



Jak budować rozdzielnicę pod automatykę domową

Od podstaw elektryki po gotowy zestaw materiałów i kosztorys.

Spis treści

Wstęp

CZĘŚĆ 0 – PODSTAWY ELEKTRYKI

Prąd, napięcie, moc i jak policzyć obciążenie

Jedna faza i trzy fazy. Twoje przyłącze

Układy sieci: TN-S, TN-C-S, TT

Ochrona: różnicówka, nadprądówka, RCBO, ogranicznik przepięć

Przewody: przekrój, obciążalność, kolory, oznaczenia, SELV

Bezpieczeństwo i prawo: granice DIY, odbiór

CZĘŚĆ I – JAK TO DZIAŁA

Czym różni się rozdzielnica „inteligentna”

Loxone w pigułce: Miniserver, Tree, Air, Link, zasilacz

Drzewo zasilania i ochrony

Korzeń rozdzielnicy: rozłącznik główny, przepięcia, rozdział mocy

CZĘŚĆ II – OBWODY I OCHRONA

Strefy ochronne: po co dzielić dom na grupy różnicówek

Dobór zabezpieczeń i przekrojów

Bilans faz: jak nie przeciążyć jednej fazy

CZĘŚĆ III – RECEPTURY

Światło: od on/off po ściemnianie i DALI

Rolety, żaluzje, zasłony

Gniazda 1- i 3-fazowe

Taśmy LED 24 V

Przyciski, czujniki, kontaktrony

Audio (multiroom)

Ogrzewanie podłogowe i czujniki Tree

Sieć i Ethernet

CZĘŚĆ IV – OD PROJEKTU DO ROZDZIELNICY

Dobór i zakup komponentów

Prefabrykacja: szyny, mostkowanie, tulejki, opisy

Od planu domu do listy zakupów i kosztorysu

Uruchomienie, sprawdzenie, odbiór

Ile to kosztuje i czas programowania

DODATKI

Dodatek A — Katalog części

Dodatek B — Tabele doboru

Dodatek C — Słownik pojęć

Dodatek D — Checklista projektowa

Wstęp

Dlaczego rozdzielnica w inteligentnym domu jest inna

Wyobraź sobie zwykły dom. Włącznik na ścianie przerywa fazę płynącą do lampy — naciskasz, obwód się zamyka, światło się pali. Prosto i lokalnie. W domu z automatyką jest inaczej: **włącznik niczego nie przełącza bezpośrednio**. To tylko przycisk, który mówi sterownikowi „ktoś chce światło”. Lampę załącza przekaźnik schowany w rozdzielnicy.

Ta jedna zmiana pociąga za sobą wszystko. Skoro to rozdzielnica decyduje, co się włącza, to **każdy odbiornik musi do niej wrócić** osobnym kablem. Rozdzielnica pod automatykę ma więc więcej przewodów, więcej zacisków, własne zasilanie niskonapięciowe dla elektroniki i logikę, której w zwykłej tablicy bezpiecznikowej nie ma. Ta książka tłumaczy, jak taką rozdzielnicę zrozumieć, zaprojektować i zbudować — na przykładzie systemu **Loxone**.

Czego się nauczysz

Prowadzimy Cię tą samą drogą, którą przebiega projekt każdej instalacji:

| | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|
| PLAN DOMU (co i gdzie chcesz sterować) | → | OBWODY (jakim kablem, jak zabezpieczyć) | → | ROZDZIELNICA (jak ochronić i połączyć) | → | LISTA ZAKUPÓW (ile komponent ile to kosztu) |
|--|---|---|---|--|---|---|

- **Część 0** to elektryczne ABC, którego będziemy używać dalej — prąd, fazy, układy sieci, ochrona, przewody. Jeśli znasz te tematy, możesz ją przejrzeć pobieżnie.
- **Część I** pokazuje, jak działa rozdzielnica pod automatykę i czym jest Loxone.
- **Część II** to wspólny język wszystkich obwodów: strefy ochronne, dobór zabezpieczeń, bilans faz.
- **Część III** to serce książki — gotowe receptury: jak podłączyć światło, rolety, gniazda, taśmy LED, czujniki, audio, ogrzewanie i sieć.
- **Część IV** prowadzi od projektu do gotowej rozdzielnicy: dobór i zakup części, prefabrykacja, kosztorys, uruchomienie i odbiór.

Jak korzystać z receptur

Każdy rozdział Części III ma ten sam układ, żeby czytało się go jak instrukcję:

- **Po co i jak działa** — co to za element i jak go obsługujesz na co dzień.
- **Jaki kabel** — ile żył, jaki przekrój, jakie oznaczenie.

- **Jak zabezpieczyć** — bezpiecznik, różnicówka, do której grupy trafia.
- **Co łąduje w rozdzielniczy** — jakie moduły i połączenia reprezentują ten element.
- **Na co uważać** — typowe pułapki i utrwalone dobre praktyki.

Konwencja nazw obwodów

Żeby nie pogubić się w dziesiątkach obwodów, warto je nazywać systematycznie. W książce stosujemy prosty schemat **litera + piętro.pokój.numer**, np. **L1.2.3** = światło (L), 1. piętro, 2. pokój, 3. obwód. Inne litery: **R** rolety, **G** gniazda. To **tylko sugestia** — przyjmij własny system, byle stosować go konsekwentnie w całym projekcie.

Zanim zaczniesz: bezpieczeństwo

Instalacja elektryczna potrafi zabić. Część czynności — przede wszystkim podłączenie do sieci i pomiary odbiorcze — w Polsce wolno wykonać tylko osobie z odpowiednimi uprawnieniami, a instalacja wymaga protokolarnego odbioru. Tę granicę — co możesz zrobić sam, a co musisz powierzyć uprawnionemu elektrykowi — opisuje **rozdział 0.6**. W dalszych rozdziałach nie powtarzamy tego ostrzeżenia przy każdej okazji; potraktuj 0.6 jako obowiązujące przez całą książkę.

Dalej: 0.1 — Prąd, napięcie, moc i jak policzyć obciążenie

0

Część 0 — Podstawy elektryki

Prąd, napięcie, moc i jak policzyć obciążenie

Zanim zaczniemy projektować rozdzielnicę, musimy mówić jednym językiem. Ten rozdział to minimum, do którego będziemy wracać przy każdym doborze bezpiecznika i przekroju.

Trzy wielkości i jedna analogia

Wyobraź sobie wodę w rurze:

- **Napięcie (U)**, mierzone w **woltach (V)**, to *ciśnienie* — jak mocno prąd jest „popychany”. W polskim gniazdku to **230 V**.
- **Prąd (I)**, mierzony w **amperach (A)**, to *przepływ* — ile elektronów płynie przez przewód.
- **Moc (P)**, mierzona w **watach (W)**, to *praca w jednostce czasu* — ile energii odbiornik pobiera.

Wiąże je prosty wzór:

$$P = U \times I \quad (\text{moc} = \text{napięcie} \times \text{prąd})$$

Z którego najczęściej korzystamy w odwróconej postaci — żeby z mocy urządzenia policzyć prąd:

$$I = P / U$$

Po co Ci to przy rozdzielniczy

Bo **bezpiecznik dobiera się do prądu**, a urządzenia opisuje się **mocą**. Musisz umieć przeskakiwać między jednym a drugim.

Przykład: czajnik 2000 W na 230 V pobiera prąd:

$$I = 2000 \text{ W} / 230 \text{ V} \approx 8,7 \text{ A}$$

Dlatego obwód gniazd zabezpiecza się zwykle wyłącznikiem **16 A** — przy 230 V to teoretyczne 3680 W, czyli czajnik plus kilka pomniejszych odbiorników naraz. Obwód oświetlenia, gdzie odbiory są małe, wystarczy zabezpieczyć na **10 A** (2300 W).

Nie wszystko świeci naraz — współczynnik jednoczesności

Gdyby zsumować moc wszystkich urządzeń w domu, wyszłoby kilkadziesiąt kilowatów — a przyłącze ma 14. To nie błąd: **nigdy nie używasz wszystkiego jednocześnie**. Pralka, piekarnik, czajnik i suszarka rzadko ruszają w tej samej sekundzie.

Dlatego przy projektowaniu stosuje się **współczynnik jednoczesności** — szacunek, jaka część odbiorów danego typu działa równocześnie. Na przykład gniazda w pokojach liczy się jakby pracowało **40%** z nich, kuchnię — **70%** (bo piekarnik, indukcja i zmywarka faktycznie chodzą razem), a oświetlenie czy rolety — nawet **100%** (cała scena może ruszyć naraz). Te współczynniki wracają w rozdziale 07 (bilans faz).

Moce do szacowania

Na etapie projektu rzadko znasz dokładną moc każdego punktu. Do wstępnych obliczeń przyjmuje się rozsądne wartości zastępcze na obwód:

| Typ obwodu | Moc do szacowania |
|-----------------------------|-------------------|
| Gniazda (cały obwód) | ~1000 W |
| Oświetlenie (punkt) | 50 W |
| Rolety (silnik) | 200 W |
| Płyta indukcyjna (3-fazowa) | ~7000 W |
| Audio (głośnik) | 100 W |

To **estymaty do bilansu**, nie parametry konkretnych urządzeń — gdy znasz rzeczywistą moc, używasz jej.

Energia i licznik

Moc (W) mówi, ile urządzenie pobiera *w danej chwili*. Rachunek płacisz za **energię** — moc razy czas, liczoną w **kilowatogodzinach (kWh)**. Urządzenie 1000 W pracujące godzinę zużywa 1 kWh. Licznik na wejściu domu sumuje właśnie kWh; w instalacji z Loxone możesz dodatkowo mierzyć zużycie per faza osobnym licznikiem Tree (patrz rozdział 04).

Jedna faza i trzy fazy. Twoje przyłącze

Jedna faza

Najprostszy obwód to **faza + neutralny + ochronny** (L + N + PE). Między fazą a neutralnym jest **230 V** — to napięcie, na którym pracuje większość domowych odbiorników: oświetlenie, gniazda, telewizor, lodówka.

