowa podstawa programowa kształcenia w zawodach, którą przygotowano na podstawie nowej klasyfikacji zawodów. Najważniejsze zmiany polegają na ograniczeniu liczby kwalifikacji do dwóch lub jednej w zawodach dotychczas trójkwalifikacyjnych oraz umożliwieniu absolwentom branżowych szkół I stopnia kontynuacji nauki w szkole II stopnia i uzyskaniu tytułu technika. Modyfikacji ulegają także efekty kształcenia opisane w podstawie programowej. Część z nich znacznie rozszerzono, inne dodano – zarówno w kwalifikacjach, jak i efektach wspólnych dla obszaru czy grupy zawodów. Oznacza to, że skuteczną pracę z uczniem i przygotowanie do nowego egzaminu potwierdzającego kwalifikacje w zawodzie trzeba będzie oprzeć na **podręcznikach zgodnych z nową podstawą programową**, które Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne przygotowują na rok szkolny 2017/2018.

Aby umożliwić Państwu zapoznanie się z naszym podręcznikiem, prezentujemy wykaz zawartych w nim treści oraz fragmenty wybranych rozdziałów.

Wierzymy, że przygotowana przez nas oferta umożliwi Państwu efektywną pracę oraz pomoże w skutecznym przygotowaniu uczniów i słuchaczy do egzaminu – zarówno w części pisemnej, jak i praktycznej.

Zapraszamy do korzystania z naszego podręcznika.

Warto uczyć z nami!



Artur Dzigański

Dyrektor Kształcenia Zawodowego

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna

**REFORMA
2017**

Reforma systemu oświaty wprowadza istotne zmiany do kształcenia zawodowego. To ogromne wyzwanie dla szkół, kadry kierowniczej i nauczycielskiej.

Jesteśmy gotowi, by Was wspierać.

- Przygotowaliśmy ofertę podręczników dostosowanych do nowej podstawy programowej.
- Zapraszamy na szkolenia z obszarów zarządzania, nadzoru pedagogicznego, prawa i inne dostępne w ofercie ORKE.
- Zachęcamy do udziału w konferencjach, e-konferencjach, webinarium odpowiadających na potrzeby kadry nauczycielskiej.
- Pomagamy zwiększyć atrakcyjność i konkurencyjność placówki na rynku dzięki Systemowi Certyfikacji Zawodowych Certup, który uzupełni jej ofertę.
- Wspieramy i edukujemy kadre placówki w zakresie pozyskiwania funduszy europejskich na kształcenie zawodowe.
- Zapewniamy bezpłatne materiały dydaktyczne i metodyczne dla nauczycieli. Sprawdź na: ucze.pl, WSiP.net, zdasz.to.

sklep.wsip.pl

 **KLUB NAUCZYCIELA**
ucze.pl

 wsipnet.pl

WWW.ZDASZ.TO

 **OR
Ke**

Szczegółowe informacje na wsip.pl/szkoly-zawodowe

Dołącz do nas na



facebook.com/ksztalcimyzawodowo

REFORMA
2017

Część 2

Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji, maszyn i urządzeń elektrycznych

EE.05

Irena Chrzęszczyk
Anna Tąpolska

Podręcznik do nauki zawodu

- TECHNIK ELEKTRYK
- ELEKTRYK



Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia w zawodach na podstawie opinii rzeczoznawców:

Rok dopuszczenia: 2017

Zawód: **technik elektryk i elektryk.**

Kwalifikacja: **EE.05. Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji, maszyn i urządzeń elektrycznych.**

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Warszawa 2017

Wydanie I (rzut I)

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Zbigniew Dzedzic** (redaktor prowadzący)

Konsultacja: mgr inż. **Andrzej Rodak**

Redakcja językowa: **Anna Kapuścińska**

Redakcja techniczna: **Elżbieta Walczak**

Projekt okładki: **Dominik Krajewski**

Fotoedycja: **Agata Bażyńska**

Skład i łamanie: **Małgorzata Ciesińska**

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna

00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96

KRS: 0000595068

Tel.: 22 576 25 00

Infolinia: 801 220 555

www.wsip.pl

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że podjęły starania mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępują zgodnie z art. 29 ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że są jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w wypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

Publikacja, którą nabyłaś / nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegła / przestrzegali praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

prawoLubni

Szanujmy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

SPIS TREŚCI

1. Wiadomości wstępne	8
2. Wytwarzanie i przesyłanie energii elektrycznej	11
2.1. Elektrownie	12
2.2. Sieci elektroenergetyczne	16
2.3. Rodzaje stacji rozdzielczych	20
2.4. Urządzenia rozdzielcze	22
2.5. Zwarcia w układach elektroenergetycznych	28
2.5.1. Rodzaje zwarć	28
2.5.2. Zwarcia w sieciach niskiego napięcia	36
3. Rodzaje kabli i przewodów elektrycznych	
3.1. Budowa i oznaczenia przewodów elektroenergetycznych	44
3.2. Łączenie przewodów	48
3.3. Budowa i oznaczenia przewodów w liniach napowietrznych	52
3.3.1. Przewody gołe	52
3.3.2. Przewody izolowane	54
3.4. Łączenie przewodów w liniach napowietrznych	56
3.5. Budowa i oznaczenia kabli	58
3.6. Łączenie kabli	61
3.7. Przewody i kable do zastosowań specjalnych	65
3.7.1. Przykłady przewodów stosowanych w przemyśle górniczym	66
3.8. Nagrzewanie się przewodów pod wpływem przepływu prądów	69
3.9. Elektrodynamiczne działanie prądów zwarciovych	72
3.10. Obciążalność prądowa przewodów elektrycznych	75
3.10.1. Długotrwała obciążalność prądowa przewodów	79
3.10.2. Obciążalność prądowa przewodów przy zmiennych obciążeniach	87
3.10.3. Obciążalność zwarciova przewodów	88
3.10.4. Dopuszczalne temperatury graniczne dla przewodów obciążonych długotrwale i przy zwiarcich	90
3.11. Kryteria doboru przekroju przewodów	93
4. Sprzęt i osprzęt w instalacjach elektrycznych	
4.1. Podstawowe pojęcia dotyczące łączników niskiego napięcia	100
4.1.1. Podział łączników ze względu na pełnioną funkcję w obwodzie	100
4.2. Rodzaje, budowa i schematy połączeń łączników instalacyjnych... ..	106
4.3. Łączniki drążkowe i warstwowe	110
4.4. Gniazda wtyczkowe i wtyczki stosowane w instalacjach elektrycznych	114
4.5. Bezpieczniki	118
4.6. Wyzwalacze i wyłączniki instalacyjne	126
4.7. Wyłączniki nadprądowe	134
4.8. Styczniki	138
4.9. Wyłączniki różnicowoprądowe	145
4.10. Rozłączniki	151
4.11. Łączniki bezstykowe	156

4.12.	Ograniczniki przepięć	159
4.13.	Przełączniki i czujniki	168
4.14.	Zasady ogólne montażu instalacji	175
4.15.	Montaż przewodów w instalacjach mieszkaniowych	179
4.16.	Montaż przewodów w instalacjach przemysłowych	183

5. Oświetlenie elektryczne

5.1.	Podstawowe wielkości świetlne	190
5.2.	Źródła światła elektrycznego	193
5.3.	Lampy żarowe i halogenowe	196
5.4.	Lampy fluorescencyjne i wyładowcze	100
5.5.	Świetlówki kompaktowe	208
5.6.	Lampy LED	211
5.7.	Rodzaje oświetlenia	216
5.8.	Oprawy oświetleniowe	218

6. Budowa i rodzaje instalacji elektrycznych

6.1.	Części składowe instalacji elektrycznej	226
6.2.	Rodzaje instalacji elektrycznych	232
6.3.	Instalacje odbiorcze	234
6.4.	Instalacje sygnalizacyjne	237
6.5.	Instalacje piorunochronne	240
6.6.	Montaż instalacji i narzędzia	244
6.7.	Dokumentacja instalacji elektrycznych	249

7. Ochrona przeciwporażeniowa

7.1.	Porażenie prądem elektrycznym	254
7.2.	Środki ochrony przeciwporażeniowej	258
7.3.	Przewody ochronne	261
7.4.	Uziemienia	266
7.5.	Samoczynne szybkie wyłączenie zasilania	273
7.5.1.	Samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układach sieciowych typu TN	274
7.5.2.	Samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w sieciach typu TT	279
7.5.3.	Ochrona przed dotykiem pośrednim w sieciach typu IT	281
7.6.	II klasa ochronności	284
7.7.	Separacja odbiorników	286
7.8.	Izolowanie stanowiska	288
7.9.	Nieziemione połączenia wyrównawcze	290
7.10.	Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim	292
7.11.	Sprzęt ochronny	296
7.12.	Uwalnianie porażonego spod napięcia i pierwsza pomoc	299

8. Wskaźniki energetyczne

306

9. Zasady i zakres konserwacji instalacji elektrycznych

9.1.	Oględziny, próby i pomiary instalacji elektrycznych	310
9.2.	Rozpoznanie uszkodzeń instalacji elektrycznych	314

9.3. Wymiana uszkodzonych elementów instalacji elektrycznych i dobór zamienników	319
9.4. Protokół z oględzin	321

10. Badania i pomiary instalacji elektrycznych

10.1. Sprawdzenie ciągłości i pomiar rezystancji przewodów fazowych i ochronnych	326
10.2. Pomiar rezystancji izolacji przewodów	329
10.3. Pomiar rezystancji izolacji instalacji	331
10.4. Pomiar rezystancji uziomu	334
10.5. Pomiar parametrów instalacji	339
10.6. Pomiar impedancji pętli zwarcia	342
10.7. Sprawdzanie skuteczności środków ochrony	345
10.8. Pomiar natężenia oświetlenia	354

11. Normy i przepisy prawa dotyczące wykonywania prac konserwacyjnych instalacji elektrycznych 356

Wykaz pojęć	359
Wykaz podstawowych pojęć w językach polskim, angielskim i niemieckim	361
Literatura	364

Źródła ilustracji i fotografii

Tekst główny: s. 9 – R. Kirilenko; s. 10 – R. Kirilenko, s. 11 – R. Kirilenko; s. 13 – R. Kirilenko; s. 16 – Wojciech Strozyk/REPORTER; s. 17 – Leféris Papaulakis; s. 18 – Osram; s. 19 – Osram; s. 20 – Osram; s. 21 – R. Kirilenko; s. 23 – R. Kirilenko, Osram; s. 24 – Vdeen Lighting Co. Ltd., Helios, Sunlite Electric, Philips, Osram; s. 28 – LUNIS R, Osram, s. 29 – Arcon, s. 30 – Siteco

2.1

Elektrownie

ZAGADNIENIA

- Rodzaje elektrowni
- Zasada działania elektrowni

Wszystkim zjawiskom fizycznym zachodzącym w naszym otoczeniu towarzyszą związane z nimi określone rodzaje energii, np. mechaniczna, jądrowa, cieplna, elektryczna. Energia jest wielkością fizyczną, określaną ogólnie jako zdolność danego ciała lub układu ciał do wykonania pracy.

