Ochrona przeciwporażeniowa

> Ochrona przeciwporażeniowa dzieli się na dwie warstwy — ochronę podstawową, która chroni przed dotykiem bezpośrednim w warunkach normalnych, i ochronę przy uszkodzeniu, która chroni dopiero wtedy, gdy pierwsza warstwa zawiedzie.

Skróty użyte na tej stronie (3)

Skrót	Co znaczy
DIN	Deutsches Institut für Normung: niemiecki instytut normalizacyjny; szyna DIN to standardowa szyna montażowa aparatów w rozdzielnicy
IEC	International Electrotechnical Commission: międzynarodowa organizacja, która wydaje normy elektrotechniczne, np. IEC 60751 dla czujników Pt100
IP	Internet Protocol: adres komputera w sieci; w elektryce: stopień ochrony obudowy (Ingress Protection)

Po co to istnieje

Strona Działanie prądu na organizm i zagrożenia tłumaczy, co się dzieje, gdy prąd przepływa przez ciało. Ta strona odpowiada na pytanie odwrotne — jakimi środkami technicznymi zapobiega się temu, żeby do takiego przepływu w ogóle doszło, i co robi instalacja, gdy mimo wszystko dojdzie do uszkodzenia.

Ochrona podstawowa i ochrona przy uszkodzeniu

Pojęcie: ochrona podstawowa. Zabezpieczenie chroniące przed dotykiem bezpośrednim, czyli przed zetknięciem się człowieka z częścią czynną, która w normalnych warunkach pracy urządzenia jest pod napięciem. Ochrona podstawowa działa zawsze, dopóki urządzenie jest sprawne — jej zadaniem jest w ogóle nie dopuścić do kontaktu z częścią czynną.

Pojęcie: ochrona przy uszkodzeniu (ochrona dodatkowa). Zabezpieczenie chroniące przed dotykiem pośrednim, czyli przed zetknięciem się człowieka z częścią przewodzącą dostępną, która stała się niebezpieczna dopiero wskutek uszkodzenia izolacji podstawowej. Ochrona przy uszkodzeniu jest drugą warstwą zabezpieczenia — zakłada, że pierwsza warstwa może zawieść, i reaguje na skutki tego zawodu, zamiast mu zapobiegać od początku.

To rozróżnienie stawiamy przed wyliczeniem konkretnych środków, bo każdy z nich — izolacja, obudowa, samoczynne wyłączenie zasilania, bardzo niskie napięcie — należy do jednej z tych dwóch warstw, a część urządzeń, jak opisane niżej klasy ochronności, łączy obie warstwy w jednym rozwiązaniu konstrukcyjnym.

Środki ochrony podstawowej

Pojęcie: izolacja podstawowa. Izolacja pokrywająca części czynne urządzenia, oddzielająca je od obudowy i od otoczenia dostępnego dotykowi — to ona w normalnych warunkach uniemożliwia dotyk bezpośredni. Odróżnia się ją od izolacji roboczej, czyli izolacji niedostępnej dla użytkownika, występującej między jedną częścią czynną a inną częścią czynną — na przykład taśmy izolacyjnej wewnątrz urządzenia, która nie ma bezpośredniego związku z ochroną człowieka, tylko z prawidłowym działaniem samego urządzenia.

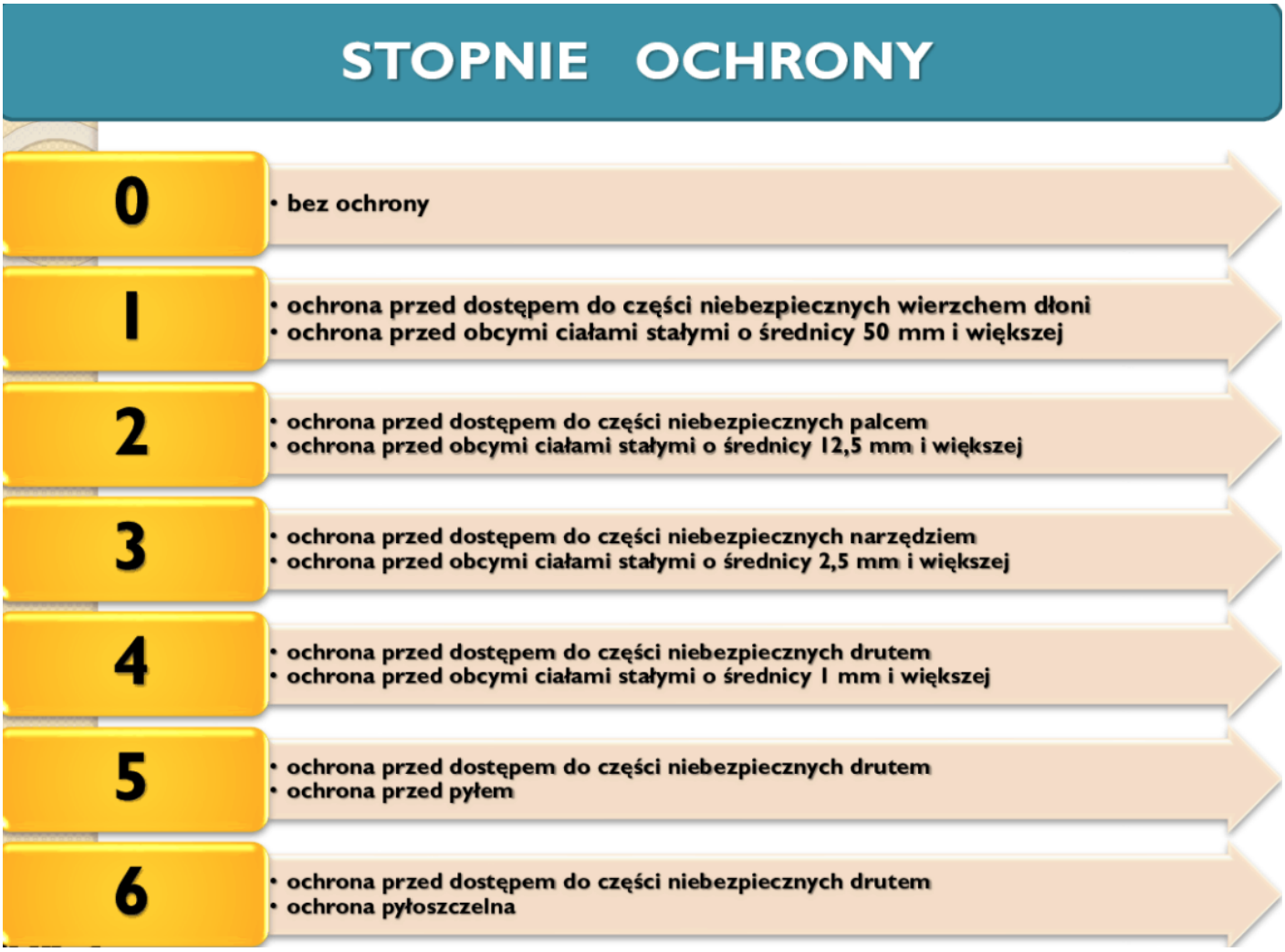
Pojęcie: obudowa. Osłona urządzenia zapewniająca ochronę ludzi przed dostępem do niebezpiecznych części umieszczonych wewnątrz, a jednocześnie chroniąca samo urządzenie przed wnikaniem obcych ciał stałych i wody. Stopień tej ochrony opisuje kod IP, złożony z dwóch cyfr charakterystycznych.