- **L (faza, brązowa)** — żyła „pod napięciem”.
- **N (neutralny, niebieska)** — żyła powrotna, normalnie blisko potencjału ziemi.
- **PE (ochronny, żółto-zielona)** — bezpieczeństwo; w razie usterki odprowadza prąd, chroniąc przed porażeniem. Nigdy nie płynie nim prąd roboczy.

Trzy fazy

Do domu doprowadza się zwykle **trzy fazy**: L1, L2, L3, plus wspólny N i PE. Każda faza to osobne 230 V względem neutralnego, ale są wzajemnie przesunięte — między dwiema fazami napięcie wynosi **400 V**.

Po co trzy fazy w domu?

1. **Większa moc.** Trzy fazy niosą trzy razy więcej mocy niż jedna przy tym samym prądzie. Mocne odbiory — płyta indukcyjna, ładowarka samochodu, pompa ciepła — projektuje się jako 3-fazowe.
2. **Równomierne obciążenie.** Jednofazowe obwody rozkłada się po trzech fazach tak, żeby żadna nie była przeciążona, gdy pozostałe stoją beczynnie. To jest właśnie bilans faz.

Twoje przyłącze — co wchodzi do domu

Droga prądu od sieci do Twojej rozdzielnicy wygląda tak:

sieć energetyczna → zabezpieczenie przedlicznikowe → LICZNIK → WLZ → ROZDZIELNICA

- **Moc przyłączeniowa** — ile kilowatów zakontraktowałeś u operatora (typowo **14 kW** dla domu; większe domy z pompą ciepła i ładowarką — 18–25 kW). Ona wyznacza zabezpieczenie przedlicznikowe i rozłącznik główny w rozdzielnicy.
- **Licznik** — własność operatora, mierzy zużytą energię.
- **WLZ** (Wewnętrzna Linia Zasilająca) — przewód od licznika do Twojej rozdzielnicy. Dla domu 3-fazowego to zwykle **YKY 5x16** (pięć żył 16 mm²: L1, L2, L3, N, PE).

Z kilowatów na ampery

Żeby dobrać rozłącznik główny, trzeba z mocy przyłącza policzyć prąd. Dla układu 3-fazowego:

$$I = \text{moc}[\text{kW}] \times 1000 / (400 \text{ V} \times \sqrt{3} \times \cos\varphi)$$

gdzie $\sqrt{3} \approx 1,732$, a $\cos\varphi$ (współczynnik mocy) przyjmujemy **0,95**. W praktyce upraszcza się to do:

$$I \approx \text{moc}[\text{kW}] \times 1,5$$

Przykład — przyłącze **14 kW**:

$$I \approx 14 \times 1,5 \approx 21 \text{ A}$$

Czyli prąd roboczy to około 21 A na fazę. Rozłącznik główny dobiera się do najbliższego wyższego standardu — tu **40 A** (najmniejszy oferowany rozłącznik domowy). Szczegóły doboru rozłącznika i całego korzenia rozdzielnic są w rozdziale 04.

Układy sieci: TN-S, TN-C-S, TT

„Układ sieci” brzmi abstrakcyjnie, ale chodzi o jedną konkretną rzecz: **jak poprowadzony jest przewód ochronny (PE) i neutralny (N) od stacji transformatorowej do Twojego domu**. To przesądza o sposobie ochrony przeciwporażeniowej, więc musisz wiedzieć, który układ masz, zanim dobierzesz różnicówki i ogranicznik przepięć.

Nazwy są kodem literowym. Pierwsza litera mówi o uziemieniu po stronie sieci (zawsze **T** — uziemione), druga — jak uziemione są części Twojej instalacji. Dla nas liczą się trzy warianty.

TN-C-S — najczęstszy w Polsce

Od stacji do domu biegnie **jeden wspólny przewód PEN**, łączący w sobie funkcję neutralnego i ochronnego. Dopiero **w Twojej rozdzielni głównej** rozdziela się go na osobne **N i PE**.

```
stacja → ... PEN (wspólny) ... → ROZDZIELNICA: tu PEN rozdziela się na N i PE
      |
      mostek N-PE (punkt rozdziału)
```

Punkt rozdziału łączy się **mostkiem N-PE** i uziemia. Od tego miejsca w głąb domu N i PE biegną już osobno (jak w TN-S). To zdecydowanie najczęstszy układ w polskich domach jednorodzinnych.

W praktyce rozdzielni: rozdział PEN realizuje się na bloku zaciskowym, łącząc szynę N z szyną PE krótkimi mostkami. To jedyne miejsce, gdzie N i PE wolno ze sobą połączyć — nigdzie dalej.

TN-S — osobne N i PE całą drogą

Neutralny i ochronny są **rozdzielone już od stacji** i biegną osobno na całej długości. Z punktu widzenia rozdzielni jest prościej — nie ma rozdziału PEN, nie ma mostka N-PE. Spotykany w nowszych przyłączach i instalacjach przemysłowych.

TT — własny uziom

Instalacja **nie korzysta z przewodu ochronnego od sieci** — zamiast tego masz **własny uziom** (np. bednarka lub szpilki w gruncie), do którego podłączony jest PE. Sieć dostarcza tylko fazy i N.

Układ TT wymaga **bezwzględnie** zabezpieczenia różnicowoprądowego — bo przy własnym uziemieniu to różnicówka jest podstawową ochroną przed porażeniem. Spotykany na wsiach i w przyłączach

napowietrznych.

Dlaczego to ważne dla Ciebie

- **Mostek N-PE** robisz tylko w TN-C-S (i tylko w jednym miejscu — w rozdzielnicy głównej). W TN-S i TT go nie ma.
- **Ogranicznik przepięć (SPD)** dobiera się do układu sieci — modele „dla TT/TN-S” mają konfigurację 3+1 (trzy fazy + neutralny względem PE).
- **Różnicówki** są obowiązkowe wszędzie, ale w TT pełnią rolę krytyczną.

Jeśli nie wiesz, jaki masz układ — sprawdź w dokumentacji przyłącza albo zapytaj operatora. W zdecydowanej większości polskich domów będzie to **TN-C-S**.

Ochrona: różnicówka, nadprądówka, RCBO, ogranicznik przepięć

W rozdzielnicach mieszkają cztery typy aparatów ochronnych. Każdy chroni przed czymś innym i nie zastępuje pozostałych. Ten rozdział tłumaczy, co robi który — wracamy do nich w całej książce.

Wyłącznik nadprądowy (MCB) — „bezpiecznik”

Chroni **instalację** (przewody, urządzenia) przed dwoma zagrożeniami:

- **przeciążeniem** — gdy płynie zbyt duży prąd przez zbyt długi czas (przewód by się przegrzał),
- **zwarcie** — gdy faza zetknie się z neutralnym lub ochronnym (prąd skacze do setek amperów).

Opisują go dwa parametry:

Prąd znamionowy — np. 10 A, 16 A — przy jakim prądzie zaczyna chronić. Dobiera się go do przekroju przewodu (patrz rozdział 0.5 i Dodatek B).

Charakterystyka (krzywa) — jak szybko reaguje na chwilowe skoki prądu:

- **Krzywa B** — łagodna, do odbiorów bez prądu rozruchowego: **oświetlenie, gniazda**. Zdziała już przy ~3–5-krotności prądu znamionowego.
- **Krzywa C** — toleruje większy chwilowy skok (~5–10×), do odbiorów z **prądem rozruchowym: silniki, rolety, niektóre zasilacze**. Silnik rolety przy starcie pobiera kilka razy więcej niż w ruchu — na krzywej B wybijałby bezpiecznik przy każdym podniesieniu.

Wyłącznik różnicowoprądowy (RCD) — „różnicówka”

Chroni **ludzi** przed porażeniem. Działa zupełnie inaczej niż nadprądówka: nie patrzy na wielkość prądu, tylko porównuje, **ile prądu wpływa fazą, a ile wraca neutralnym**. Jeśli się nie zgadza — część prądu „ucieka” gdzieś indziej (np. przez ciało człowieka do ziemi) — różnicówka błyskawicznie odcina zasilanie.

Parametry:

- **Czułość (prąd różnicowy)** — **30 mA** to ochrona ludzi (standard w obwodach domowych); **300 mA** to wersja selektywna/przeciwpożarowa (chroni instalację, nie człowieka — patrz niżej).
- **Typ** — na jakie kształty prądu reaguje:
 - **Typ AC** — tylko prąd przemienny. Starszy standard, **dziś niewystarczający** dla nowoczesnego domu.
 - **Typ A** — prąd przemienny **i pulsujący stały**. **Wymagany** wszędzie tam, gdzie jest elektronika: zasilacze, LED, falowniki, pralki, indukacja. W instalacji z automatyką praktycznie wszystko jest typu A.
 - **Typ B** — dodatkowo gładki prąd stały (falowniki PV, ładowarki samochodów). Stosowany punktowo.

Zapamiętaj: w domu z automatyką i elektroniką domyślnie dajesz **różnicówki typu A 30 mA**. Typ AC to relikw.

Selektywność

Jeśli masz różnicówkę na wejściu całej rozdzielni i osobne na strefach, chcesz, żeby przy usterce zadziałała tylko ta **najbliższa** usterce, a nie główna (która odciąłaby cały dom). Dlatego nadrzędna różnicówka bywa **selektywna (typ S, 300 mA)** — reaguje z opóźnieniem, dając czas zadziałać tej podrzędnej 30 mA. To dobre praktyki w domach 3-fazowych powyżej ~14 kW.

RCBO — różnicówka i nadprądówka w jednym

RCBO to połączenie MCB + RCD w jednej obudowie szerokości 2 modułów. Chroni pojedynczy obwód kompletnie: i przed przeciążeniem/zwarcie, i przed prądem upływu. Wygodne tam, gdzie chcesz, żeby jeden obwód miał własną, niezależną ochronę różnicową — np. łazienka albo całe oświetlenie piętra (patrz rozdział 08). Wadą jest cena i to, że jedna usterka wyłącza tylko ten obwód — co bywa zaletą.