Zgodnie z zasadą zachowania energii całkowita wartość wszystkich rodzajów energii pewnego układu zamkniętego pozostaje stała – mogą w nim jedynie zachodzić przemiany energetyczne jednej postaci energii w inną. Aby wytworzyć **energię elektryczną**, wystarczy w procesie energetycznym przetworzyć na nią inny rodzaj energii. Ten proces przetworzenia realizują budowane w tym celu **elektrownie**.

Elektrownia wytwarza energię elektryczną oraz dostarcza ją do systemu elektroenergetycznego. Urządzenia wytwarzające energię elektryczną to generatory synchroniczne lub generatory asynchroniczne (elektrownie wiatrowe).

Energia elektryczna jest dostarczana do odbiorców. Pobór energii wyznaczamy według wzoru:

$$W = P \cdot t,$$

gdzie:

W – energia (jednostką energii jest dżul – 1 J);

P – moc czynna odbiornika (jednostką mocy jest wat – 1 W);

t – czas (jednostką czasu jest sekunda – 1 s).

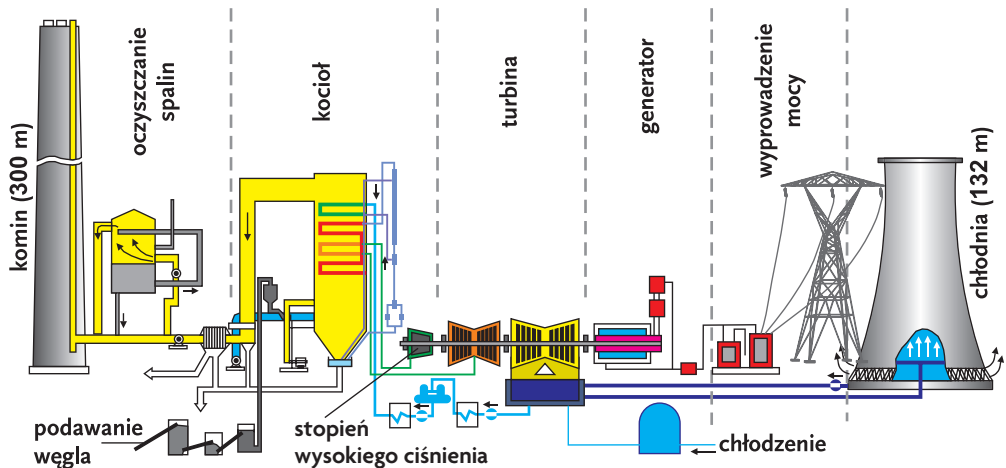
Liczniki energii elektrycznej mierzą pobraną energię w kilowatogodzinach kWh (k – przedrostek kilo – 1000, W – wat, h – godzina).

Jakość wytwarzanej i dostarczanej energii elektrycznej określają następujące parametry: wartość skuteczna znamionowego napięcia U [V], częstotliwość napięcia f [Hz], kształt przebiegu napięcia i symetria napięć trójfazowych.

W elektrowniach cieplnych konwencjonalnych, zwanych również kondensacyjnymi, energia chemiczna w postaci paliwa (węgiel kamienny lub brunatny) jest przetwarzana na energię elektryczną. Paliwo jest spalane w kotłach, które są przystosowane do wytwarzania pary wodnej o wysokiej temperaturze i ciśnieniu. Para wodna, rozprężając się, napędza turbinę parową. Na tym etapie energia cieplna, uzyskana w procesie spalania, zostaje przetworzona w energię mechaniczną, która następnie w generatorze (prądnicę prądu przemiennego) zostaje przetworzona na energię elektryczną. Wał turbiny połączony z wałem generatora tworzą turbozespół i wykonują 3000 obrotów na minutę, w wyniku czego otrzymujemy prąd zmienny o częstotliwości 50 Hz. Na zaciskach generatora powstaje napięcie, którego wartość jest zmieniana w transformatorze blokowym.

Transformator blokowy jest urządzeniem pośredniczącym do wprowadzania energii do systemu elektroenergetycznego.

Procesy zachodzące podczas przetwarzania energii chemicznej na ciepłą są przyczyną wydzielania się dużej ilości ciepła, które jest odprowadzane przez układ chłodzenia. Straty energii w postaci wydzielania się ciepła występują również w generatorach, w których jest konieczne zastosowanie systemów chłodzenia – stojan jest zazwyczaj chłodzony wodą, natomiast wirnik – wodorem. Do chłodzenia wykorzystuje się gazy obojętne, np. azot. W kolejnych, następujących po sobie, etapach przemiany otrzymuje się energię zawsze mniejszą od energii zużytej (różnicą są straty energii). Suma poszczególnych strat energii z kolejnych etapów ma wpływ na końcowy wynik i służy do określenia sprawności wytwarzania energii przez elektrownię.

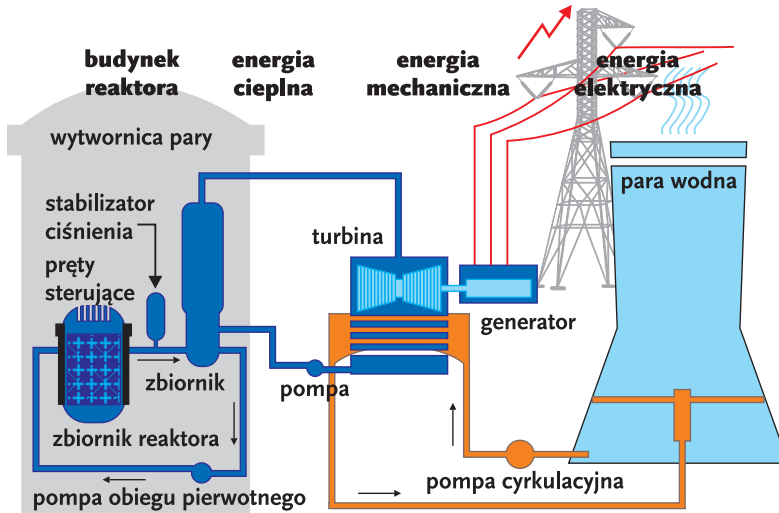


Rys. 2.1. Ogólny schemat technologiczny elektrowni węglowej na przykładzie budowy bloku energetycznego Elektrowni Bełchatów.

Elektrownie tego typu charakteryzują się małą sprawnością wytwarzania, tzn. tylko około 35–38% energii dostarczonej w postaci paliwa zostaje przetworzone na energię elektryczną.

Elektrownie jądrowe to elektrownie ciepłne, w których energia ciepła wytworzona na skutek rozszczepiania jąder atomów pierwiastków, takich jak uran, pluton czy tor, zostaje przetworzona na energię elektryczną. Do wytworzenia pary wodnej wykorzystuje się energię ciepłą powstającą podczas procesu rozszczepiania. Zasada działania jest podobna do działania elektrowni konwencjonalnej – oprócz części jądrowej, w której skład wchodzi: reaktor, pompy cyrkulacyjne oraz wytwornica pary. Kocioł parowy został tu zastąpiony reaktorem jądrowym, w którym zachodzą kontrolowane procesy rozszczepiania.

Elektrownie ciepłne konwencjonalne oraz elektrownie jądrowe wykorzystują nieodnawialne zasoby naturalne, takie jak węgiel, olej, gaz, uran, a tym samym zmniejszają ich złoża na naszej planecie. Efektem ubocznym takiego procesu wytwarzania energii elektrycznej są odpady powstałe w procesach technologicznych przyczyniające się do degradacji środowiska oraz zanieczyszczania atmosfery. Popyt na energię ciągle wzrasta, co powoduje wzrost zagrożenia zanieczyszczeniem środowiska naturalnego. To właśnie minimalizacja tego zagrożenia staje się problemem nie mniejszym niż samo wytwarzanie energii. Produkcja energii w tego typu elektrowniach wymaga ciągłego zwiększania nakładów na wdrażanie nowych proekologicznych technologii, a to powoduje wzrost kosztów wytworzenia energii elektrycznej.

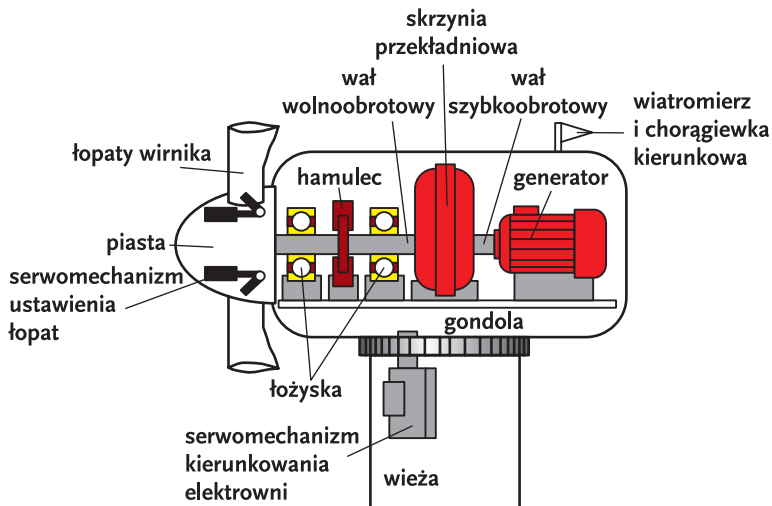


Rys. 2.2. Budowa i zasada działania elektrowni jądrowej

Elektrownie wykorzystujące **odnawialne źródła energii** nie mają wymienionych wyżej wad. Do takich elektrowni zaliczamy elektrownie: wiatrowe, wodne, słoneczne i geotermiczne.