Budowa oznaczenia stopnia ochrony IP (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Pierwsza cyfra opisuje ochronę przed ciałami obcymi i dostępem do części niebezpiecznych:

Cyfra	Ochrona przed ciałami obcymi	Ochrona przed dostępem
0	brak ochrony	brak ochrony
1	ciała stałe o średnicy 50 mm i większej	wierzch dłoni
2	ciała stałe o średnicy 12,5 mm i większej	palec
3	ciała stałe o średnicy 2,5 mm i większej	narzędzie
4	ciała stałe o średnicy 1 mm i większej	drut
5	ochrona przed pyłem (ograniczona)	drut
6	ochrona pyłoszczelna (pełna)	drut

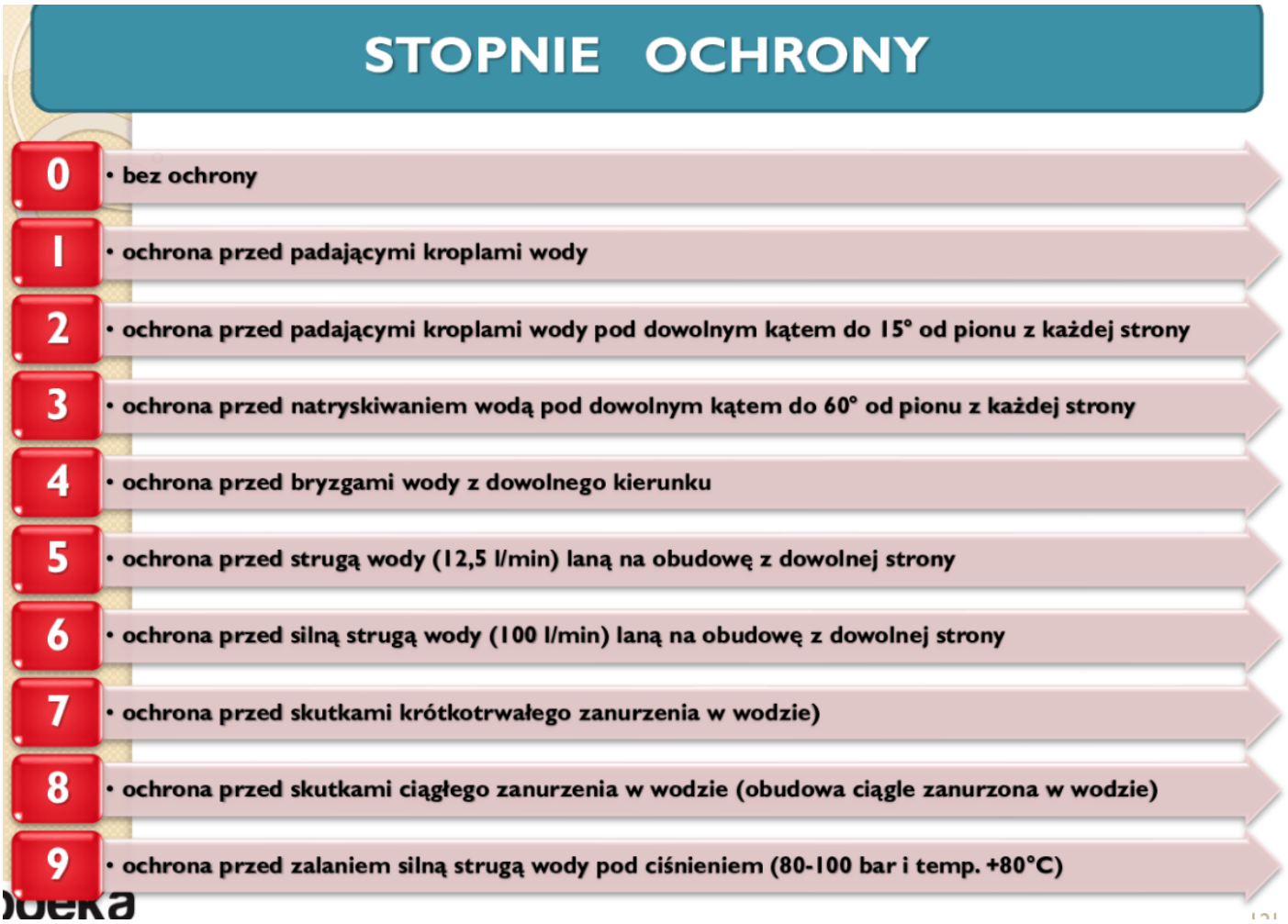