Ogranicznik przepięć (SPD)

Chroni instalację i urządzenia przed **przebiegami** — krótkimi skokami napięcia do tysięcy woltów, powodowanymi przez wyładowania atmosferyczne lub łączenia w sieci. SPD „upuszcza” nadmiarowe napięcie do przewodu ochronnego, zanim dotrze do urządzeń.

Klasy:

- **Typ 1 (T1)** — odprowadza prąd udarowy z bezpośredniego uderzenia pioruna (instalacje odgromowe).
- **Typ 2 (T2)** — chroni przed przebiegami indukowanymi i łączeniowymi (standard w rozdzielni domowej).
- **T1+T2** — łączony, montowany na wejściu rozdzielni głównej. To go używamy w recepturze korzenia rozdzielni (patrz rozdział 04).

Podsumowanie — kto przed czym chroni

| Aparat | Chroni | Przed czym |
|----------------------------|------------|----------------------------|
| Nadprądówka (MCB) | instalację | przeciążeniem, zwarcie |
| Różnicówka (RCD) | człowieka | porażeniem (prąd upływu) |
| RCBO | obwód | jednym i drugim naraz |
| Ogranicznik przepięć (SPD) | urządzenia | przebiegami (piorun, sieć) |

Przewody: przekrój, obciążalność, kolory, oznaczenia, SELV

Przewód to nie „kabel i już”. Dobiera się go do prądu, oznacza według funkcji i prowadzi w ustalonych kolorach. Ten rozdział zbiera podstawy; gotowe tabele są w Dodatku B.

Przekrój i obciążalność

Przekrój żyły (pole jej przekroju poprzecznego, w mm^2) decyduje, ile prądu uniesie bez przegrzania — to jej **obciążalność**. Im grubsza żyła, tym większy prąd.

Zasada doboru jest prosta: **przekrój musi pasować do bezpiecznika**, który chroni dany przewód. Gdyby przewód był za cienki względem bezpiecznika, mógłby się przegrzać, zanim bezpiecznik zadziała. Stąd sztywne pary:

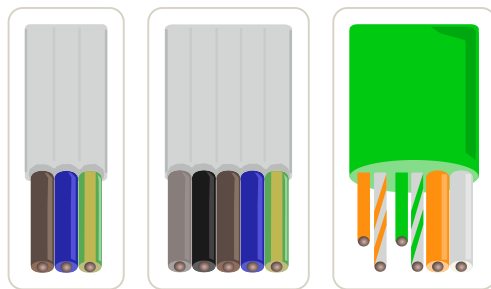
| Bezpiecznik | Min. przekrój |
|---------------------|-------------------|
| $\leq 10 \text{ A}$ | 1,5 mm^2 |
| $\leq 16 \text{ A}$ | 2,5 mm^2 |
| $\leq 25 \text{ A}$ | 4 mm^2 |
| $\leq 32 \text{ A}$ | 6 mm^2 |

Dlatego obwód oświetlenia (B10) prowadzi się żyłą 1,5 mm^2 , a gniazd (B16) — 2,5 mm^2 . Pełne tabele, łącznie z żyłami zbiorczymi za różnicówką i w korzeniu rozdzielnic, są w Dodatku B.

Oznaczenia przewodów

Typ przewodu poznasz po symbolu literowym mówiącym o budowie i zastosowaniu:

- **YDY** — sztywny instalacyjny (pełna żyła, „druć”). Domowy standard pod tynk.
- **OWY** — giętki (linka w izolacji). Rolety, taśmy LED, sterowanie 24 V.
- **LgY** — pojedyncza linka; też do mostkowania w rozdzielnicach.
- **YKY** — przewód zasilający/ziemny, grubszy. Tu jako WLZ od licznika do rozdzielnic.
- **J-Y(St)Y** — skrętka ekranowana (telekomunikacyjna). Magistrala Loxone Tree.
- **OMY** — cienki sygnałowy. Kontaktrony, czujniki.
- **TP głośnikowy OFC** — przewód głośnikowy z czystej miedzi (audio).



Przekroje przykładowych przewodów: 3-żyłowy (światło), 5-żyłowy (3-fazowy), skrętka magistrali Tree.

Który przewód do jakiego obwodu — patrz Dodatek B, tabela 1.

Kolory żył

Kolory nie są dowolne — to norma i bezpieczeństwo:

| Żyła | Kolor |
|-------------------|--------------------------|
| Faza L1 / L2 / L3 | brązowy / czarny / szary |
| Neutralny N | niebieski |
| Ochronny PE | żółto-zielony |

Żółto-zielony jest święty — wolno go używać wyłącznie dla przewodu ochronnego PE. Niebieskiego — przy 230 V wyłącznie dla N. W obwodach automatyki 24 V przyjmuje się dodatkowo: **czerwony = +24 V**, **zielony = magistrala Tree**.

SELV — bezpieczne niskie napięcie

Część automatyki pracuje na **24 V napięcia stałego** zamiast 230 V. To tzw. **SELV** (Safety Extra-Low Voltage) — napięcie na tyle niskie, że **dotyk nie grozi porażeniem**. Stąd ważna konsekwencja dla rozdzielnic: obwody 24 V (taśmy LED, oprawy 24 V, czujniki) **nie wymagają osobnego bezpiecznika ani różnicówki na każdym obwodzie** — chroni się dopiero wejście 230 V zasilacza, który to napięcie wytwarza. Dlatego receptury LED i oświetlenia 24 V wyglądają „uboższ” niż 230 V — i tak ma być.

Tulejki

Końcówkę linki (przewodu wielodrutowego) przed włożeniem w **zacisk śrubowy** zarabia się **tulejką** — metalową koszulką zaciskaną na żyłę, żeby śruba nie postrzępiła drutków. Złączki sprężynowe WAGO (Push-in) tulejek **nie wymagają**. Pełna reguła „kiedy tulejka” — Dodatek B, sekcja 4.

Bezpieczeństwo i prawo: granice DIY, odbiór

Ten rozdział czytaj jako obowiązujący przez **całą** książkę. Dalej nie będziemy powtarzać ostrzeżeń przy każdej okazji — ale wszystko, co projektujesz, robisz w granicach opisanych tutaj.

Prąd zabija — to nie figura retoryczna

230 V wystarcza, żeby zabić. Praca przy instalacji **pod napięciem** grozi porażeniem, poparzeniem i śmiercią; zwarcie potrafi spowodować łuk elektryczny i pożar. Dlatego obowiązuje **żelazna zasada**:

Nigdy nie pracujesz pod napięciem. Każdą czynność przy okablowaniu wykonujesz na instalacji odłączonej, sprawdzonej próbnikiem, zabezpieczonej przed przypadkowym załączeniem.

Co możesz zrobić samodzielnie

Dużą część pracy nad rozdzielnicą wykonasz bez ryzyka i bez uprawnień, bo dzieje się **bez napięcia**:

- **Zaprojektować** instalację: rozplanować obwody, strefy, dobrać aparaturę i przekroje (o tym jest ta książka).
- **Sprefabrykować rozdzielnicę na stole** — zmontować aparaty na szynach, ułożyć i opisać okablowanie wewnętrzne, zarobić końcówki. To „warsztatowa” część (patrz rozdział 17), którą robisz na odłączonej, niepodłączonej do niczego obudowie.
- **Ułożyć trasy kablowe** w budowanym domu (rury, przewody w bruzdach) — przed podłączeniem.
- **Skompletować zakupy** i zweryfikować zgodność elementów.

Co musi zrobić uprawniony elektryk

Czynności „pod napięciem” i te, które decydują o bezpieczeństwie całej instalacji, w Polsce są **zastrzeżone** — wykonuje je osoba z odpowiednimi **uprawnieniami (SEP)**:

- **Podłączenie rozdzielnicy do sieci** (do WLZ / licznika).
- **Pierwsze załączenie** i wszelkie prace pod napięciem.
- **Pomiary odbiorcze** — skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, rezystancji izolacji, działania różnicówek, ciągłości PE.
- **Protokół odbioru** instalacji — dokument potwierdzający, że instalacja jest bezpieczna i zgodna z normą. Bez niego instalacja nie powinna zostać przekazana do użytku.

Odbiór instalacji

Gotowa instalacja **musi przejść odbiór**: zestaw pomiarów wykonanych przyrządami przez uprawnioną osobę, zakończony **protokołem**. To nie formalność — pomiary wychwytyją błędy, których nie widać: przerwany PE, za małą skuteczność ochrony, źle działającą różnicówkę. Dopiero pozytywny odbiór i protokół pozwalają instalację bezpiecznie użytkować (i są wymagane m.in. przy odbiorze budynku oraz przez ubezpieczyciela).

Złota zasada w jednym zdaniu

Projektuj i prefabrykuj ile chcesz — ale finalne podłączenie pod napięcie, pomiary i odbiór zleć uprawnionemu elektrykowi. Wiedza z tej książki ma Cię uczynić świadomym współautorem instalacji i partnerem dla fachowca, a nie zastąpić jego uprawnień i odpowiedzialności.



Część I — Jak to działa

Czym różni się rozdzielnica „inteligentna”

Znasz już podstawy elektryki (Część 0). Czas zobaczyć, co automatyka zmienia w samej rozdzielnicy — bo zmienia sporo, choć na pierwszy rzut oka to ta sama szafka z aparatami na szynach.

Sterowanie wraca do rozdzielnicy

W zwykłej instalacji łącznik w ścianie jest częścią obwodu mocy — to on, lokalnie, przerywa fazę do lampy. W instalacji z automatyką **łącznik niczego nie przełącza bezpośrednio**. Przycisk na ścianie to tylko wejście sygnałowe sterownika; o tym, co i kiedy się włączy, decyduje **sterownik w rozdzielnicy**, a faktyczne przełączenie wykonuje **przełącznik** — również w rozdzielnicy.