Elektrownie wiatrowe przetwarzają energię kinetyczną wiatru na energię elektryczną.

Zasadniczym elementem elektrowni wiatrowej jest turbina wiatrowa, która zamienia energię kinetyczną wiatru na pracę mechaniczną (ruch obrotowy wirnika). Strumień wiatru padający na łopatki wirnika wywołuje jego ruch obrotowy. Ruch obrotowy łopatek wirnika obraca wał, który przekazuje energię mechaniczną przez napęd do generatora (obroty są zwiększane za pomocą przekładni). Większość współcześnie budowanych elektrowni wiatrowych, zainstalowanych w systemie elektroenergetycznym, jest wyposażona w generatory asynchroniczne. Transformatory umożliwiają przyłączenie elektrowni wiatrowych do sieci elektroenergetycznej.



Rys. 2.3. Budowa i zasada działania elektrowni wiatrowej

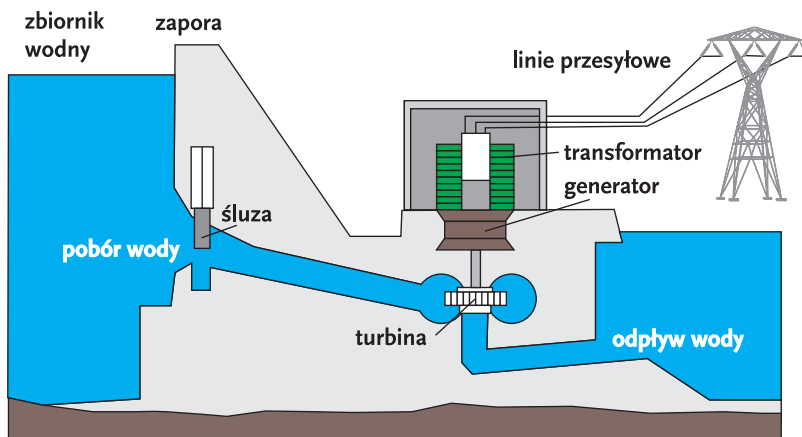
Ze względu na kierunek ustawienia osi wirnika turbiny rozróżniamy:

- turbiny o pionowej osi obrotu (np. rotorowe, bębnowe, karuzelowe),
- turbiny o poziomej osi obrotu (śmigłowe, wielopłatowe).

Z uwagi na wydajność oraz prostotę konstrukcji najczęściej instalowanym w elektrowniach wiatrowych typem turbiny jest turbina śmigłowa trójpłatowa o poziomej osi obrotu. Turbina ta jest mocowana na obrotowej gondoli umieszczonej na wieży o wysokości na ogół do 100 m.

Elektrownie wodne (hydroelektrownie) przetwarzają energię kinetyczną i potencjalną strumienia wody na energię elektryczną. Wykorzystuje się w nich wody śródlądowe oraz morskie. Przepływająca woda napędza turbinę hydrauliczną połączoną z generatorem. Elektrownie są wyposażone w zaporę pozwalającą na spiętrzenie i regulację przepływu wody. Elektrownie wodne dzielimy na:

- przepływowe – wykorzystujące ciągły napływowy ciek wodny,
- zbiornikowe (regulacyjne) – wykorzystujące utworzony przez sztuczną zaporę zbiornik wody znajdujący się przed elektrownią; spiętrzenie wody pozwala na produkcję energii o mocy większej niż moc odpowiadająca chwilowemu dopływowi wody do zbiornika,
- szczytowo-pompowe, w których w godzinach większego zapotrzebowania na energię elektryczną zbiorniki przepuszczają wodę ze zbiornika górnego do dolnego i wytwarzają energię. W czasie mniejszego zapotrzebowania na energię elektryczną (w nocy) zbiorniki górne są napełniane wodą ze zbiorników dolnych za pomocą pompy. Tego typu elektrownie pełnią funkcję akumulatorów energii dla systemu energetycznego.



Rys. 2.4. Schemat budowy i zasada działania elektrowni wodnej zbiornikowej (regulacyjnej)

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. W jaki sposób może być wytwarzana energia elektryczna?
2. Jakiego rodzaju energia jest przetwarzana na energię elektryczną?

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Porównaj elektrownie różnego typu pod względem możliwości ich wykorzystania.

2.2

Sieci elektroenergetyczne

ZAGADNIENIA

- Rodzaje sieci
- Podział sieci
- Układy sieciowe

Sieć elektroenergetyczna – zespół urządzeń powiązanych funkcjonalnie i współpracujących ze sobą oraz zbiór przewodów przeznaczonych do przesyłania, przetwarzania i rozdzielania na określonym terytorium wytworzonej w elektrowniach energii elektrycznej.

Sieci elektroenergetyczne (składają się z linii i stacji elektroenergetycznych) ze względu na pełnione funkcje w procesie dostawy energii elektrycznej dzielimy na:

- sieci przesyłowe (sieci o napięciu wyższym niż 110 kV),
- sieci rozdzielcze, dystrybucyjne (sieci o napięciu nie wyższym niż 110 kV).

Sieci przesyłowe zasilają stacje transformatorowo-rozdzielcze (główny punkt zasilający GPZ), w których energia o najwyższym napięciu jest przetwarzana na energię o średnim napięciu (WN/SN).

Sieć rozdzielcza zapewnia rozdzielenie i dostarczenie energii do odbiorców (linie i stacje 110 kV, SN i nn).

Sieci elektroenergetyczne przesyłają energię z elektrowni do stacji elektroenergetycznych (węzłów odbiorczych) i zapewniają rozdział energii pomiędzy odbiorcami za pomocą linii elektroenergetycznych napowietrznych i kablowych. W skład sieci elektroenergetycznej wchodzi stacje rozdzielcze, transformatorowe oraz transformatorowo-rozdzielcze.

Sieci elektroenergetyczne ze względu na napięcie znamionowe dzielimy na:

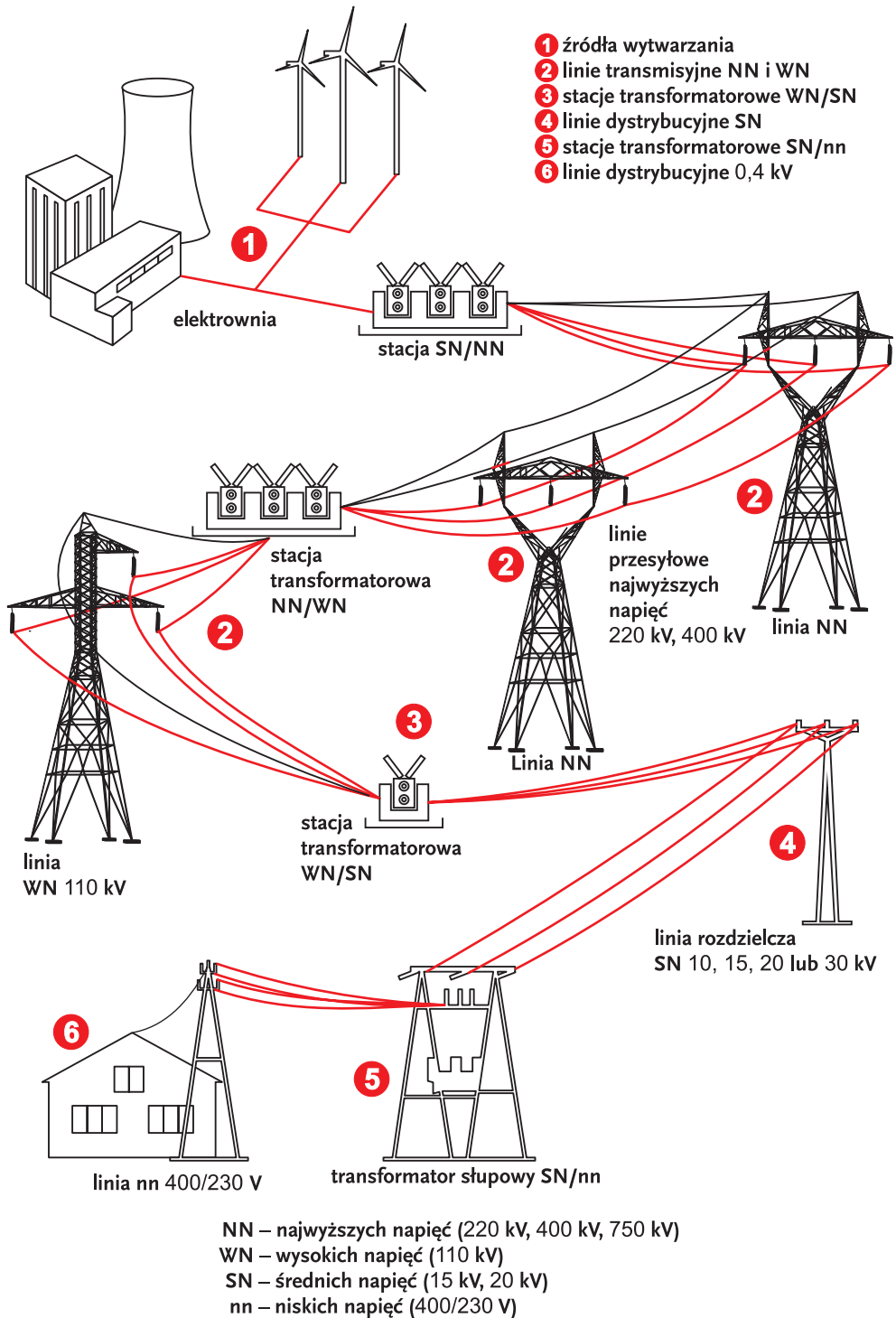
- sieci niskich napięć nn – napięcia poniżej wartości 1 kV,
 - sieci średnich napięć SN – napięcia nieprzekraczające wartości 100 kV (30, 20, 15, 10, 6 kV),
 - sieci wysokiego napięcia WN – napięcia o wartości 110 kV,
 - sieci najwyższych napięć NN – napięcia przekraczające wartość 100 kV (400, 220 kV).
- Sieci elektroenergetyczne ze względu na rodzaj przesyłanego napięcia dzielimy na:
- sieci prądu przemiennego,
 - sieci prądu stałego.