Pierwsza cyfra kodu IP — zakres ochrony obudowy przed ciałami stałymi (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Druga cyfra opisuje ochronę przed wnikaniem wody:

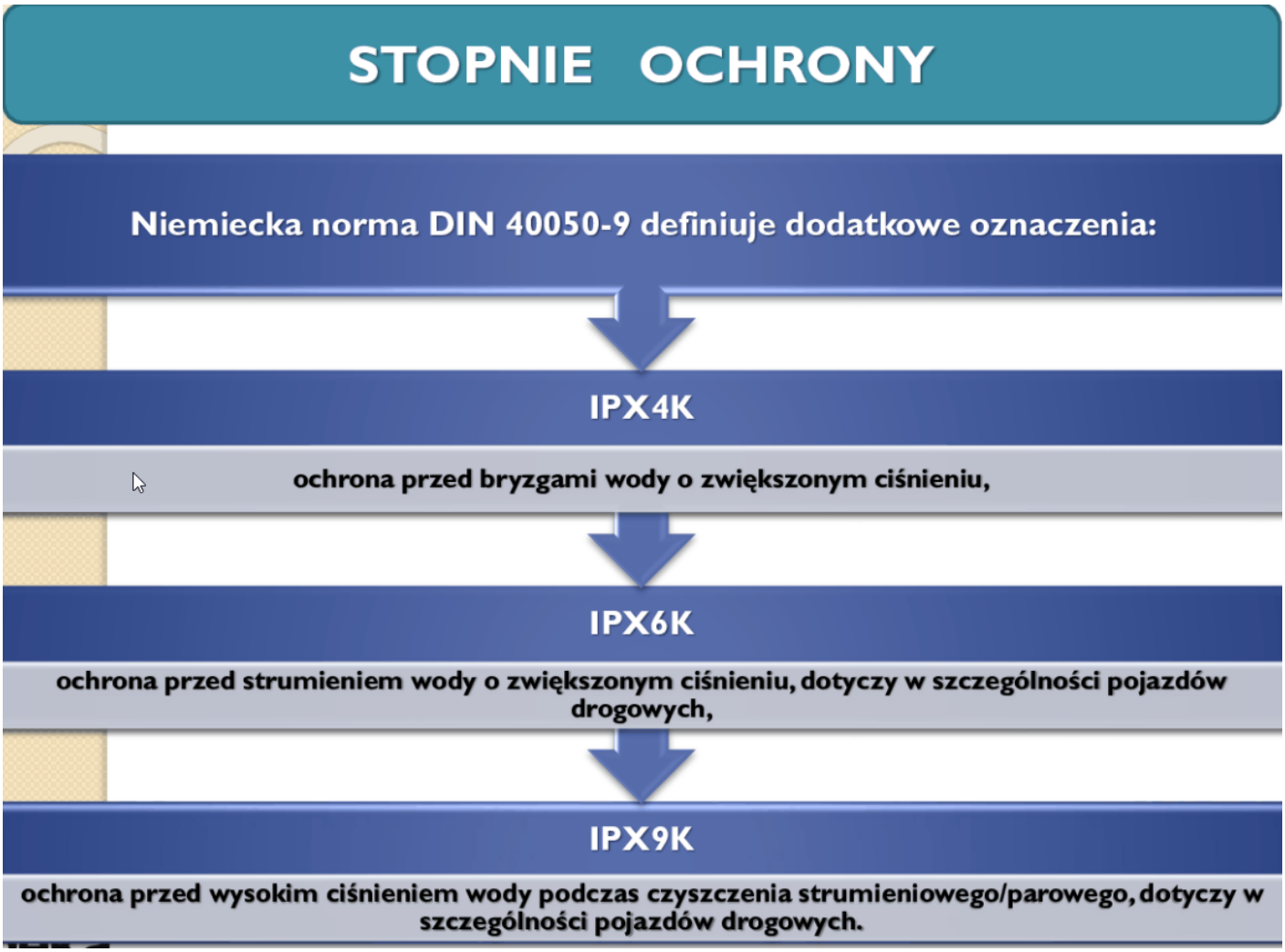
Cyfra	Ochrona przed wodą
0	brak ochrony
1	ochrona przed padającymi kroplami wody
2	ochrona przed padającymi kroplami wody pod kątem do 15° od pionu
3	ochrona przed natryskiwaniem wodą pod kątem do 60° od pionu
4	ochrona przed bryzgami wody z dowolnego kierunku
5	ochrona przed strugą wody (12,5 l/min) z dowolnej strony
6	ochrona przed silną strugą wody (100 l/min) z dowolnej strony

Cyfra	Ochrona przed wodą
7	ochrona przed skutkami krótkotrwałego zanurzenia w wodzie
8	ochrona przed skutkami ciągłego zanurzenia w wodzie