Ta zmiana ma cztery praktyczne konsekwencje.

1. Każdy odbiornik ma własny kabel do rozdzielnicy

Skoro to rozdzielnica steruje wszystkim, to do każdej grupy lamp, każdej rolety, każdego ogrzewania musi dobiec **osobny przewód** — i wrócić. Nie ma „przelotek” przez łączniki w ścianie. W efekcie kabli jest znacznie więcej niż w instalacji klasycznej, a rozdzielnica jest większa.

2. Przyciski też są okablowane do rozdzielnicy (albo bezprzewodowe)

Przyciski, czujniki ruchu, kontaktrony — to wejścia sterownika. Albo prowadzi się je magistralą do rozdzielnicy (Loxone Tree), albo łączy bezprzewodowo (Loxone Air). Tak czy inaczej, „inteligencja” zbiega się w jednym miejscu.

3. Pojawia się drugi, niskonapięciowy świat

Obok klasycznych 230 V w rozdzielnicy żyje **podsystem 24 V (SELV)**: sterownik, magistrale, zasilacz, sterowniki LED, oprawy i taśmy 24 V. To osobny obieg — bezpieczny w dotyku, z własnym zasilaczem i własnymi zasadami (bez bezpiecznika na każdym obwodzie, patrz 0.5).

4. Część odbiorników nie ma w rozdzielnicy zabezpieczenia

Sygnały (kontaktrony, magistrala Tree, audio) to obwody bezpieczne lub pasywne — nie mają i nie potrzebują bezpiecznika nadprądowego. W rozdzielnicy reprezentują je tylko złączki sygnałowe. To normalne; nie szukaj dla nich bezpiecznika.

Co z tego wynika dla projektu

Rozdzielnica pod automatykę to tak naprawdę **trzy nałożone na siebie instalacje**:

1. **Moc 230/400 V** — ochrona (różnicówki, bezpieczniki) i rozdział, jak w każdej rozdzielnicy.
2. **Sterowanie** — sterownik, jego wyjścia przekaźnikowe i wejścia, rozszerzenia.
3. **Magistrale i zasilanie 24 V** — Tree, Air, zasilacz, sterowniki LED, audio.

Reszta książki uczy projektować wszystkie trzy naraz: Część II to warstwa mocy i ochrony, Część III to receptury łączące konkretny odbiornik ze wszystkimi trzema warstwami, a rozdział 02 przedstawia warstwę sterowania — system Loxone.

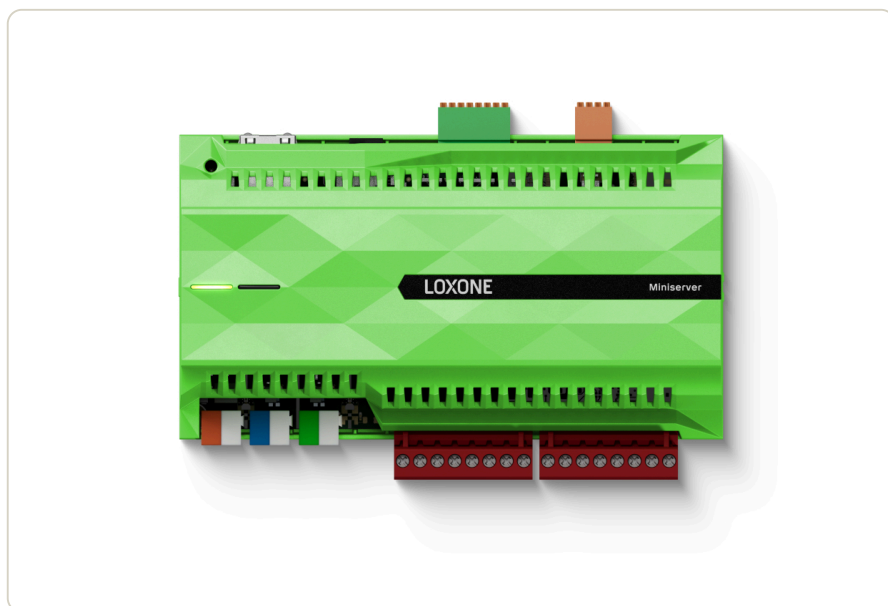
Loxone w pigułce: Miniserver, Tree, Air, Link, zasilacz

Nie musisz znać programowania Loxone, żeby zaprojektować rozdzielnicę — ale musisz rozumieć, z jakich klocków składa się system i ile każdy z nich „udźwignie”. Ten rozdział to taka mapa.

Miniserver — mózg

Miniserver to centralny sterownik: mały, zawsze włączony komputer na szynie DIN, który zbiera sygnały (przyciski, czujniki) i steruje odbiornikami (przełączniki, ściemniacze). Ma na pokładzie:

- **8 wyjść przełącznikowych** (do załączania lamp, rolet, urządzeń 230 V),
- **8 wejść cyfrowych** (przyciski, kontaktrony) i **8 analogowych**,
- **1 gałąź magistrali Tree**,
- port **LAN**.



Loxone Miniserver — mózg instalacji. U dołu czerwone zaciski 8 przełączników, kolorowe złączki magistral Tree/Link, u góry wejścia.

Jest też **Miniserver Compact** — mniejszy i tańszy wariant z 2 przełącznikami, 4 wejściami i 2 gałęziami Tree, do mniejszych instalacji.

Pojęcie kluczowe — „zasoby”. Każdy odbiornik czegoś od sterownika potrzebuje: lampa — wyjścia przełącznikowego, przycisk — wejścia, urządzenie Tree — miejsca na gałęzi. To są **zasoby**. Cały projekt rozdzielniczy to po części **gospodarka zasobami**: gdy zabraknie wyjść na Miniserverze, dokładasz rozszerzenie.

Tree — magistrała urządzeń

Tree to magistrała (jeden przewód-skrętka, J-Y(St)Y 2x2x0.8), do której podpina się szeregowo urządzenia: panele dotykowe, czujniki obecności, sterowniki LED, siłowniki ogrzewania. Jedną gałąź Tree obsłuży **do 50 urządzeń**. Tym samym kablem leci i zasilanie 24 V, i sygnał — to upraszcza okablowanie.

Air — magistrała bezprzewodowa

Air to odpowiednik Tree, ale **bez kabla** — łączność radiowa. Używa się go tam, gdzie ciągnięcie przewodu jest niepraktyczne: czujniki dymu, czujniki zalania, zamki, sterowanie klimatyzacją. Wymaga w rozdzielnicy bramki **Air Base Extension**.

Link — wewnętrzna magistrała 24 V

Link to wewnętrzne połączenie 24 V między Miniserverem a rozszerzeniami w rozdzielnicy — szeregowy „łańcuszek” zasilająco-komunikacyjny. Nie wychodzi poza rozdzielnicę; spina ze sobą moduły na szynie.

Power Supply — zasilacz 24 V

Cały świat 24 V (Miniserver, magistrale, sterowniki i oprawy LED) potrzebuje zasilania. Daje je **Loxone Power Supply** — zasilacz buforowy (z podtrzymaniem) o mocy ok. 960 W, z siedmioma kanałami wyjściowymi. Do małych instalacji bywa zastępowany tanim zasilaczem **Mean Well HDR-150-24** (150 W), gdy obciążenie 24 V jest niewielkie. Szczegóły rozdziału mocy zasilacza — w rozdziale 11 (LED).



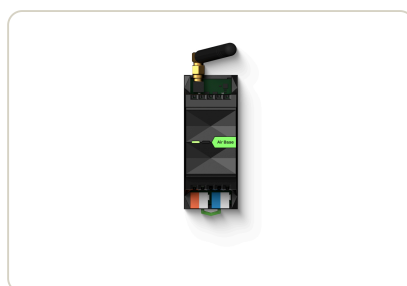
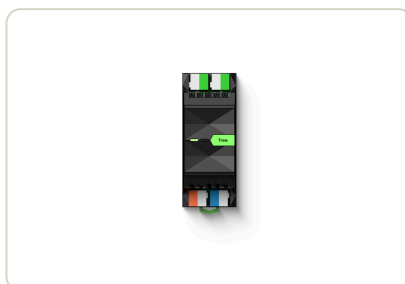
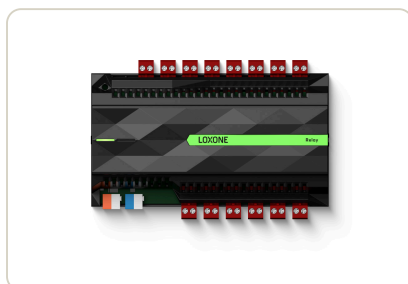
Loxone Power Supply — zasilacz

buforowy 24 V z siedmioma kanałami wyjściowymi.