Sieci elektroenergetyczne ze względu na budowę dzielimy na:

- sieci napowietrzne,
- sieci kablowe.

Struktura sieci jest to jednoznacznie określony układ sieci wraz z parametrami poszczególnych urządzeń. Podstawowe struktury sieci dzielimy na:

- otwarte, zasilane tylko z jednej strony (promieniowe, magistralne),
- zamknięte, zasilane dwustronnie.



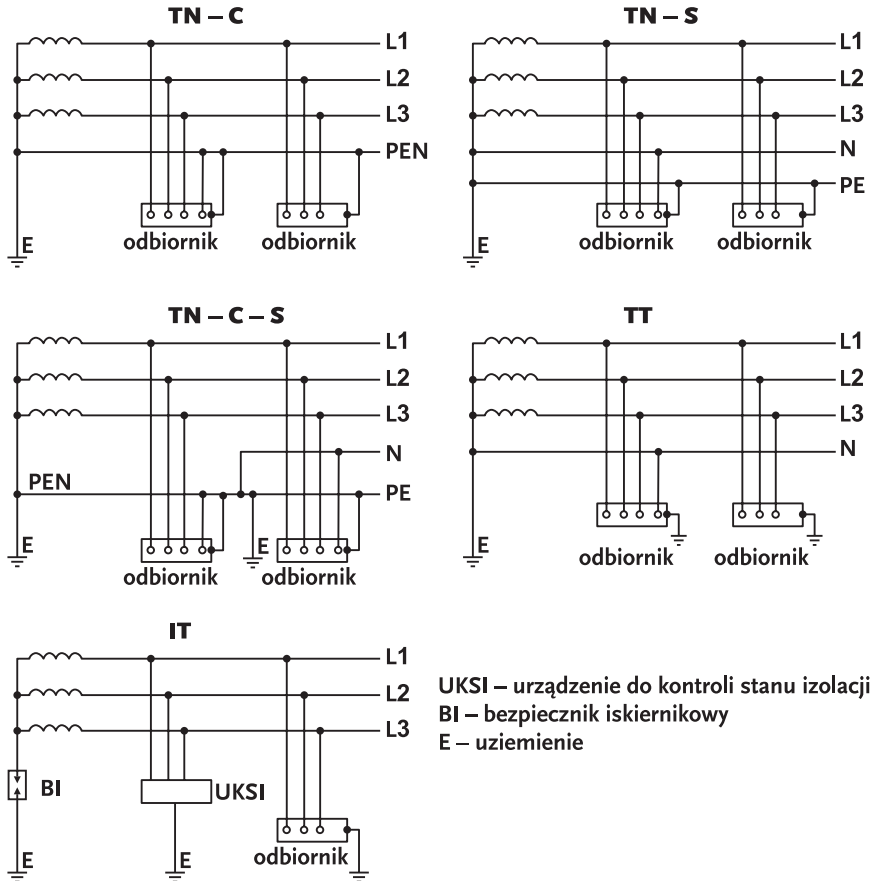
Rys. 2.5. Ogólny poglądowy schemat sieci elektroenergetycznej od wytwórcy do odbiorcy

Sieci niskiego napięcia

W celu scharakteryzowania rodzaju sieci należy określić:

- liczbę przewodów sieci,
- rodzaj uziemienia układu sieci.

Elektroenergetyczne sieci zasilające nn mogą być wykonane jako uziemione lub izolowane względem ziemi. Rysunek 2.6 przedstawia różne typy sieci oraz sposób przyłączenia do nich odbiorników.



Rys. 2.6. Układy sieci elektrycznych niskiego napięcia

Oznaczenia typu układu sieciowego zawierają ciąg liter. **Pierwsza litera określa związek między układem sieci a ziemią:**

- **T** – bezpośrednie połączenie jednego punktu sieci z ziemią;
- **I** – wszystkie części czynne izolowane od ziemi lub jeden punkt połączony z ziemią przez impedancję (opór pozorny) o bardzo dużej wartości.

Druga litera określa związek między częściami przewodzącymi dostępnymi, niepozostającymi w normalnych warunkach pracy pod napięciem, a ziemią:

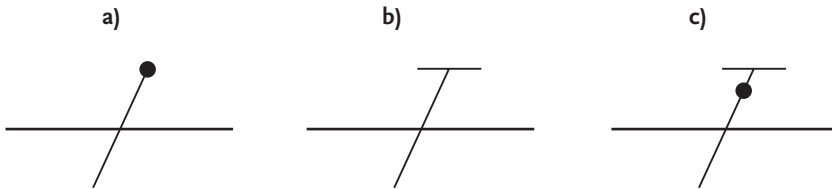
- **T** – bezpośrednie połączenie elektryczne części przewodzących dostępnych z ziemią, niezależnie od uziemienia któregoś z układów sieci;
- **N** – bezpośrednie połączenie części przewodzących dostępnych z uziemionym punktem układu sieci.

Trzecia i czwarta litera określają związek między przewodem neutralnym a ochronnym:

- **C** – układ posiada wspólny przewód ochronno-neutralny PEN;
- **N** – układ posiada przewód neutralny;
- **S** – układ posiada przewód ochronny PE i neutralny N, które są rozdzielone.

Poszczególne litery w oznaczeniu typów sieci są skrótami od słów:

- T** – (franc. *terre*) ziemia,
I – (ang. *isolate*) izolowany,
N – (ang. *neutral*) neutralny,
S – (ang. *separate*) oddzielny,
C – (ang. *combine*) łączony.



Rys. 2.7. Symbole graficzne przewodów stosowane na schematach układów sieci elektroenergetycznych: a) przewód neutralny N, b) przewód ochronny PE, c) przewód ochronno-neutralny PEN

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

2. Zdefiniuj pojęcie sieć elektroenergetyczna.
3. Jak dzielimy sieci elektroenergetyczne?
4. Omów kody literowe stosowane na oznaczeniach różnych układów sieci.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Porównaj pod względem budowy różne układy sieciowe.
2. Narysuj układ sieciowy TN-S.
3. Podaj różnicę między układem sieciowym TN-S a TN-C-S.

2.3

Rodzaje stacji rozdzielczych

ZAGADNIENIA

- Rodzaje stacji
- Urządzenia stacyjne

Stacja elektroenergetyczna to zespół urządzeń elektroenergetycznych, które służą do rozdziału, przetwarzania lub transformacji energii elektrycznej. Podstawowym elementem **stacji rozdzielczej** jest **rozdzielnica**. Służy ona do doprowadzenia i rozdziału energii elektrycznej do obwodów odbiorczych o tej samej wartości napięcia. Rozdzielnica wraz z wyposażeniem dodatkowym oraz budynkiem (pomieszczeniem) i terenem, na którym się znajduje, tworzy rozdzielnię.

a)



b)



Rys. 2.8. Przykłady urządzeń stacji elektroenergetycznych SE

Stacje rozdzielcze w zależności od pełnionej funkcji można podzielić na:

- transformatorowe, które dokonują transformacji (przetwarzania) energii z jednej wartości napięcia na inną;
- transformatorowo-rozdzielcze, w których skład wchodzi transformatory oraz rozdzielnice różnych napięć; w stacji tego typu, oprócz rozdziału energii, następuje zmiana parametrów energii, np. zmiana wartości napięcia.

W stacji elektroenergetycznej – oprócz transformatorów i rozdzielnic – znajdują się:

- urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej;



Rys. 2.9. Przykłady urządzeń wewnątrz stacji elektroenergetycznych SE

- urządzenia pomocnicze: źródła napięć potrzebne do zasilania obwodów sterowania i sygnalizacji oświetlenia oraz instalacje uziemień ochronnych, odgromowych, a także urządzenia łączności;
- w niektórych stacjach – nastawnie (pomieszczenia z przyrządami sygnalizacyjnymi, pomiarowymi, sterowniczymi, zabezpieczającymi), baterie kondensatorów do kompensacji mocy biernej, dławiki do ograniczania wartości prądu zwarciego.



Rys. 2.10. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych stanowisk napowietrznych baterii kondensatorów na stacjach elektroenergetycznych SE

W rozdzielnicy w zależności od potrzeb możemy zamontować: szyny zbiorcze, przewody, konstrukcje wsporcze, izolatory, aparaturę łączeniową oraz przekładniki.

Do urządzeń stacyjnych zaliczamy:

- transformatory;
- aparaturę łączeniową – łączniki (odłączniki, rozłączniki, wyłączniki) i bezpieczniki;
- przekładniki prądowe i napięciowe umożliwiające przeprowadzanie pomiarów; ich obwody wtórne są obwodami niskonapięciowymi, oddzielonymi galwanicznie od obwodów pierwotnych w obwodach sygnalizacji, zabezpieczeń i sterowania.

5.5

Świetłówki kompaktowe

ZAGADNIENIA

- Budowa świetłówki kompaktowej
- Właściwości świetłówki kompaktowej

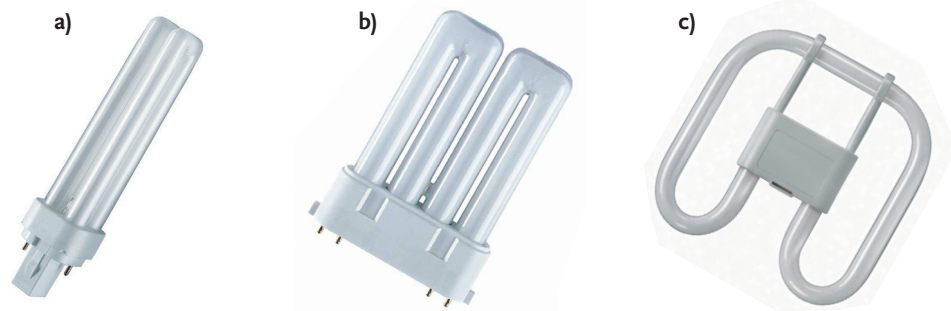
Świetłówki kompaktowe CFL (ang. *compact fluorescent lamp*) to lampy fluorescencyjne o takiej samej zasadzie działania jak świetłówki liniowe. Różnią się budową: rura szklana została podzielona na kilka części, odpowiednio ukształtowana i połączona. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwa stała się produkcja świetlówek, które wymiarami są zbliżone do większości żarówek tradycyjnych i halogenowych.