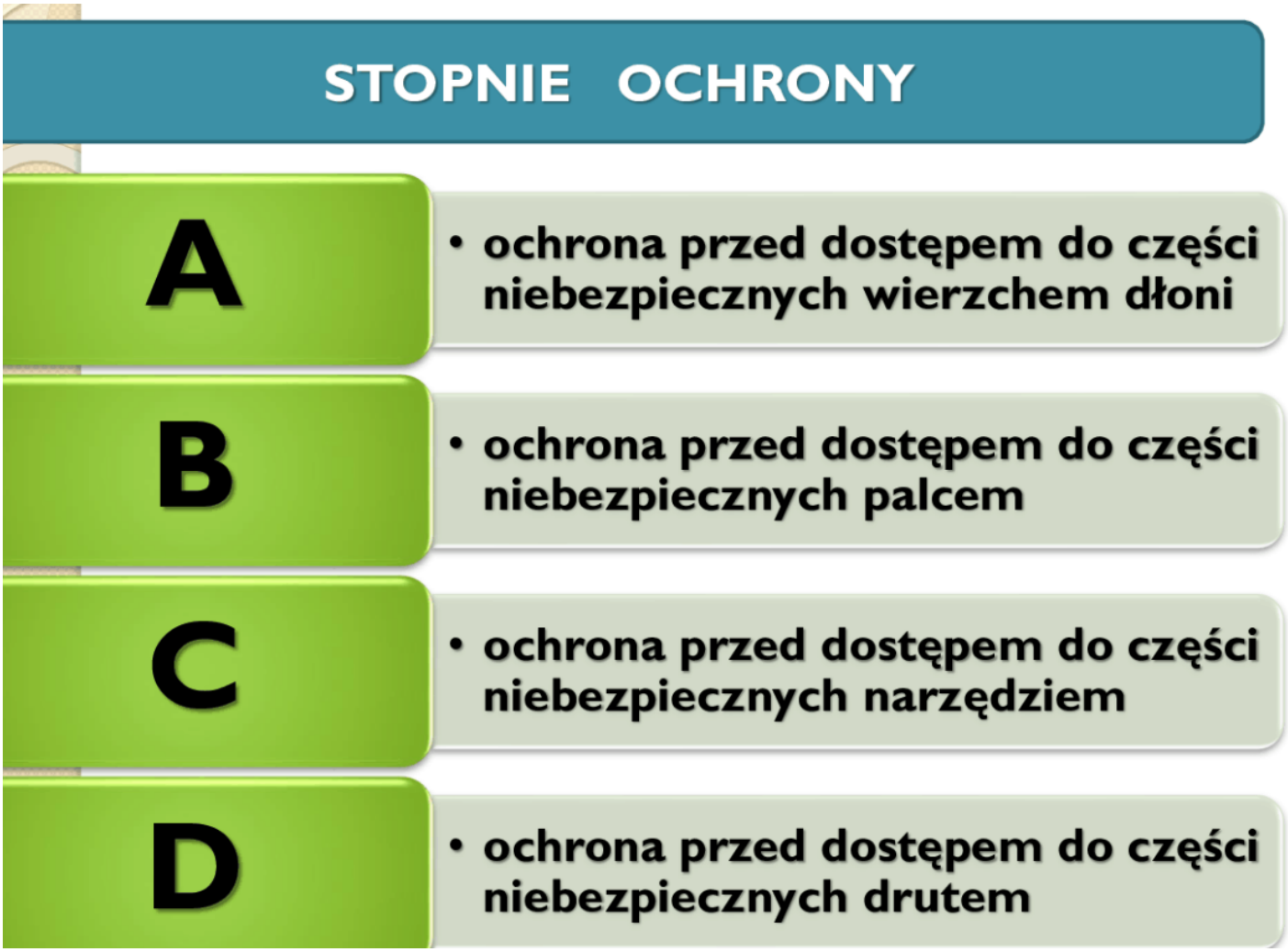
Druga cyfra kodu IP — zakres ochrony obudowy przed wodą (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Niemiecka norma DIN 40050-9 wprowadza dodatkowo oznaczenia dla warunków ekstremalnych, spotykane głównie w motoryzacji: IPX4K oznacza ochronę przed bryzgami wody o zwiększonym ciśnieniu, IPX6K — ochronę przed strumieniem wody o zwiększonym ciśnieniu, stosowaną szczególnie w pojazdach drogowych, a IPX9K — ochronę przed wysokim ciśnieniem wody podczas czyszczenia strumieniowo-parowego, również głównie w zastosowaniach drogowych.