Rozszerzenia — gdy brakuje zasobów

Gdy odbiorników jest więcej, niż Miniserver obsłuży sam, dokłada się **rozszerzenia (Extensions)** — to moduły na szynę DIN, które dodają konkretny zasób:

| Rozszerzenie | Dodaje |
|---------------------------------------|---|
| Relay Extension | 8 (+6) wyjść przekaźnikowych |
| DI Extension | 20 wejść cyfrowych |
| Tree Extension | 2 dodatkowe gałęzie Tree (po 50 urządzeń) |
| RGBW Dimmer Tree | sterownik taśm/opraw LED (4 kanały) |
| Dimmer Extension | 4 kanały ściemniania |
| DALI Extension | magistrala DALI (64 urządzenia) |
| Modbus / 1-Wire Extension | magistrale do urządzeń trzecich / czujników |
| Air Base Extension | bramka radiowa Air |
| Audioserver + Stereo Extension | strefy audio (multiroom) |



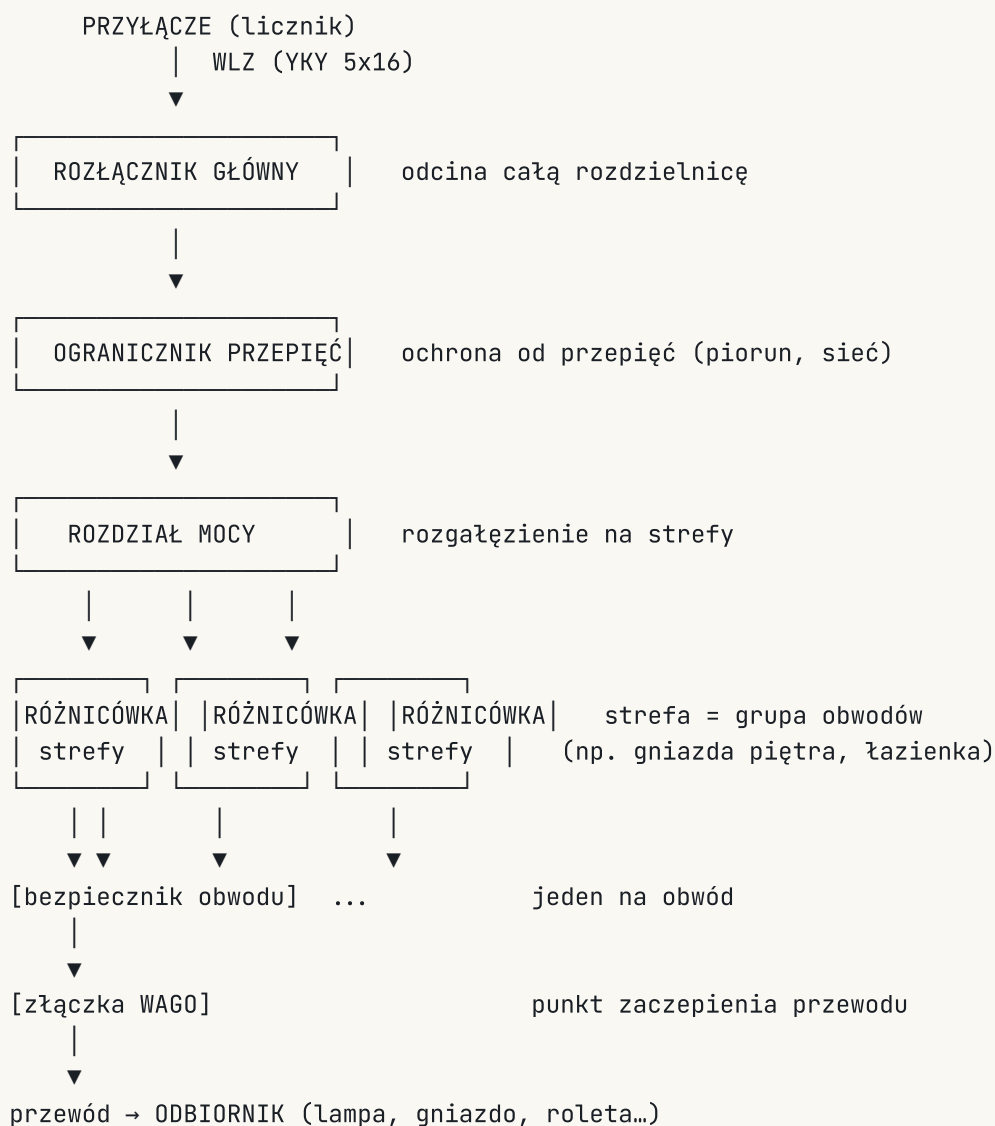
Przykładowe rozszerzenia (od lewej): Relay Extension, Tree Extension, RGBW Dimmer Tree, Air Base Extension.

Reguła jest zawsze ta sama: **najpierw wykorzystujesz to, co ma Miniserver, a dopiero przy braku zasobu dokładasz rozszerzenie**. Ile czego potrzeba w konkretnym projekcie — wyliczają receptury Części III, a całość warstwy sterowania zbiera rozdział 15 przy doborze komponentów.

Drzewo zasilania i ochrony

P rąd wchodzi do rozdzielni jednym grubym przewodem (WLZ), a wychodzi dziesiątkami cienkich — do każdego obwodu w domu. Po drodze rozgałęzia się i jest kolejno zabezpieczony. Ten układ ma kształt **drzewa** i warto mieć go w głowie, bo każda receptura w Części III to po prostu jedna gałąź tego drzewa.

Drzewo od pnia do liścia



Od góry: **pień** to przyłącze i rozłącznik główny; **konary** to strefy chronione różnicówkami; **gałęzie** to pojedyncze obwody z bezpiecznikami; **liście** to odbiorniki w domu.

Po co aż tyle pięter ochrony

Każde piętro chroni przed czym innym (przypomnienie z rozdziału 0.4):

1. **Rozłącznik główny** — pozwala odciąć całość (serwis, awaria).
2. **Ogranicznik przepięć (SPD)** — łapie przepięcia, zanim wejdą głębiej.
3. **Różnicówka strefy** — chroni ludzi przed porażeniem; jedna obejmuje grupę obwodów.
4. **Bezpiecznik obwodu** — chroni przewód przed przeciążeniem/zwarcie; jeden na obwód.

Selektywność — niech zadziała najbliższy

Drzewo ma sens tylko wtedy, gdy przy usterce odcina się **jak najmniejszy fragment** instalacji. Gdy zwiera się jedna lampa, ma wyłączyć się **jej** obwód — a nie cały dom. To zasada **selektywności**: zabezpieczenie najbliższe usterce powinno zadziałać pierwsze, zanim zareaguje to nadrzędne.

W praktyce oznacza to m.in., że:

- obwodów nie wrzuca się wszystkich pod jedną różnicówkę — dzieli się je na **strefy** (po to jest cała Część II, rozdział 05),
- w większych domach nadrzędna różnicówka bywa **selektywna (S, 300 ms / 300 mA)**, żeby dać czas zadziałać podrzędnej 30 mA.

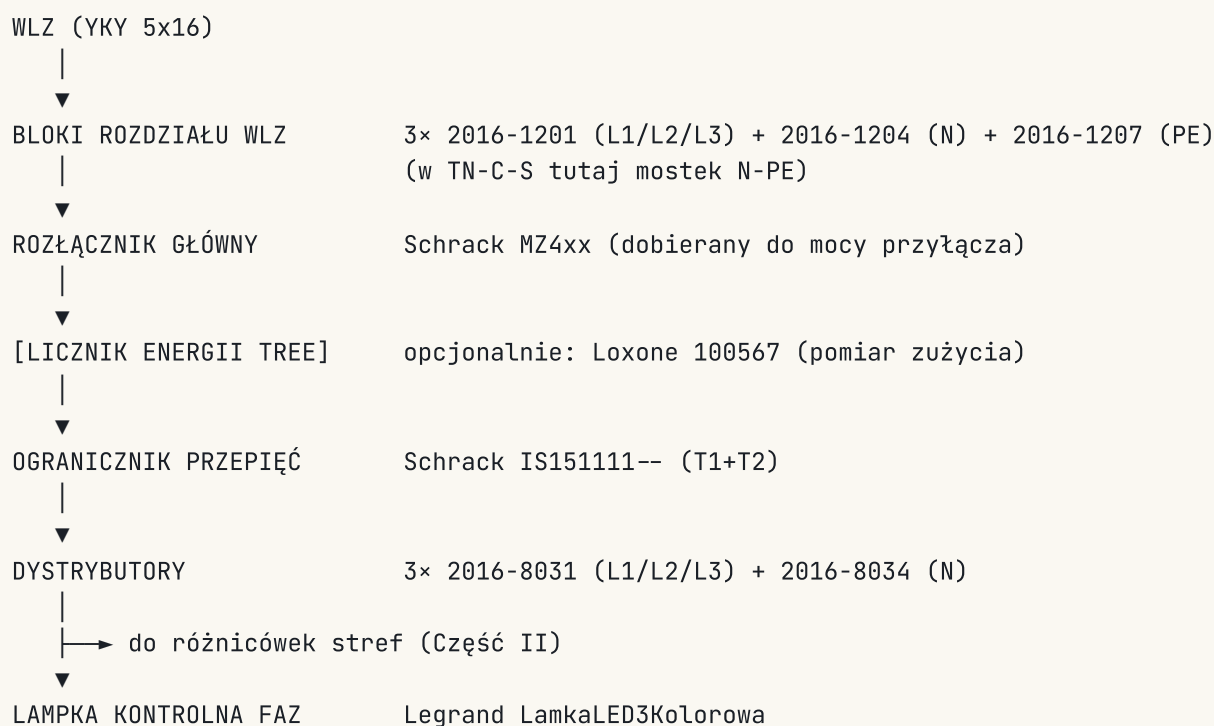
Dlaczego to ważne na etapie projektu

Bo **kolejność i grupowanie** w drzewie przekłada się wprost na to, ile aparatów kupisz i jak je ułożysz na szynach. Reszta książki schodzi tym drzewem w dół: najpierw **pień** (korzeń rozdzielnic — rozdział 04), potem **konary** (strefy — 05), aż po **liście** (receptury per odbiornik — Część III).

Korzeń rozdzielnic: rozłącznik główny, przepięcia, rozdział mocy

„Korzeń” to pień drzewa z poprzedniego rozdziału — wszystko od wejścia WLZ do miejsca, w którym moc rozgałęzia się na strefy. Ten zestaw jest w każdej rozdzielnicy taki sam, niezależnie od tego, co dzieje się dalej. Zbudujmy go po kolei.

Przepływ przez korzeń



Krok 1 — wejście WLZ i bloki rozdziału

WLZ (YKY 5x16, pięć żył 16 mm²) wchodzi do rozdzielnic i łąduje na **blokach przelotowych 16 mm²**: po jednym na każdą fazę (2016-1201, szare), jeden na neutralny (2016-1204, niebieski) i jeden na ochronny (2016-1207). Z nich moc rozchodzi się dalej.