Podział świetlówek kompaktowych ze względu na sposób zasilania:

- świetłówki o zewnętrznym układzie zasilającym (wymagające opraw oświetleniowych z takim układem),
- świetłówki ze zintegrowanym układem zapłonowym.

Świetłówki kompaktowe przeznaczone do zewnętrznego układu zasilającego, zawierającego zapłonnik oraz statecznik, są stosowane zarówno w starszych typach rozwiązań, gdzie układy stabilizacyjno-zapłonowe były wykonywane podobnie jak w przypadku świetlówek liniowych (jako układy zewnętrzne w specjalnie zaprojektowanych oprawach), jak i w nowych systemach oświetlenia opartych na współpracy z elektronicznymi układami zasilającymi. Rozróżnia się świetłówki przeznaczone do współpracy z konwencjonalnymi oraz elektronicznymi układami zasilającymi. W układach konwencjonalnych wykorzystuje się trzonki dwukołkowe, natomiast w elektronicznych – czterokołkowe.

Producenci oferują zarówno świetłówki całkowicie pozbawione dodatkowych urządzeń stabilizacyjno-zapłonowych, jak i z wbudowanym samym zapłonnikiem (wymagają opraw wyposażonych jedynie w statecznik). Dostępne są świetłówki z trzonkami G23, G24, 2G7, 2G10, GR8.



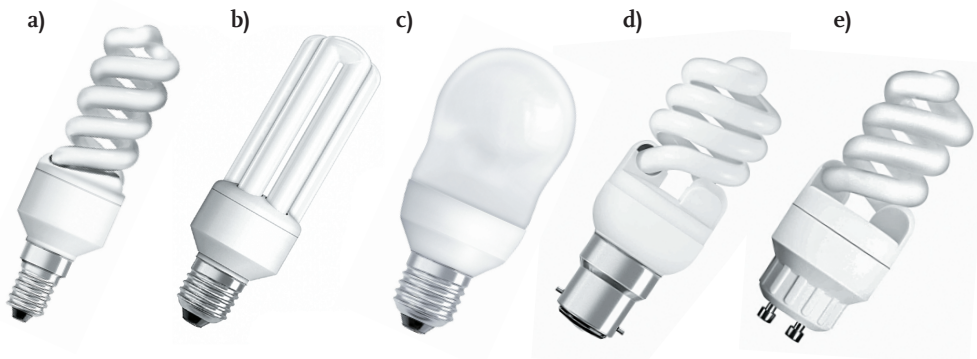
Rys. 5.18. Przykłady świetlówek kompaktowych firmy Osram z zewnętrznym układem zasilającym: a) Dulux D trzonek dwukołkowy G24d, b) Dulux F trzonek czterokołkowy 2G10, c) Dulux CFL Square trzonek dwukołkowy GR8

Zaletą takich lamp jest niższa cena (nie zawiera ceny układu stabilizacyjno-zapłonowego). Właśnie względy ekonomiczne są powodem stosowania tego typu świetlówek w instalacjach oświetleniowych rozległych obiektów z dużą liczbą punktów świetlnych. Koszty wymiany zużytych lamp są znacznie niższe niż w przypadku stosowania świetlówek kompaktowych zintegrowanych (zewnętrzne układy zasilające rzadziej ulegają uszkodzeniu). Ponadto ten rodzaj świetlówek jest bardziej przyjazny środowisku, ponieważ nie marnujemy sprawnych układów zapłonowych, jak nierzadko dzieje się, kiedy wymieniamy zużyte świetlóvky zintegrowane.

Świetlóvky ze zintegrowanym układem zapłonowym

Zastosowanie w świetlóvkach CFL trzoneków używanych w żarówkach tradycyjnych oraz halogenowych sprawiło, że możliwe stało się ich wykorzystanie praktycznie w całym segmencie zastosowań zarezerwowanym wcześniej wyłącznie dla lamp żarowych.

Po wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych w zintegrowanych układach zasilania świetlóvky kompaktowe stały się małowymiarowymi źródłami oświetlenia osadzonymi na trzonekach gwintowych E14 i E27, wtykowych GU10 lub bagnetowych B22d (świetlóvky można stosować w tych samych oprawach co żarówki, nie ma jedynie możliwości stosowania układów ściemniających). Świetlóvky kompaktowe są obecnie oferowane w różnych kształtach, wymiarach, o różnej mocy i różnych barwach światła. Wszystkie te aspekty sprawiły, że w krótkim czasie ten rodzaj oświetlenia wyparł z powszechnego użytku tradycyjne żarówki. W porównaniu z nimi świetlóvky charakteryzują się bardzo wysokim, bo nawet do 20 razy dłuższym, przeciętnym czasem użytkowania oraz znacznie niższym zużyciem energii, nawet do 80%. Należy również wspomnieć, że świetlóvky kompaktowe pobierają o 80% mniej prądu niż tradycyjne i w związku z tym zmniejsza się emisja dwutlenku węgla (CO₂) do atmosfery.



Rys. 5.19. Przykłady świetlówek kompaktowych zintegrowanych DULUX: a) Dulux Super Star Nano Twist, trzonek E14, b) Dulux Star Stick, trzonek E27, c) Dulux Super Star, trzonek E27, d) Dulux Star Mini Twist, trzonek B22d, e) Dulux Star Mini, trzonek GU10

Właściwości świetlówek kompaktowych:

- wytwarzają mniej ciepła niż żarówki,
- niskie zużycie energii, wytwarzają więcej światła niż żarówki przy tym samym poborze energii,
- bardzo dobre oddawanie barw ($R_a > 80$),
- mniejsza zależność strumienia świetlnego od napięcia zasilania niż dla żarówek,
- większa zależność strumienia świetlnego od temperatury otoczenia,
- zastosowanie elektronicznych urządzeń stabilizacyjno-zapłonowych zapewnia stabilne świecenie,
- brak efektu migotania,
- proste i bezpieczne w użyciu,

- znaczny spadek żywotności przy dużej częstotliwości łączeń,
- brak regulacji jasności i barwy światła przez zmianę wartości napięcia zasilającego (układy ściemniaczy),
- zawierają rtęć, substancję silnie szkodliwą.

Porównanie poboru mocy żarówek ze świetlówkami kompaktowymi przy zbliżonym strumieniu świetlnym:

ŻARÓWKA TRADYCYJNA



≡

ŚWIETŁÓWKA KOMPAKTOWA



25 W	5–6 W
40 W	7–8 W
60 W	11–13 W
75 W	15–16 W
100 W	18–21 W
150 W	27–32 W

Świetlówki kompaktowe stosuje się zarówno w pomieszczeniach użyteczności publicznej, jak i mieszkalnych. Jeśli są zainstalowane w szczelnych i wytrzymałych oprawach, mogą być stosowane na zewnątrz budynków, również na tarasach czy w ogrodach.

Podstawowe parametry:

- P – moc podawana w watach;
- U – napięcie elektryczne podawane w woltach;
- Φ – strumień świetlny podawany w lumenach;
- T – trwałość źródła podawana w godzinach.

Oznaczenia stosowane przez producentów są takie same jak w przypadku świetlówek liniowych:

- XXX – moc/zakodowana wartość CRI (pierwsza cyfra), temperatura barwowa (kolejne cyfry); gdzie
- XXX – nazwa literowa świetlówki;
- moc – podawana w watach;
- zakodowana wartość wskaźnika oddawania barw (pierwsza cyfra) R_a ;
- temperatura barwowa (kolejne cyfry) – do kolejnych cyfr dopisujemy zera i określamy temperaturę barwową.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

4. Omów budowę świetlówki kompaktowej.
5. Wymień wady i zalety świetlówek kompaktowych.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

6. Porównaj właściwości świetlówki z żarówką.
7. Porównaj w katalogach producentów parametry świetlówek kompaktowych z parametrami żarówek halogenowych pod względem mocy i żywotności.

5.6

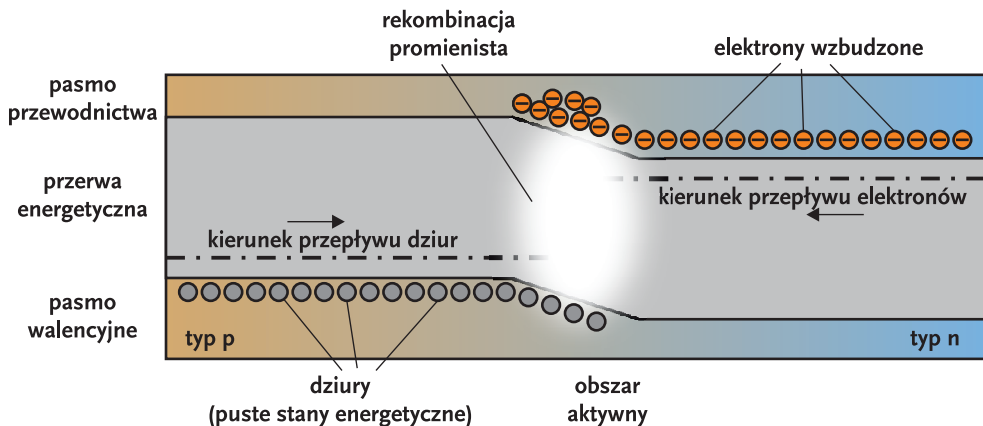
Lampy LED

ZAGADNIENIA

- Budowa lampy LED
- Właściwości lamp LED

Lampy LED (ang. *light emitting diode*) są źródłem światła, którego działanie opiera się na zasadzie działania diody elektroluminescencyjnej (LED).