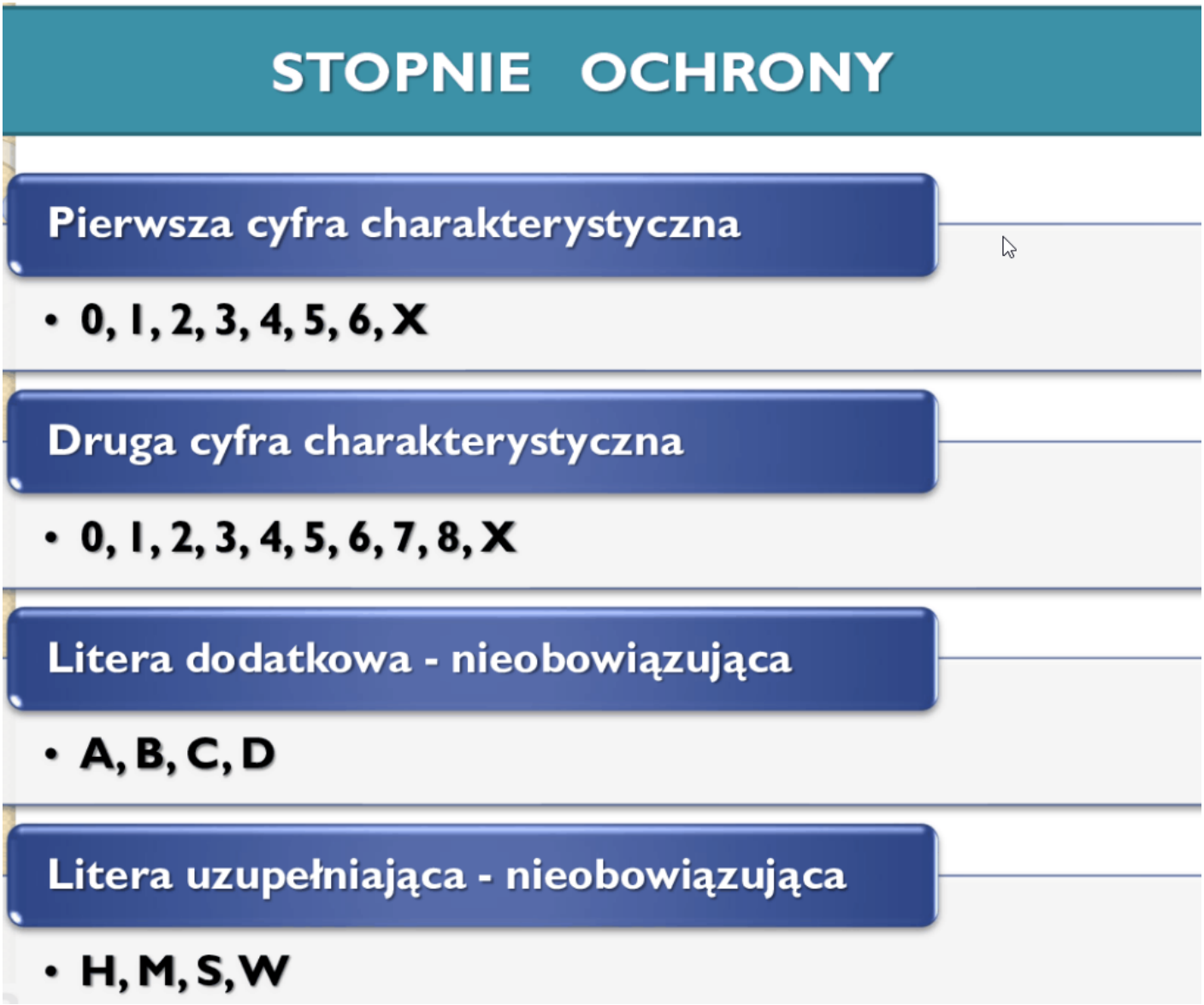
Dodatkowe niemieckie oznaczenia IPX4K/IPX6K/IPX9K wg DIN 40050-9 (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Kod IP może zawierać dodatkowo literę dodatkową, opisującą ochronę osób przed dostępem do części niebezpiecznych niezależnie od stopnia ochrony wyrażonego cyframi, oraz literę uzupełniającą — H, M, S lub W — używaną w wyjątkowych przypadkach, gdy podczas badań trzeba zastosować dodatkowe procedury, na przykład sprawdzić szkodliwy efekt wnikania wody, gdy ruchome części urządzenia, jak wirnik, są w ruchu. Dokładne znaczenie każdej z liter uzupełniających warto sprawdzić w aktualnie obowiązującej normie dotyczącej stopni ochrony, bo to zagadnienie wykracza poza podstawowy zakres egzaminu kwalifikacyjnego.



Litera dodatkowa kodu IP (A-D) (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Całą strukturę kodu IP — obie cyfry charakterystyczne oraz obie litery — porządkuje poniższe zestawienie zbiorcze:



Zestawienie zakresów kodu IP (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Pojęcie: przegroda. Element konstrukcyjny oddzielający część czynną urządzenia od strefy dostępnej dotykowi, zapewniający ochronę ze wszystkich normalnych kierunków dostępu.

Pojęcie: bariera. Element ograniczający dostęp do części czynnej z kierunków normalnie dostępnych, ale niekoniecznie ze wszystkich możliwych kierunków — bariera chroni przed przypadkowym dotykiem, ale nie przed dotykiem celowym, tak jak robi to przegroda.

Środki ochrony przy uszkodzeniu

Pojęcie: samoczynne wyłączenie zasilania. Środek ochrony przy uszkodzeniu polegający na automatycznym odłączeniu zasilania od obwodu, w którym doszło do uszkodzenia izolacji, zanim napięcie dotykowe utrzyma się na tyle długo, żeby zagrozić człowiekowi. To najczęściej stosowany środek ochrony dodatkowej w instalacjach niskiego napięcia, realizowany przez współdziałanie przewodu ochronnego, uziemienia i odpowiednio dobranego zabezpieczenia — wyłącznika różnicowoprądowego albo nadprądowego, opisanych na stronie Aparaty zabezpieczające.

Pojęcie: separacja elektryczna. Środek ochrony polegający na zasilaniu odbiornika z obwodu galwanicznie oddzielonego od reszty instalacji, na przykład przez transformator separacyjny, tak że uszkodzenie izolacji w odbiorniku nie tworzy zamkniętego obwodu przez ziemię z resztą instalacji, a więc nie powoduje niebezpiecznego przepływu prądu przez człowieka dotykającego uszkodzonej części.