Jeśli masz układ TN-C-S (najczęstszy — patrz 0.3), to **tutaj** rozdziela się wspólny PEN na N i PE: szynę N łączy się z szyną PE dwoma **mostkami 2016-402**. To jedyne miejsce w całej instalacji, gdzie N i PE wolno połączyć.

Krok 2 — rozłącznik główny

Rozłącznik główny (Schrack serii **MZ4xx**, 4-biegunowy) pozwala jednym ruchem odciąć całą rozdzielnicę. Dobiera się go do **mocy przyłącza**.

Dobór:

- Z mocy przyłącza policz prąd (wzór z 0.2): $A = \text{moc}[\text{kW}] \times 1000 / (400 \times \sqrt{3} \times 0,95)$ — w przybliżeniu $\text{kW} \times 1,5$.
- Zaokrąglaj **w górę** do najbliższego stopnia z drabinki:

| Rozłącznik | Prąd | Szer. |
|------------|-------|-------|
| MZ440 | 40 A | 4 |
| MZ463 | 63 A | 4 |
| MZ480 | 80 A | 4 |
| MZ4100 | 100 A | 4 |
| MZ4125 | 125 A | 4 |

Przykład — przyłącze 14 kW: $14 \times 1,5 \approx 21 \text{ A}$ → najmniejszy stopień to **MZ440 (40 A)**. Dla typowego domu 14 kW rozłącznik 40 A jest więc punktem wyjścia. Większe przyłącza (pompa ciepła + ładowarka) trafiają na MZ463/MZ480 i wyżej.

Jeśli z góry wiesz, jakie masz zabezpieczenie przedlicznikowe, dobierz rozłącznik do niego. Przekrój wewnętrznego okablowania korzenia dobiera się do prądu rozłącznika: $\leq 40 \text{ A} \rightarrow 6 \text{ mm}^2$, $\leq 63 \text{ A} \rightarrow 10 \text{ mm}^2$, wyżej $\rightarrow 16 \text{ mm}^2$; żyła ochronna PE zawsze 16 mm^2 .

Krok 3 (opcjonalny) — licznik energii

Jeśli chcesz mierzyć zużycie energii per faza w aplikacji Loxone, między rozłącznik a ogranicznik przepięć wpina się **3-fazowy Energy Meter Tree** (Loxone **100567**, 4 moduły). Siedzi na magistrali Tree i raportuje pobór L1/L2/L3. Opcjonalny — pomijasz, jeśli pomiar Cię nie interesuje.

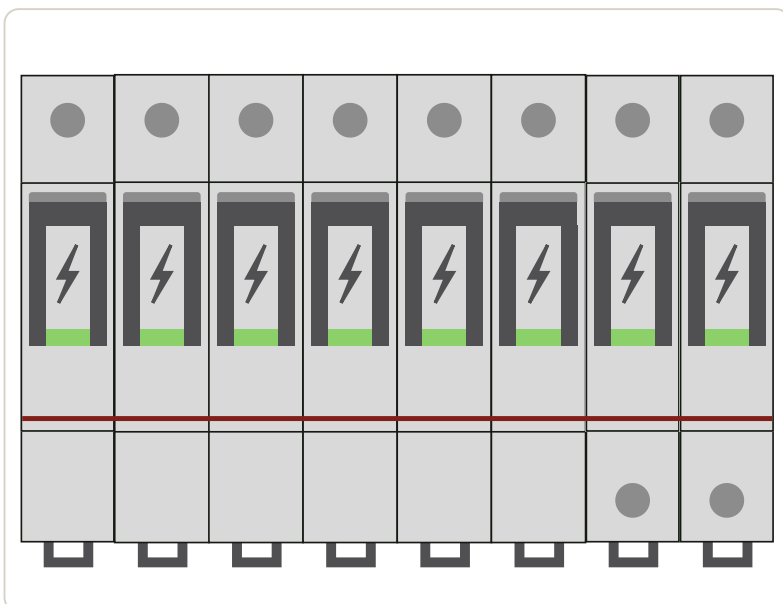


Loxone 3-fazowy Energy Meter

Tree — pomiar zużycia energii per faza.

Krok 4 — ogranicznik przepięć

Zaraz za rozłącznikiem montuje się **ogranicznik przepięć T1+T2** — Schrack **IS151111--** (8 modułów, konfiguracja 3+1 dla sieci TT/TN-S). Łapie zarówno udary od wyładowań, jak i przepięcia łączeniowe, chroniąc wszystko, co jest dalej. Żyły fazowe i N podłącza się przekrojem 10 mm², a PE — 16 mm².



Ogranicznik przepięć T1+T2 (Schrack

IS151111) — 8 modułów, konfiguracja 3+1.

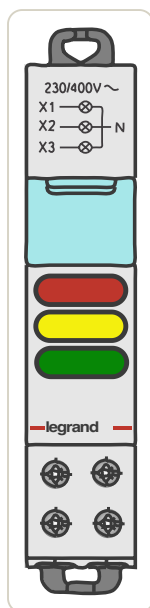
Rozdzielnice dodatkowe (np. osobna w garażu, zasilana z głównej): **pomijają ogranicznik przepięć.** Ochrona T1+T2 na rozdzielniczy głównej obejmuje całą instalację — zasilanie dochodzące do podrzędnej rozdzielniczy jest już chronione.

Krok 5 — dystrybutory i rozejście na strefy

Za ogranicznikiem moc trafia na **dystrybutory potencjału**: trzy bloki 2016-8031 (po jednym na fazę, szare) i jeden 2016-8034 (N, niebieski). Każdy rozdziela jedno wejście 16 mm² na sześć wyjść 4 mm² — stąd zasilanie rozchodzi się do różnicówek poszczególnych stref (o których jest rozdział 05).

Krok 6 — lampka kontrolna faz

Na koniec, dla wygody i diagnostyki, montuje się **lampkę kontrolną obecności faz** (Legrand **LampkaLED3Kolorowa**) — trzy diody sygnalizujące obecność L1/L2/L3. Od razu widać, czy któraś faza nie zanikła.



Lampka kontrolna obecności faz (Legrand) — trzy diody L1/L2/L3.

Cały korzeń — lista zakupów

| Element | Symbol | Ilość |
|--|-------------------|------------------|
| Bloki przelotowe L (16 mm ²) | 2016-1201 | 3 |
| Blok przelotowy N | 2016-1204 | 1 |
| Blok PE | 2016-1207 | 1 |
| Mostki N-PE (tylko TN-C-S) | 2016-402 | 2 |
| Rozłącznik główny | MZ440...MZ4125 | 1 |
| Licznik energii (opcja) | Loxone 100567 | 0-1 |
| Ogranicznik przepięć | IS151111— | 1 (główna rozd.) |
| Dystrybutory L | 2016-8031 | 3 |
| Dystrybutor N | 2016-8034 | 1 |
| Lampka faz | LamkaLED3Kolorowa | 1 |

Ten zestaw powtarza się w każdej rozdzielnicy głównej. Mając pień, schodzimy do konarów — stref ochronnych.



Część II — Obwody i ochrona

Strefy ochronne: po co dzielić dom na grupy różnicówek

Z drzewa zasilania wiesz już, że obwody nie wiszą wszystkie pod jedną różnicówką, tylko są pogrupowane w **strefy**. Ten rozdział tłumaczy, według jakiego klucza się je dzieli i dlaczego akurat tak.

Dlaczego w ogóle dzielić

Trzy powody:

1. **Komfort**. Gdy zadziała różnicówka, wyłącza się **tylko jej strefa**, a nie cały dom. Usterka w garażu nie gasi światła w sypialni.
2. **Bezpieczeństwo i normy**. Pewne pomieszczenia (łazienka) i odbiory (urządzenia z elektroniką) wymagają osobnej, dedykowanej ochrony.
3. **Selektywność**. Mniejsze, logicznie zamknięte strefy łatwiej skoordynować, żeby zadziałała ta właściwa różnicówka (patrz 03).

Klucz podziału — według pomieszczenia i funkcji

Strefę dobiera się głównie według **typu pomieszczenia** (dla gniazd) i **typu odbiornika** (dla reszty). Oto pełna mapa stosowana w tej książce. Wszystkie różnicówki są **typu A** (elektronika, LED — patrz 0.4).

| Strefa | Co obejmuje | Podział | Różnicówka | Wsp. jednoczes. |
|------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|
| Oświetlenie | całe światło piętra | 1 na piętro | RCBO B10 (B0010B30A) | 1,0 |
| Gniazda pokoiów | gniazda w pokojach „mieszkalnych” | 1 na piętro | RCD 1+N 40 A (AR054203) | 0,4 |
| Gniazda 3-fazowe | indukcja, ładowarka auta | 1 na obwód | RCD 3+N 40 A (AR054103) | 1,0 |
| Gniazda łazienki | gniazda w łazience | 1 na łazienkę | RCBO B16 (B0016B30A) | 0,4 |
| Kuchnia | gniazda + indukcja kuchni | 1 wspólna | RCD 3+N 40 A (AR054103) | 0,7 |
| Rolety | wszystkie rolety w domu | 1 wspólna | RCD 3+N 40 A (AR054103) | 1,0 |
| Garaż | instalacja garażu | 1 na pomieszczenie | RCD 40 A (AR054103) | 0,5 |
| Kotłownia | pompy, palnik | 1 na pomieszczenie | RCD 40 A (AR054103) | 0,6 |
| Na zewnątrz | gniazda/oświetlenie zewn. | 1 na strefę | RCD 40 A (AR054103) | 0,5 |
| Automatyka | zasilacz Loxone + obwody 24 V | 1 wspólna | RCD 1+N 25 A (AR052203) | 1,0 |

Jak czytać „podział”

Strefy różnią się tym, **ile fizycznych różnicówek** powstaje:

- **1 na piętro** — np. gniazda pokoiów. Dom dwukondygnacyjny dostaje dwie takie różnicówki (po jednej na poziom). Logiczne: usterka na parterze nie gasi piętra.
- **1 na pomieszczenie** — łazienka, garaż, kotłownia. Każde takie pomieszczenie ma własną ochronę.
- **1 wspólna** — kuchnia, rolety, automatyka. Jedna różnicówka na cały dom dla danej funkcji.
- **1 na obwód** — ciężkie odbiory 3-fazowe (indukcja, ładowarka). Każdy dostaje własną różnicówkę, bo to duże, samodzielne urządzenia.