Diody elektroluminescencyjne są przyrządami półprzewodnikowymi, zawierającymi w swojej strukturze półprzewodnik typu P oraz półprzewodnik typu N, które tworzą złącze P-N. Po spolaryzowaniu złącza w kierunku przewodzenia przez diodę płynie prąd elektryczny, a elektrony z półprzewodnika typu N przenikają do półprzewodnika typu P. Natomiast dziury przenikają na odwrót – z półprzewodnika typu P do półprzewodnika typu N, zgodnie z kierunkiem wymuszonym przez przyłożone z zewnątrz napięcie zasilające. Wzbudzone elektrony po przejściu przez złącze rekombinują z dziurami, pozbywając się nadmiaru energii, która jest zamieniana na kwant promieniowania elektromagnetycznego, czyli kwant światła (foton). Zjawisko to nazywamy zjawiskiem elektroluminescencji, a diody – elektroluminescencyjnymi (luminescencyjnymi).



Rys. 5.20. Schemat energetyczny półprzewodnikowego złącza P-N, spolaryzowanego w kierunku przewodzenia z zaznaczonym obszarem aktywnym, w którym elektrony przechodzą z pasma przewodnictwa do pasma walencyjnego, rekombinując z dziurami

Diody LED emitują światło o jednej barwie, która zależy od składu oraz domieszek materiałów półprzewodnikowych użytych do budowy diody. Dzięki zastosowaniu odpowiednich związków chemicznych można uzyskać różne barwy (np. czerwoną, pomarańczową, żółtą,

zieloną czy niebieską). Intensywność emitowanego światła zależy od wartości prądu przewodzenia diody. Diody LED są wykorzystywane jako elementy układów kontrolnych, pomiarowych i sygnalizacyjnych praktycznie we wszystkich urządzeniach, których używamy.

Aby uzyskać światło białe, stosuje się przede wszystkim opisane niżej metody.

• **Mieszanie w odpowiednich proporcjach trzech podstawowych barw** – czerwonej, zielonej, niebieskiej (ang. *red, green, blue*) – pozwala wygenerować praktycznie dowolną barwę światła. Jeżeli we

wspólnej obudowie zostaną umieszczone trzy diody emitujące światło w podstawowych kolorach, to w efekcie otrzymamy światło białe. Jeśli zastosujemy odpowiednie sterowanie, możemy regulować temperaturą światła białego, jak również współczynnikiem oddawania barw. **Wadą** są dość skomplikowane oraz kosztowne układy zasilające. **Zaletą** jest brak strat powstających w luminoforze, które występują w metodzie omawianej poniżej.

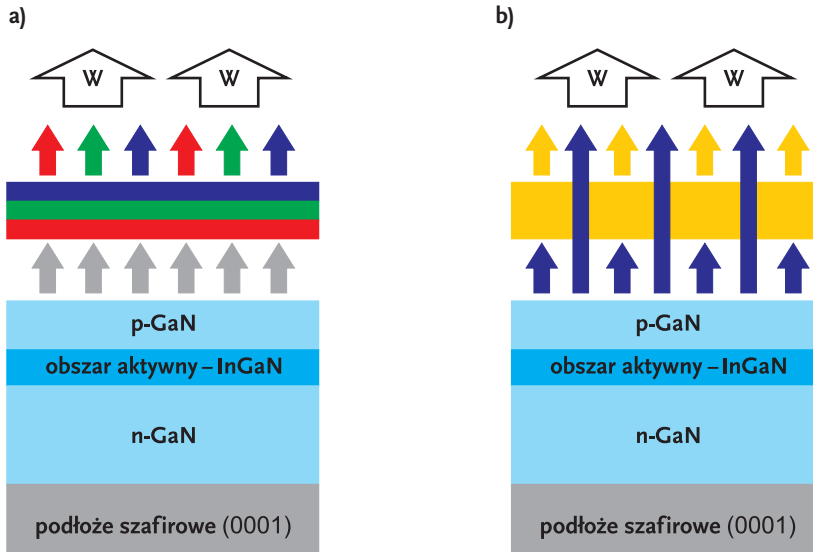


Rys. 5.21. Graficzne przedstawienie metody mieszania barw podstawowych RGB (synteza addytywna) w celu uzyskania innych kolorów – w tym barwy białej

• **Metoda konwersji promieniowania UV.** Dioda wytwarzająca promieniowanie nadfioletowe jest pokryta specjalnym trójwarstwowym luminoforem; każda z trzech warstw absorbuje i przetwarza promieniowanie nadfioletowe źródła w jednym z trzech podstawowych kolorów (RGB). Wymieszanie trzech podstawowych barw w odpowiednich proporcjach daje światło białe. Metoda jest prosta technologicznie, ale ma wady: zachodzi szczątkowa emisja szkodliwego dla człowieka promieniowania UV oraz występują straty w luminoforze, a tym samym wydajność się zmniejsza i nie ma możliwości kontroli temperatury barwowej.

• **Metoda hybrydowa** – wykorzystuje jako źródło światła diody emitujące światło niebieskie, którego pewna część jest przepuszczana, a pozostała część absorbowana oraz przekonwertowana za pomocą luminoforu żółtego (najczęściej granat itrowo-aluminiowy domieszkowany cerem) na światło o barwie żółtej. Wymieszanie światła żółtego z niebieskim daje światło białe. O temperaturze barwowej światła białego, skuteczności świetlnej diody oraz wskaźniku oddawania barw CRI decyduje skład, gęstość, grubość warstwy tzw. żółtego fosforu i jego rozkład przestrzenny. Metoda hybrydowa pozwala wyprodukować tzw. chipy LED – diodowe źródła światła o temperaturach barwowych od około 2700 K do wartości przekraczających 10000 K oraz o bardzo wysokich wskaźnikach oddawania barw $R_a > 90$. Ten sposób uzyskiwania światła białego jest najpopularniejszy ze względu na niskie koszty technologiczne, doskonalszą w porównaniu z metodą konwersji UV skuteczność świetlną (jedna warstwa luminoforu) oraz wysokie parametry charakteryzujące jakość światła białego.

Ze względu na bardzo dużą trwałość, mały pobór energii, małe rozmiary, wysoką luminancję i przede wszystkim brak zawartości rtęci źródła światła wykorzystujące technologię półprzewodnikowych diod LED stają się coraz bardziej powszechne.



Rys. 5.22. Graficzne przedstawienie metod uzyskiwania światła białego z wykorzystaniem luminoforów: a) konwersja promieni UV w trójwarstwowym luminoforze RGB, b) metoda hybrydowa – przepuszczanie i konwersja światła niebieskiego przez żółty luminofor

Budowa lamp LED jest uzależniona od zastosowanej technologii oraz przeznaczenia źródła światła. Lampy mają cokolwiek z trzonkiem pozwalającym na prosty montaż w oprawie oświetleniowej. Jako diody wykorzystuje się elementy klasyczne (okrągłe), ale w nowszych rozwiązaniach są używane przede wszystkim montowane powierzchniowo diody LED SMD (ang. *surface mounted devices*) oraz diody LED COB (ang. *chip on board*). Technologia diod SMD oraz COB pozwala na wykonanie płaskich (nawet 2-milimetrowych), bardzo wydajnych źródeł światła o gęstości do kilkudziesięciu chipów na cm^2 , charakteryzujących się dużym strumieniem świetlnym, o stosunkowo dużej mocy, przy szerokim kącie świecenia.



Rys. 5.23. Przykłady diod LED montowanych powierzchniowo

Zalety lamp LED-owych:

- mały pobór prądu (energooszczędne),
- mała wartość napięcia zasilającego (napięcie bezpieczne),
- wysoka sprawność,
- bardzo duża trwałość (kilkadziesiąt tysięcy godzin), która nie zależy od częstości załączania,
- zapalają się natychmiast po włączeniu zasilania,



Rys. 5.24. Przykłady rozwiązań technicznych lamp LED wykorzystujących technologię diod LED SMD i COB

- odporność na uszkodzenia, wstrząsy i wibracje,
- odporność na wysokie i niskie temperatury,
- brak promieniowania UV i podczerwonego,
- małe rozmiary,
- szeroka gama kolorów,
- niska temperatura pracy,
- bezgłośna praca,
- brak efektu stroboskopowego,
- ekologiczne (o około 90% mniejszy pobór energii w stosunku do żarówek tradycyjnych i o około 30% mniejszy w porównaniu z żarówkami halogenowymi, co zmniejsza emisję dwutlenku węgla do atmosfery).

Wady lamp LED-owych:

- wysoka cena,
- wrażliwość na przepięcia.

Zastosowanie lamp LED: podświetlenie półek, schodów, dekoracyjne, oświetlenie przemysłowe, awaryjne, ogrodowe, balkonowe, uliczne, w mieszkaniach, restauracjach,



Rys. 5.25. Przykłady lamp LED: a) LED Bulb, trzonek E27, b) Master LEDluster, trzonek E27, c) Core Pro LEDluster, trzonek E14, d) Master LEDspot, reflektor trzonek GU10

oświetlenie przenośne – latarki. Są stosowane jako oświetlenie miejscowe, do iluminacji elewacji budynków, sklepów, jako znaki ewakuacyjne, a także bezpieczeństwa i w reflektorach pojazdów itd.

Producenci oferują szeroki asortyment lamp LED:

- możliwe zastosowanie standardowych ściemniaczy,
- jako rury LED będące alternatywą dla świetlówek,
- matowe lub przezroczyste,
- z różnymi trzonkami,
- na różne wartości napięć,
- jako taśmy LED.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Omów zasadę działania lampy LED.
2. W jaki sposób otrzymujemy barwę białą światła?
3. Podaj wady i zalety lamp LED.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Sprawdź w katalogach, jaka największa moc lamp LED występuje w ofercie handlowej wybranego przez ciebie producenta.