Pojęcie: bardzo niskie napięcie (ELV, SELV, PELV). Środek ochrony polegający na zasilaniu urządzenia napięciem na tyle niskim, że nawet w razie uszkodzenia izolacji napięcie dotykowe nie przekroczy wartości bezpiecznej opisanej na stronie Działanie prądu na organizm i zagrożenia. SELV (Separated Extra-Low Voltage) oznacza obwód bardzo niskiego napięcia, galwanicznie oddzielony od innych obwodów i nieuziemiony, co daje najwyższy poziom bezpieczeństwa, bo chroni jednocześnie przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim bez dodatkowych środków. PELV (Protective Extra-Low Voltage) różni się od SELV tym, że jeden punkt obwodu jest celowo uziemiony — stosuje się go tam, gdzie takie uziemienie jest wymagane funkcjonalnie, kosztem nieco niższego poziomu ochrony niż w pełni izolowany SELV.

Pojęcie: izolacja ochronna (izolacja podwójna lub wzmocniona). Środek ochrony, w którym urządzenie nie posiada w ogóle metalowej obudowy połączonej z przewodem ochronnym, bo ochrona przed dotykiem pośrednim jest zapewniona samą konstrukcją izolacyjną urządzenia — dodatkową warstwą izolacji ponad izolację podstawową, niezależną od niej, tak że uszkodzenie jednej warstwy nie odsłania części czynnej. To rozwiązanie stosowane w urządzeniach klasy ochronności II, opisanej niżej.

Uziemienie i połączenia wyrównawcze

Pojęcie: uziemienie. Połączenie elektryczne danego punktu instalacji, na przykład przewodu ochronnego albo obudowy urządzenia, z ziemią, poprzez uziom o odpowiednio niskiej rezystancji. Uziemienie umożliwia odprowadzenie prądu uszkodzeniowego do ziemi i jest warunkiem koniecznym działania samoczynnego wyłączenia zasilania — bez sprawnego uziemienia zabezpieczenie różnicowoprądowe czy nadprądowe nie ma jak zadziałać na skutek uszkodzenia izolacji na obudowę.

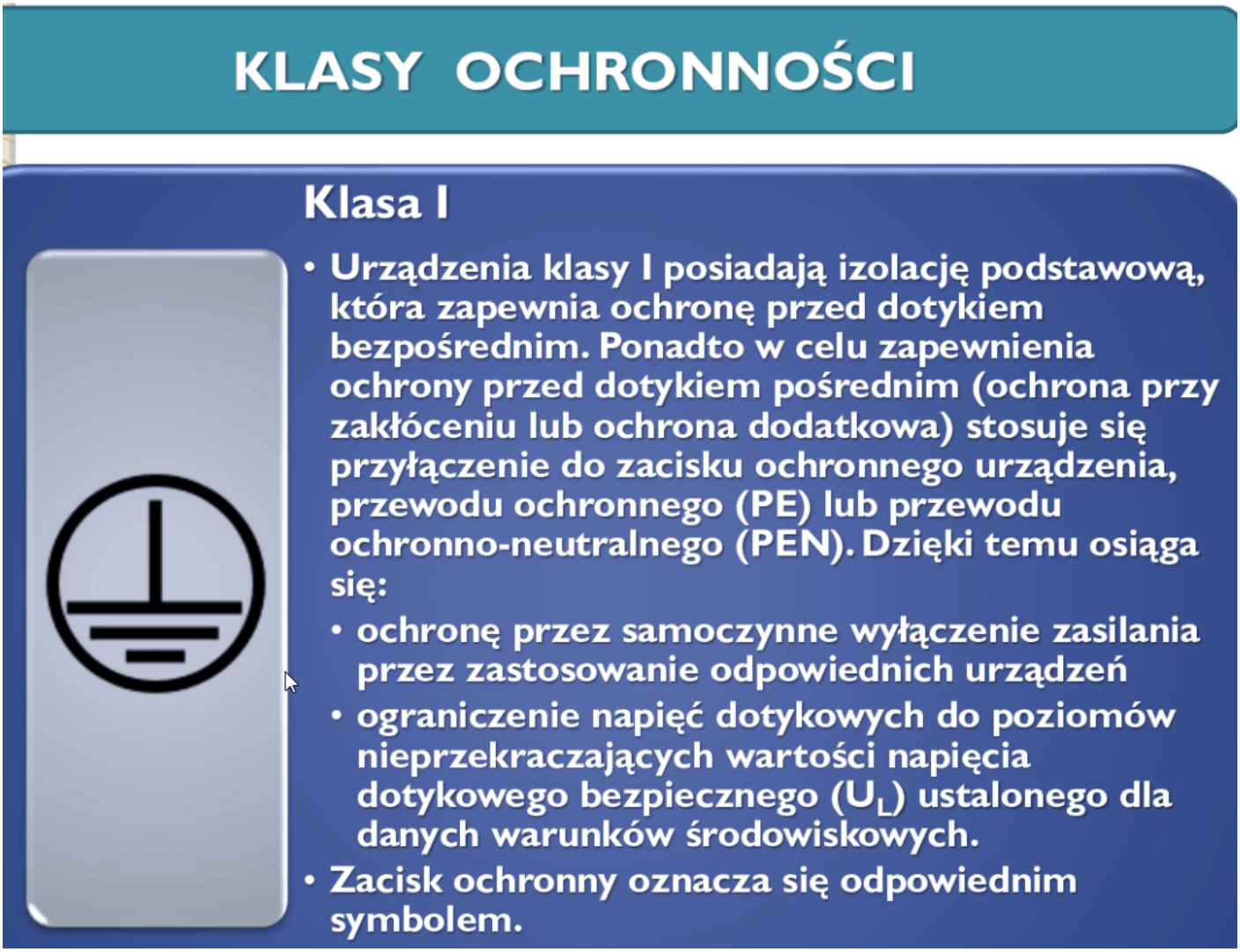
Pojęcie: połączenia wyrównawcze. Połączenia elektryczne łączące ze sobą części przewodzące dostępne w danym pomieszczeniu lub obiekcie — na przykład rury instalacji wodnej, grzejniki, konstrukcje metalowe budynku — tak, żeby w razie uszkodzenia izolacji wszystkie te elementy przyjmowały zbliżony potencjał, minimalizując napięcie dotykowe, jakie mogłoby powstać między dwoma jednocześnie dostępnymi elementami.