Dlaczego niektóre pomieszczenia są wyjątkowe

- **Łazienka** — strefa mokra, podwyższone ryzyko porażenia. Dostaje **własny RCBO** (różnicówka + bezpiecznik w jednym), żeby jej ochrona była niezależna od reszty.
- **Kuchnia** — dużo ciężkich odbiorów chodzących naraz (piekarnik, indukcja, zmywarka), stąd wysoki współczynnik jednoczesności **0,7** i wspólna, mocna różnicówka 3-fazowa.
- **Rolety** — w trybie scenariusza („zamknij wszystko”) mogą ruszyć **wszystkie naraz**, więc współczynnik **1,0** i jedna wspólna różnicówka na cały dom.
- **Automatyka** — zasilacz i obwody 24 V pracują **bez przerwy**, dlatego traktuje się je jak pełne, ciągłe obciążenie (1,0) i wydziela osobną różnicówkę.

Limity — kiedy strefa „pęka” na dwie

Jedna różnicówka nie obejmie dowolnie wielu obwodów. Obowiązują praktyczne limity liczby zabezpieczeń B16 na różnicówkę:

- **Gniazda pokoiów (40 A):** do **6 obwodów** na różnicówkę. Siódmy obwód → druga różnicówka tej strefy.
- **Garaż / kotłownia / zewnątrz:** do **3 obwodów** na różnicówkę.
- **Kuchnia:** do 6 obwodów 1-fazowych + 1 obwód 3-fazowy (indukcja liczona osobno).

Gdy strefa przekroczy swój limit, dzieli się ją automatycznie na dwie różnicówki (#a , #b). To samo dotyczy oświetlenia: jedno piętro mieści się pod jednym RCBO **do 2300 W i 15 obwodów** — powyżej przechodzi na zwykłą różnicówkę z osobnymi bezpiecznikami (patrz rozdział 08).

Wskazówka montażowa: obwody jednej strefy układa się na szynie **obok siebie**, bo dzielą wspólną szynę zerową (N) za różnicówką — sąsiedztwo pozwala ją zmostkować. O tym jest rozdział 17.

Ochrona selektywna na zewnątrz

Strefa zewnętrzna w większych domach (przyłącze ≥ 14 kW) dostaje różnicówkę **selektywną 300 mA** (AR004130) zamiast zwykłej 30 mA. Dzięki temu przy usterce na zewnątrz zadziała ona z opóźnieniem, dając pierwszeństwo różnicówce bliższej usterce — i nie odcinając przy okazji pół domu.

Dobór zabezpieczeń i przekrojów

Strefa (różnicówka) chroni grupę obwodów przed porażeniem. Ale każdy **pojedynczy obwód** potrzebuje jeszcze własnego **bezpiecznika nadprądowego** dobranego do tego, co zasila — i **przewodu** dobranego do tego bezpiecznika. Ten rozdział pokazuje, jak dobrać oba; gotowe tabele są w Dodatku B.

Trzy decyzje w jednej linii

Dla każdego obwodu rozstrzygasz po kolei trzy rzeczy:

typ odbiornika → prąd i krzywa bezpiecznika → przekrój przewodu

Druga wynika z pierwszej (jaki odbiornik, taki prąd i charakterystyka), trzecia z drugiej (przekrój musi „udźwignąć” prąd bezpiecznika). Przejdźmy to po typach obwodów.

Bezpiecznik według obwodu

| Obwód | Bezpiecznik | Dlaczego |
|--|-----------------------------------|---|
| Gniazda 1-fazowe | B16 | 16 A pokrywa typowe odbiory gniazdkowe; krzywa B — bez rozruchu |
| Gniazda 3-fazowe (indukcja, ładowarka) | B16 3-fazowy (lub wg mocy) | ciężki odbiór, własny obwód |
| Oświetlenie 230 V | B10 | małe moce; jeden B10 na grupę/piętro (2300 W) |
| Rolety, żaluzje | C10 | silnik ma prąd rozruchowy — krzywa C nie wybija przy starcie |
| Przewód sterujący 230 V | B6 / B10 / B16 wg mocy | dobiera się do mocy sterowanego odbioru |
| DALI | B10 | stałe 230 V do opraw, magistrala steruje osobno |
| Taśmy LED / oprawy 24 V | brak na obwód | to SELV za zasilaczem — bezpiecznik (B16) jest na wejściu 230 V zasilacza |

Krzywa B czy C? Pamiętaj z 0.4: **B** dla odbiorów bez rozruchu (światło, gniazda), **C** dla silników (rolety). Założenie krzywej B na rolety to klasyczny błąd — bezpiecznik wybijałby przy każdym podniesieniu.

Przekrój według bezpiecznika

Przewód musi unieść prąd, przy którym bezpiecznik jeszcze nie zadziała. Stąd sztywne pary (pełna tabela w Dodatku B):

| Bezpiecznik | Min. przekrój żyły |
|-------------|---------------------|
| B6 / B10 | 1,5 mm ² |
| B16 | 2,5 mm ² |
| B/C 20–25 | 4 mm ² |
| 32 A | 6 mm ² |

Dlatego światło (B10) prowadzi się YDY 3x1.5, a gniazda (B16) YDY 3x2.5. Receptury w Części III podają gotowy przewód dla każdego typu punktu — nie musisz liczyć za każdym razem.

Składanie w całość — przykład jednego obwodu

Obwód gniazd w sypialni:

1. **Odbiornik:** gniazda 1-fazowe → bezpiecznik **B16**.
2. **Przewód:** B16 → przekrój **2,5 mm²** → YDY 3x2.5.
3. **Strefa:** sypialnia to pokój „mieszkalny” → różnicówka „gniazda pokojów” tego piętra (rozdział 05).

Trzy decyzje, komplet. Tak samo postępujesz z każdym obwodem — albo po prostu bierzesz gotowca z odpowiedniej receptury Części III.

Co dobiera się raz, a nie per obwód

Nie wszystko ma bezpiecznik na każdym obwodzie:

- **Obwody 24 V (LED, oprawy SELV)** — bezpiecznik tylko na wejściu 230 V zasilacza.
- **Sygnaly (kontaktry, Tree, audio)** — to obwody bezpieczne/pasywne, bez bezpiecznika nadprądowego.
- **Rolety** — bezpiecznik C10 bywa **jeden na piętro** dla wszystkich rolet, nie po jednym na roletę (patrz rozdział 09).

Bilans faz: jak nie przeciążyć jednej fazy

Dom 3-fazowy ma trzy „tory” zasilania (L1, L2, L3), a większość obwodów jest **jednofazowych** — każdy wisi na jednej z nich. Jeśli wrzucisz wszystkie ciężkie odbiory na jedną fazę, ta jedna będzie przeciążona, a dwie pozostałe znudzone. **Bilans faz** to po prostu mądre rozłożenie obwodów po trzech fazach.

Po co to robić

- **Równomierne obciążenie.** Przyłącze 14 kW to ~21 A na fazę. Jeśli na jednej fazie zbierzesz 18 A, a na pozostałych po 2 A — przeciążysz pierwszą, choć w sumie masz mnóstwo zapasu.
- **Stabilność napięcia.** Mocno i nierówno obciążone fazy powodują wahania napięcia.
- **Wymóg praktyczny.** Operatorzy oczekują w miarę zrównoważonego poboru.

Jak się rozkłada obwody — prosta reguła

Algorytm jest zdroworozsądkowy: **bierz obwody od najcięższego i dokładaj każdy do aktualnie najmniej obciążonej fazy.** Tak, krok po kroku, aż rozłożysz wszystkie. To minimalizuje różnicę między fazami.

1. Policz szacowane obciążenie każdego obwodu (w watach).
2. Posortuj obwody malejąco – od najcięższego.
3. Dla każdego: dołóż go do tej fazy, która ma teraz najmniej.

Odbiory **3-fazowe** (indukcja, ładowarka) obciążają **wszystkie trzy fazy naraz** — nie wrzuca się ich na jedną. Część obwodów możesz też przypisać do faz **ręcznie**, jeśli masz powód (np. równoważenie względem dużego odbioru u sąsiada w bliźniaku).

Skąd brać obciążenie obwodu

Na etapie projektu używasz szacunków (z rozdziału 0.1) przemnożonych przez **współczynnik jednoczesności** strefy (z rozdziału 05):

obciążenie obwodu = moc szacowana × współczynnik jednoczesności strefy

Przykład: obwód gniazd (~1000 W) w pokoju mieszkalnym (współczynnik 0,4) liczy się jako **400 W** do bilansu — bo rzadko obciążasz wszystkie gniazda naraz. Kuchnia (0,7) liczy się ciężiej, bo tam faktycznie chodzi wiele urządzeń jednocześnie.

Budżet na fazę — kiedy ostrzeżenie

Żeby zostawić zapas (na błędy szacunku i przyszłe odbiory), projektuje się fazy do **80%** możliwości przyłącza:

$$\text{budżet na fazę} = \text{moc przyłącza [W]} \times 0,8 / 3$$

Dla 14 kW: $14000 \times 0,8 / 3 \approx 3730 \text{ W}$ na fazę. Jeśli po rozłożeniu którakolwiek faza przekracza ten budżet — to **sygnał ostrzegawczy**: albo przyłącze jest za słabe do zaplanowanych odbiorów, albo rozkład wymaga ręcznej korekty. To ostrzeżenie, nie blokada — decyzję podejmuje projektant.