5.7

Rodzaje oświetlenia

ZAGADNIENIA

- Właściwości prawidłowo dobranego oświetlenia
- Podział instalacji oświetleniowych

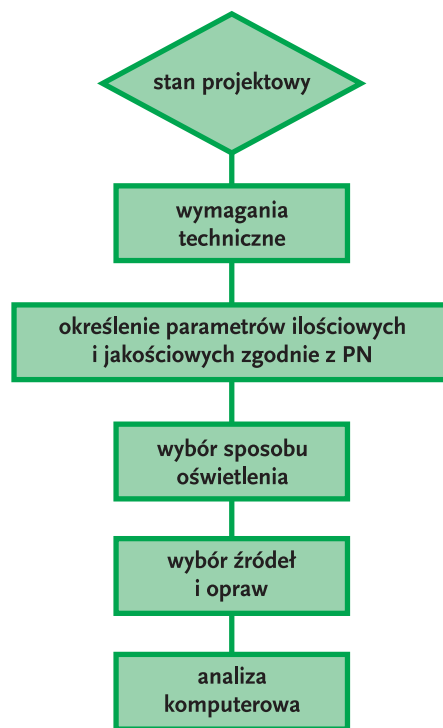
Prawidłowo dobrane oświetlenie powinno spełniać określone wymagania zarówno jakościowo-ilościowe, jak i te związane z ekonomiką użytkowania oraz ekologią. Przede wszystkim jednak musi zapewnić:

- odpowiednią wartość średniego natężenia oświetlenia,
- równomierność oświetlenia na oświetlanej powierzchni i w czasie,
- odpowiednio dobraną barwę światła,
- prawidłowy rozkład luminancji,
- ograniczenie efektu olśnienia,
- efektywność systemu oświetlenia,
- bezpieczeństwo ludzi i obiektów.

Oświetlenie powinno być tak zaprojektowane, aby zapewniać co najmniej minimalne wymagane natężenie oświetlenia dla miejsc, obiektów lub pomieszczeń podzielonych na grupy według charakteru ich przeznaczenia oraz rodzaju pracy wzrokowej w nich wykonywanej.

Przykłady:

- pomieszczenia mieszkalne 200-300 lx,
- łazienki, toalety 100 lx,
- korytarze, hole, szatnie 100 lx,
- magazyny 100 lx,
- pomieszczenia kuchenne 200 lx,
- korytarze, klatki schodowe 50-100 lx,
- sale wykładowe i lekcyjne 300 lx,
- biblioteki, czytelnie 300 lx,
- pomieszczenia do wykonywania prac precyzyjnych 500 lx.



Rys. 5.26. Schemat procesu projektowania instalacji oświetleniowej nowo budowanego obiektu

Podział instalacji oświetleniowych

2. Podstawowe (wnętrzowe lub zewnętrzne):

- **ogólne** – oświetla równomiernie określoną przestrzeń, obszar;
- **miejscowe (kierunkowe)** – światło pada na określony obiekt lub miejsce, stosowane w celu zwiększenia natężenia oświetlenia;
- **złożone** składające się z oświetlenia ogólnego i miejscowego.

3. awaryjne – oświetlenie załączające się samoczynnie w przypadku awarii oświetlenia podstawowego:

- **ewakuacyjne** – oświetlenie, które umożliwia ludziom bezpieczne opuszczenie zagrożonego miejsca; może to być oświetlenie dróg ewakuacyjnych, oświetlenie zapewniające bezpieczeństwo ludziom, którzy mają za zadanie zatrzymać procesy produkcyjne lub zabezpieczyć urządzenia;
- **rezerwowe** oświetlenie umożliwiające kontynuowanie normalnych czynności.

W skład oświetlenia awaryjnego wchodzi: źródła światła, akumulator, prostownik, falownik, automatyczny przełącznik.

Instalacja oświetlenia ewakuacyjnego oraz awaryjnego jest zasilana z rezerwowych źródeł energii elektrycznej, do których zaliczamy baterie akumulatorowe, zasilacze lub systemy UPS oraz zespoły prądotwórcze.

Podczas doboru oświetlenia należy uwzględnić: rodzaj oświetlenia, jego funkcjonalność, estetykę oraz aspekty ekonomiczne – głównie oszczędność energii. Oświetlenie powinno zapewniać strumień świetlny o określonej wartości, zależnej od czynności, które będą wykonywane: praca, czytanie, odpoczynek. Podczas projektowania oświetlenia należy rozważyć udział światła dziennego. Wartość natężenia oświetlenia maleje wraz ze zwiększaniem się odległości od okna. W celu integracji oświetlenia dziennego i sztucznego można rozważyć zastosowanie np. ściemniaczy.

Elementami instalacji oświetleniowej są:

- oprawy oświetleniowe przystosowane do montażu źródeł światła;
- łączniki instalacyjne, przyciski,
- układy, elementy sterowania.

Instalacja oświetleniowa jest częścią pewnej całości, czyli instalacji elektrycznej budynku lub obiektu, dlatego należy w czasie projektowania brać pod uwagę wpływ, jaki mają na jej parametry jakościowe odbiorniki zasilane z instalacji siłowej (np. silniki, urządzenia grzejne, spawarki itp.). Praca źródeł światła może być zakłócana przez tego typu odbiorniki. Pośrednio wpływają one na wahania strumienia świetlnego. Aby uniknąć zakłóceń, stosuje się między innymi rozdzielanie tych instalacji.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

4. Jakie parametry określają właściwie dobrane oświetlenie elektryczne?
5. Przedstaw rodzaje oświetlenia elektrycznego.
6. Jakie elementy wchodzi w skład oświetlenia elektrycznego?



SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

7. Wymień obiekty, w których powinno być zastosowane oświetlenie awaryjne.

5.8

Oprawy oświetleniowe

ZAGADNIENIA

- Zadania opraw oświetleniowych
- Budowa oprawy oświetleniowej
- Podział opraw oświetleniowych
- Symbole cechowania
- Klasy ochronności

Oprawa oświetleniowa to urządzenie, które służy do:

- zamocowania źródła światła,
- ochrony źródła światła i elementów układu optycznego przed czynnikami zewnętrznymi,
- połączenia źródła światła z instalacją elektryczną,
- rozsyłania, filtrowania lub przekształcania strumienia świetlnego jednego lub wielu źródeł światła.

Oprawy oświetleniowe mają ponadto za zadanie ograniczyć luminancję w określonych kierunkach, zapobiegać olśnieniu, zapewniać przesłonę źródła światła przed okiem użytkownika oraz umożliwiać łatwą i bezpieczną wymianę źródeł światła. Powinny mieć estetyczny wygląd oraz być łatwe w montażu i konserwacji.



Rys. 5.27. Przykłady opraw oświetleniowych wewnętrznych: a) typ Lunis R T16-R, trzonek 2GX13, b) oprawa świetlówkowa typ T16, trzonek G5, c) typ MirrorTec Reflector 200CA uniwersalny

Jednym z kryteriów klasyfikacji opraw oświetleniowych zamocowanych na stałe jest ich podział ze względu na właściwości fotometryczne oprawy, czyli jaką część strumienia światła oprawa wysyła w górną oraz dolną półprzestrzeń. Według tej klasyfikacji oprawy dzieli się na pięć klas:

- klasa I – do oświetlenia bezpośredniego (światło kierowane w górę 0–10%, światło kierowane w dół 90–100%) – oprawy oświetleniowe, w których strumień światła jest kierowany bezpośrednio na pomieszczenie lub na konkretne powierzchnie czy miejsca; stosowane np. w oświetleniu zewnętrznym, halach;

- klasa II – do oświetlenia przeważnie bezpośredniego (światło kierowane w górę 10–40%, światło kierowane w dół 60–90%), stosowane np. w biurach, sklepach;
- klasa III – do oświetlenia mieszanego (światło kierowane w górę 40–60%, światło kierowane w dół 40–60%);
- klasa IV – do oświetlenia przeważnie pośredniego (światło kierowane w górę 60–90%, światło kierowane w dół 10–40%); stosowane np. w mieszkaniach, hotelach;
- klasa V – do oświetlenia pośredniego (światło kierowane w górę 90–100%, światło kierowane w dół 0–10%) oprawy oświetleniowe, w których strumień światła jest kierowany na powierzchnię sufitu lub ściany (odbity od nich oświetla pomieszczenie).

W skład oprawy wchodzi:

- **klosze i rastry**, które umożliwiają właściwe rozsyłanie strumienia świetlnego oraz ograniczają olśnienie przez działanie rozpraszające, stanowią osłonę mechaniczną źródła światła (powinny charakteryzować się odpowiednią wytrzymałością termiczną i mechaniczną);
- **odbłyśniki**, które zapewniają zwiększenie światłości w określonym kierunku (odbłyśniki kuliste, paraboliczne, elipsoidalne, wielokrzywiznowe);
- **oprawki**, które umożliwiają zamocowanie źródła światła;
- **korpus**, który służy do mocowania wszystkich części w jedną całość, powinien być łatwo demontowalny, aby umożliwiać konserwację.

Oprawy oświetleniowe ze względu na ich przeznaczenie można podzielić na:

- wewnętrzne,
- zewnętrzne.



Rys. 5.28. Budowa oprawy zewnętrznej typu Acron 220 (oprawa przeznaczona zależnie od wersji dla lamp sodowych lub metalohalogenowych o mocy do 250 W z trzonkiem E 40)

Oprawy wewnętrzne dzieli się na stosowane w pomieszczeniach mieszkalnych, obiektach handlowych, centrach i budynkach użyteczności publicznej oraz przemysłowych.

Oprawy zewnętrzne służą do oświetlania budynków, parkingów, parków, dróg i obiektów komunikacyjnych, lotnisk, stadionów, terenów zewnętrznych itd.

Ze względu na sposób mocowania oprawy można podzielić na:

- **stałe** – służą do trwałego przyłączenia zasilania;
- **przenośne** – podczas normalnego użytkowania (przyłączone do zasilania) mogą być przenoszone z miejsca na miejsce;
- **ręczne** – mają uchwyt i przewód przyłączeniowy;
- **wbudowane** – przeznaczone do wbudowania (całkowitego lub częściowego) w powierzchni montażowe, np. wnęki, sufity podwieszane.