Klasy ochronności urządzeń

Pojęcie: klasa ochronności. Umowne oznaczenie cech urządzeń elektrycznych i elektrotechnicznych z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej — informuje, jaką kombinację środków ochrony podstawowej i ochrony przy uszkodzeniu zastosowano w danym urządzeniu, zanim jeszcze poznamy szczegóły jego budowy. Rozporządzenia i normy wyróżniają cztery klasy.

Klasa 0. Urządzenia klasy 0 mają zapewnioną jedynie ochronę przed dotykiem bezpośrednim, którą zapewnia izolacja podstawowa — nie ma tu żadnego środka ochrony przy uszkodzeniu. W przypadku uszkodzenia izolacji ochronę przeciwporażeniową powinno zapewnić umieszczenie urządzenia poza zasięgiem ręki oraz izolowanie stanowiska. W Polsce urządzenia tej klasy dopuszcza się do użytkowania w przypadku braku jednoczesnego kontaktu człowieka z urządzeniem oraz potencjałem ziemi. Urządzenia klasy 0 nie mają żadnego oznaczenia.

Klasa I. Urządzenia klasy I posiadają izolację podstawową, która zapewnia ochronę przed dotykiem bezpośrednim. Ponadto, w celu zapewnienia ochrony przed dotykiem pośrednim, stosuje się przyłączenie do zacisku ochronnego urządzenia, przewodu ochronnego (PE) lub przewodu ochronno-neutralnego (PEN). Dzięki temu osiąga się ochronę przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz ograniczenie napięć dotykowych do poziomów nieprzekraczających napięcia dotykowego bezpiecznego (UL) dla danych warunków środowiskowych. Zacisk ochronny w urządzeniach klasy I oznacza się odpowiednim symbolem.



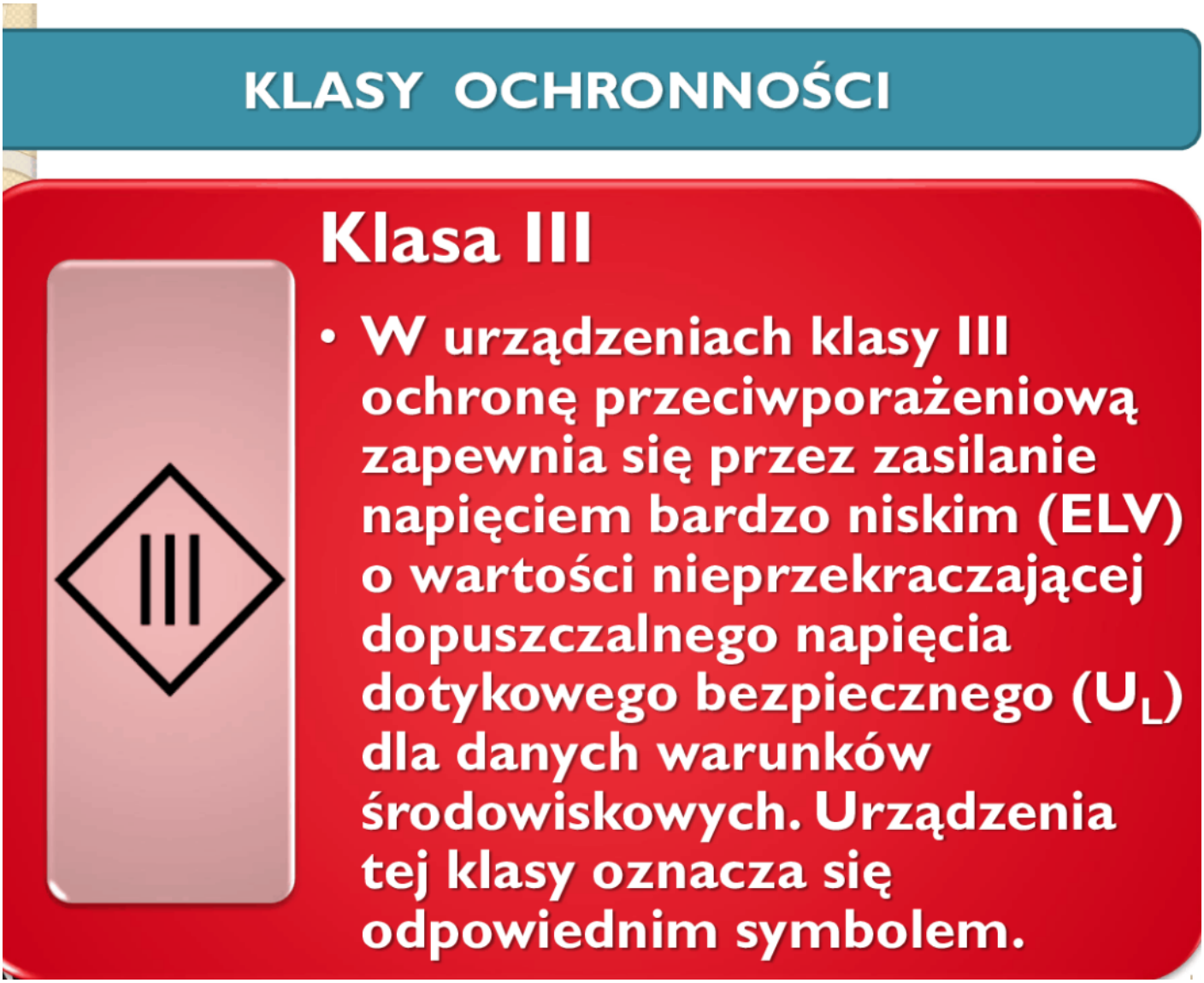
Symbol klasy ochronności I (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Klasa II. Urządzenia klasy II charakteryzują się zastosowaniem izolacji wzmocnionej, która zapewnia zarówno ochronę przed dotykiem bezpośrednim, jak i pośrednim, bez udziału przewodu ochronnego. Innym sposobem zapewnienia tej ochrony w urządzeniach klasy II jest zastosowanie izolacji podstawowej oraz dodatkowej. Ponieważ zastosowana jest izolacja wzmocniona lub dodatkowa, nie jest konieczne połączenie obudowy urządzenia z przewodem ochronnym uziemiającym — dzięki temu można zasilać urządzenia tej klasy na przykład przez kable dwużyłowe ze złączami IEC C7, popularnie zwanymi „ósemką". Urządzenia klasy II oznacza się odpowiednim symbolem, na przykład na tabliczce znamionowej.



Symbol klasy ochronności II (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Klasa III. W urządzeniach klasy III ochronę przeciwporażeniową zapewnia się przez zasilanie napięciem bardzo niskim (ELV) o wartości nieprzekraczającej dopuszczalnego napięcia dotykowego bezpiecznego (UL) dla danych warunków środowiskowych. Urządzenia tej klasy oznacza się odpowiednim symbolem.



Symbol klasy ochronności III (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Klasa	Ochrona podstawowa	Ochrona przy uszkodzeniu	Oznaczenie
0	izolacja podstawowa	brak — tylko umieszczenie poza zasięgiem ręki	brak
I	izolacja podstawowa	przewód ochronny PE lub PEN + samoczynne wyłączenie zasilania	symbol zacisku ochronnego
II	izolacja wzmocniona lub podwójna	wbudowana w samą izolację, bez przewodu ochronnego	symbol podwójnego kwadratu
III	zasilanie napięciem bardzo niskim	napięcie z definicji poniżej progu niebezpiecznego	symbol napięcia bardzo niskiego

Częste błędy

Traktowanie klasy II jako urządzenia niewymagającego żadnej ochrony. Brak przewodu ochronnego w urządzeniu klasy II nie oznacza braku ochrony przy uszkodzeniu — oznacza, że ochronę tę zapewnia sama konstrukcja izolacyjna urządzenia, a nie zewnętrzny obwód ochronny. Uszkodzenie tej izolacji, na przykład mechaniczne przetarcie obudowy, może zniweczyć tę ochronę bez żadnego sygnału ostrzegawczego, bo nie ma tu przewodu PE, który mógłby wywołać zadziałanie zabezpieczenia różnicowoprądowego.

Mylenie separacji elektrycznej z samym odłączeniem od sieci. Separacja elektryczna nie polega na wyłączeniu zasilania — polega na zasilaniu obwodu z galwanicznie oddzielonego źródła, tak że nawet podczas normalnej pracy urządzenia nie istnieje przewodząca droga powrotna przez ziemię, którą mógłby popłynąć prąd uszkodzeniowy przez ciało człowieka.

□□ Ćwiczenia

1. Urządzenie ma metalową obudowę połączoną z przewodem ochronnym PE i jest zabezpieczone samoczynnym wyłączeniem zasilania. Do jakiej klasy ochronności ono należy?

Odpowiedź

Do klasy I — ochronę przed dotykiem bezpośrednim zapewnia izolacja podstawowa, a ochronę przed dotykiem pośrednim zapewnia przyłączenie obudowy do przewodu ochronnego PE w połączeniu z samoczynnym wyłączeniem zasilania.

2. Zasilacz do laptopa nie ma trzeciego bolca uziemiającego we wtyczce i jest zasilany kablem dwużyłowym ze złączem IEC C7. Jaką klasę ochronności prawdopodobnie posiada i dlaczego brak uziemienia nie jest tu błędem?

Odpowiedź

Prawdopodobnie klasę II — urządzenia tej klasy stosują izolację wzmocnioną lub podwójną, która sama w sobie zapewnia ochronę przed dotykiem pośrednim, więc połączenie obudowy z przewodem ochronnym uziemiającym nie jest konieczne. Dlatego takie urządzenia mogą być zasilane kablem dwużyłowym bez żyły PE.

3. Obudowa urządzenia ma oznaczenie IP44. Co dokładnie ta obudowa gwarantuje z punktu widzenia ochrony przed ciałami obcymi i wodą?

Odpowiedź

Pierwsza cyfra (4) oznacza ochronę przed ciałami stałymi o średnicy 1 mm i większej oraz przed dostępem do części niebezpiecznych drutem. Druga cyfra (4) oznacza ochronę przed bryzgami wody z dowolnego kierunku. Obudowa nie chroni przed pyłem w stopniu pełnym ani przed strugą wody czy zanurzeniem — do tego potrzebny byłby wyższy stopień ochrony w obu cyfrach.

Powiązane: Działanie prądu na organizm i zagrożenia · Układy sieci TN, TT, IT · Aparaty zabezpieczające

Revision #36
Created 2026-09-25 08:26:36 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-26 14:16:42 UTC by Tomasz Konieczny