Rys. 5.29. Przykłady opraw oświetleniowych zewnętrznych: a) typ SC100 E40, b) typ Lantern E40 / E27, c) typ StreetLight 10 mini z panelem lamp LED, d) typ Sisteller Maxi 6 x E40, e) typ Tektus E27/2G11, f) typ Fantase E27

Oprawy oświetleniowe w zależności od przeznaczenia dzieli się na:

- **zwykłe** (brak ochrony przed wodą i pyłem) – przeznaczone do pomieszczeń mieszkalnych i biurowych, są to oprawy pojedyncze, świecznikowe (posiadają więcej niż jedną oprawkę);
- **kroploodporne** (ochrona przed pionowo spadającymi kroplami) – przeznaczone do pomieszczeń o średniej wilgotności, np. do piwnic;
- **deszczoodporne** (ochrona przed rozpyloną wodą padającą pod kątem 60°) – przeznaczone do zastosowań na zewnątrz budynków, nie mogą być stosowane w miejscach zagrożonych wybuchem;
- **bryzgoodporne** (ochrona przed rozbryzgiwaną z dowolnego kierunku wodą) – przeznaczone do pomieszczeń wilgotnych, np. łazienek, pryszniców, pralni, kotłowni;

- **strugoodporne** (ochrona przed strugami wody z dowolnego kierunku) – przeznaczone do mokrego i wilgotnego środowiska, np. do myjni samochodowych, szklarni, browarów;
- **strugoszczelne** (ochrona przed strugami wody pod ciśnieniem z dowolnego kierunku) przeznaczone do pomieszczeń, w których mogą być narażone na działanie wody, np. do pralni, łaźni, myjni;
- **wodoszczelne** (ochrona przed zalaniem wodą) – przeznaczone do oświetlania obiektów typu fontanny, baseny, pokłady statków;
- **pyłoszczelne** (ochrona przed wnikaniem pyłów) – przeznaczone do pomieszczeń zapyłonych, takich jak hale produkcyjne przemysłu drzewnego lub tekstylnego, młyny;
- **przeciwwybuchowe** (ochrona przed wybuchem) – stosowane w pomieszczeniach, gdzie występuje zagrożenie wybuchem, np. w kopalniach, obiektach przyłączy gazowych.

Oprawy oświetleniowe w zależności od stopnia ochrony przed wnikaniem ciał stałych i wody są oznaczane stopniami ochrony IP. Stopień ochrony został przedstawiony w postaci IPXY, gdzie X określa ochronę przed przedostaniem się ciał stałych, a Y – ochronę przed przedostaniem się wody do wnętrza.

Zgodnie z normą **PN – EN 60 529 stopień ochrony jest określony za pomocą następującego kodu:**

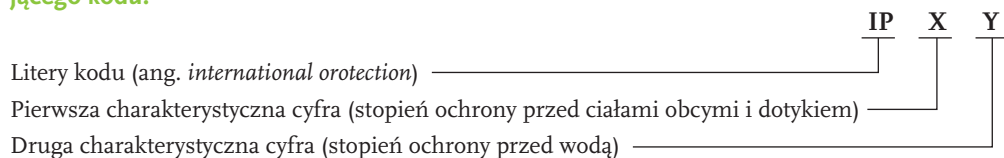






Tabela 5.1. Umowne oznaczenia na oprawach oświetleniowych

Symbol	Znaczenie
IP XX	stopień ochrony obudowy wg tabl. 2.4
	stopień ochrony obudowy IP 5X (oprawa pyłoodporna)
	stopień ochrony obudowy IP 6X (oprawa pyłoszczelna)
	stopień ochrony obudowy IP X1 (oprawa kropłoszczelna)
	stopień ochrony obudowy IP X3 (oprawa odporna na deszcz)
	stopień ochrony obudowy IP X4 (oprawa bryzgoszczelna)
	stopień ochrony obudowy IP X5 (oprawa strugoszczelna)
	stopień ochrony obudowy IP X7 (oprawa wodoodporna)
	stopień ochrony obudowy IP X8 (oprawa wodoszczelna do głębokości ... m)
	oprawa przystosowana do mocowania na podłożu z materiału palnego o temperaturze zapłonu nie mniejszej niż 200°C*

Symbol	Znaczenie
	oprawa przystosowana do instalowania w miejscach zagrożonych pożarem z powodu występowania palnych pyłów i włókien
	oprawa przystosowana do mocowania w ścianach warstwowych
	oprawa przystosowana do montażu w meblach z materiału palnego o temperaturze zapłonu nie mniejszej niż 200°C
	oprawa przystosowana do montażu w meblach z materiałów o nieokreślonych własnościach palnych (również z materiałów łatwo zapalnych)
ECG lub EVG	oprawa ze statecznikiem elektronicznym

* Takie ograniczenie należy rozumieć następująco: temperatura zewnętrznych powierzchni oprawy nie powinna przekraczać 95°C w czasie normalnej pracy, 130°C — w razie niesprawności układu zapłonowego, a temperatura statecznika nie powinna przekraczać 180°C w razie zwarcia w jego uzwojeniu.

Przykłady zastosowań opraw oświetleniowych o różnym stopniu ochrony IP

- IP 20 – mieszkania, wnętrza budynków użyteczności publicznej;
- IP 21, IP 22 – pomieszczenia pomocnicze: piwnice, korytarze, klatki schodowe;
- IP 23 – oświetlenie zewnętrzne budynków, nieogrzewane hale produkcyjne;
- IP 43, IP 44 – oświetlenie ulic, terenów otwartych (parków, dworców, parkingów);
- IP 67 – oprawy wbudowane w nawierzchnię chodników, ładowisk;
- IP 68 – oświetlenie obiektów pod wodą.

Oprawy przeznaczone do montażu na podłożu niepalnym nie są oznaczone symbolem



W zależności od stopnia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oprawy oświetleniowe dzieli się ze względu na **klasy ochronności**: 0, I, II, III.

Klasa ochronności 0 – oprawy zwykłe, mają tylko izolację roboczą. Mogą zawierać część izolacji podwójnej lub wzmocnionej. Mogą mieć obudowę wykonaną z materiału izolacyjnego lub obudowę metalową, która jest oddzielona od części czynnych co najmniej za pomocą izolacji podstawowej. Nie ma możliwości przyłączenia przewodu ochronnego.

Oprawy tej klasy nie mają symbolu, są wycofywane z produkcji i eksploatacji.

Klasa ochronności I – części dostępne przewodzące mają co najmniej izolację roboczą, są wyposażone w zacisk ochronny w celu połączenia z uziemieniem lub z przewodem ochronnym PE.

Klasa ochronności II – oprócz izolacji podstawowej mają również izolację podwójną lub wzmocnioną. Nie ma możliwości przyłączenia przewodu ochronnego. Mogą to być typy opraw posiadających trwałą jednolitą obudowę:

- z materiału izolacyjnego, która pokrywa wszystkie części metalowe,
- metalową z zastosowaną wszędzie izolacją podwójną lub wzmocnioną.

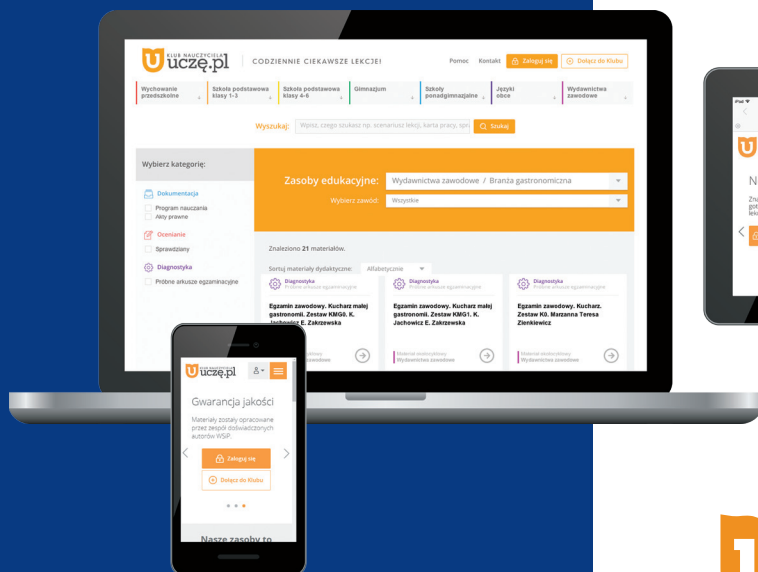
Klasa ochronności III – oprawy, które są zasilane ze źródła o bardzo niskim napięciu bezpiecznym. Oprawa zasilana z transformatora lub baterii. Oprawy nie muszą mieć zacisku ochronnego.

Klub Nauczyciela **uczę.pl** cenną pomocą dydaktyczną!



Co można znaleźć w Klubie Nauczyciela?

- podstawy programowe
- programy nauczania
- materiały metodyczne: rozkłady materiału, plany nauczania, plany wynikowe, scenariusze przykładowych lekcji
- materiały dydaktyczne i ćwiczeniowe
- klucze odpowiedzi do zeszytów ćwiczeń





System Certyfikacji Zawodowych WSiP

Profesjonalny i kompleksowy system kształcenia i certyfikacji
w obszarze uczenia się przez całe życie – *lifelong learning*.

Wyróżnij się zawodowo!

Kursy:

- zawodowe
- języków obcych zawodowych (angielski, niemiecki)
z różnych branż

Walidacja i certyfikacja kompetencji zawodowych

- Zawody wpisane do Międzynarodowego Standardu Klasyfikacji Zawodów ISCO
- Umiejętności zawodowe najbardziej poszukiwane na rynku pracy w Polsce i Europie
- Najpopularniejsze branże i zawody
- Profesjonalne materiały edukacyjne opracowane przez lidera rynku publikacji zawodowych w Polsce
- Sieć akredytowanych placówek szkoleniowych i egzaminacyjnych
- Akredytowani wykładowcy i egzaminatorzy

Więcej informacji na stronie www.certup.pl



WYDAWNICTWA
SZKOLNE
i PEDAGOGICZNE

wsip.pl | infolinia: 801 220 555 |