Czego bilans faz nie załatwia

- **Nie zmniejsza** zapotrzebowania — tylko je rozkłada. Jeśli realnie potrzebujesz więcej mocy, trzeba zwiększyć przyłącze.
- **Nie dotyczy** obwodów 24 V ani sygnałowych (one nie obciążają faz w tym sensie).
- To **szacunek**, nie pomiar — realne obciążenie zweryfikujesz dopiero w działającym domu.

Praktyczny wniosek

Rozłóż ciężkie obwody (kuchnia, gniazda, ogrzewanie) świadomie po L1/L2/L3, ciężkie odbiory 3-fazowe zostaw na wszystkich trzech, a na koniec sprawdź, czy żadna faza nie wychodzi poza ~80% budżetu. Tyle wystarczy, żeby rozdzielnica pracowała równo.



Część III — Receptury

Światło: od on/off po ściemnianie i DALI

Światło to najlepszy przykład tego, czym rozdzielnica pod automatykę różni się od zwykłej tablicy. W domu klasycznym lampa kończy się na włączniku w ścianie — to on przerywa fazę. U Ciebie włącznik to tylko przycisk meldujący sterownikowi „chcę światło”, a fazę przetacza **przełącznik w rozdzielnicy**.

Przełącznik to elektrycznie sterowany styk — taki zdalny włącznik. Sterownik podaje na jego cewkę mały sygnał, a styk zwiiera obwód mocy lampy. Dzięki temu każdą lampę można włączyć z aplikacji, z dowolnego przycisku, sceną albo czujnikiem ruchu. Ceną za to jest osobny kabel od każdej lampy z powrotem do rozdzielnicy.

Dlatego „światło” to nie jeden przepis, tylko **pięć różnych torów**. Na planie domu wyglądają tak samo (zwykły punkt świetlny), ale w rozdzielnicy każdy z nich jest podłączony inaczej. To, który tor wybierasz, zależy od jednej decyzji: **jak chcesz tym światłem sterować**.

Pięć sposobów sterowania światłem

| Sposób | Napięcie | Co potrafi | Kabel | Czym sterujesz |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|--------------------------|
| 230 V on/off | 230 V | włącz / wyłącz | YDY 3x1.5 | przełącznik |
| 24 V on/off | 24 V | włącz / wyłącz | OWY 2x1.5 | przełącznik |
| 24 V ściemniające | 24 V | jasność | OWY 2x1.5 | sterownik LED (1 kanał) |
| 24 V tunable white | 24 V | jasność + barwa (ciepło/zimno) | OWY 3x1.5 | sterownik LED (2 kanały) |
| DALI | 230 V + magistrala | jasność, barwa, sceny, wiele opraw | OWY 5x1.5 | magistrala cyfrowa DALI |

Najprostszy jest pierwszy wiersz, najbogatszy ostatni. Resztę rozdziału poświęcamy temu, co każdy z nich oznacza w praktyce — i w rozdzielnicy.

Jak je nazywać

Wszystkie punkty świetlne wygodnie jest oznaczać jedną literą **L** (jak *lighting*), niezależnie od napięcia — bo dla domownika to po prostu „światło”. Przykład: **L1.2.1**, **L1.2.2** to pierwszy i drugi obwód światła w

drugim pokoju na pierwszym piętrze. DALI warto wyróżnić osobno, np. **DA**, bo jego okablowanie jest na tyle inne, że mieszanie go z resztą wprowadza zamęt. Jak zawsze — to tylko sugestia.

230 V on/off — klasyka sterowana przełącznikiem

Najczęstszy wybór. Oprawa 230 V włączana jest stykiem przełącznika. Z punktu widzenia elektryki to zwykły obwód oświetleniowy YDY 3x1.5 (faza / zero / ochronny) z bezpiecznikiem 10 A — różnica jest tylko taka, że fazę przełącza przełącznik w rozdzielnicy, a nie włącznik w ścianie.

Jak zabezpieczyć. Całe oświetlenie jednego piętra siedzi pod jednym wspólnym wyłącznikiem. Używamy **RCBO B10** typu A — w katalogu Schrack **B0010B30A**.

RCBO (czytaj: er-ce-be-o) to dwa zabezpieczenia w jednej obudowie: **różnicówka** (chroni Ciebie przed porażeniem — reaguje na prąd uciekający do ziemi) **plus nadprądówka** (chroni instalację przed przeciążeniem i zwarcie). Dzięki temu poszczególne obwody światła **nie potrzebują własnego bezpiecznika** — wystarczy wspólny B10 na całą grupę. Litera **B** to charakterystyka łagodna (do obwodów bez dużych prądów rozruchowych — światło, gniazda), **10** to 10 amperów.

Dlaczego akurat B10, czyli 10 A? Bo 10 A przy 230 V to **2300 W** — a tyle światła na jednym piętrze zwyczajnie nie ma. Typowe piętro to kilka-kilkanaście obwodów po kilkadziesiąt watów. Stąd dwie proste reguły, ile obwodów światła zmieścisz pod jednym B10:

- maksymalnie **2300 W** łącznej mocy,
- maksymalnie **15 obwodów**.

Jeśli piętro przekroczy którąś z tych granic (albo zmiesza klasykę z DALI), jeden RCBO nie wystarczy. Wtedy zamiast niego dajesz zwykłą **różnicówkę bez nadprądówki** (Schrack **AR052203**) i dokładasz osobny **B10** na każdą „paczkę” obwodów mieszczącą się w limicie 2300 W / 15. To zwykłe pakowanie: dzielisz obwody na grupy tak, żeby żadna nie przekroczyła progu.

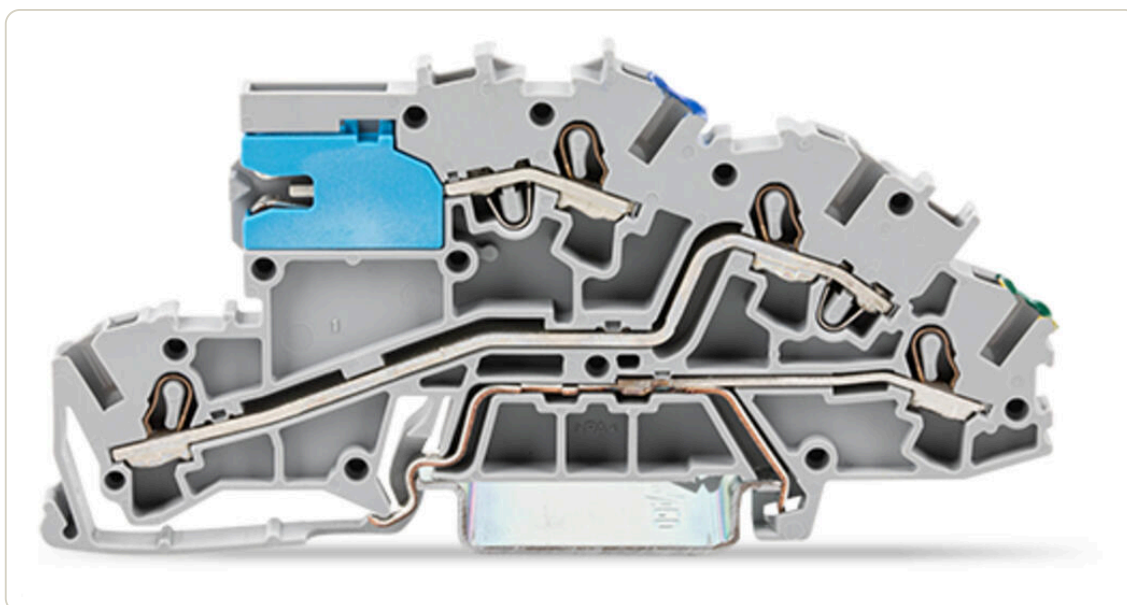
Co łąduje w rozdzielnicę. Tor 230 V on/off to zestaw złączek WAGO układających trzy drogi — fazę (przez przełącznik), zero (wspólną szynę) i przewód ochronny:

ZERO (N): różnicówka → wejście N (2006-7114) → wspólna szyna N → złączka 2003-7641 -
FAZA (L): różnicówka → rozdzielnik 2006-8031 → cewka przełącznika → złączka 2003-7641
OCHRONNY (PE): szyna PE → złączka 2003-7641 → kabel do lampy

Elementy, które kupujesz (złączki WAGO serii Topjob):

- **2x 2009-305** — uchwyty trzymające wspólną szynę zerową (na początku i końcu grupy). Sama szyna to listwa, która przechodzi przez wszystkie złączki piętra; uchwyty tylko ją podtrzymują.
- **1x 2006-7114** — doprowadza zero z różnicówki na szynę.
- **1x 2006-8031** na piętro — rozdzielnik fazy „1 wejście → 6 wyjść”, rozprowadza fazę do cewek przełączników. Gdy obwodów jest więcej niż 6, dokładasz kolejny.

- **1x 2003-7641** na każdy obwód — trzypiętrowa złączka faza/zero/ochronny, z której kabel wychodzi do lampy.



Trzypiętrowa

złączka WAGO 2003-7641 (faza / zero / ochronny) — wyjście obwodu do lampy.

Najważniejsze: **faza nie idzie prosto na lampę** — przechodzi najpierw przez przełącznik. To on, a nie bezpiecznik, włącza i wyłącza światło.

Jeden przełącznik = jedna grupa lamp. To prosta, ale ważna reguła. Przełącznik steruje całą grupą lamp, które mają świecić razem — liczysz więc przełączniki **na grupy, nie na pojedyncze lampy**. Sufit w łazience? Jedna grupa = jeden przełącznik = jeden obwód. Salon, w którym osobno włączasz sufit i osobno spoty nad kanapą? Dwie grupy = dwa przełączniki = dwa obwody. Sześć halogenów wpiętych w ten sam obwód to nadal jeden przełącznik.

24 V on/off — to samo sterowanie, bezpieczne napięcie

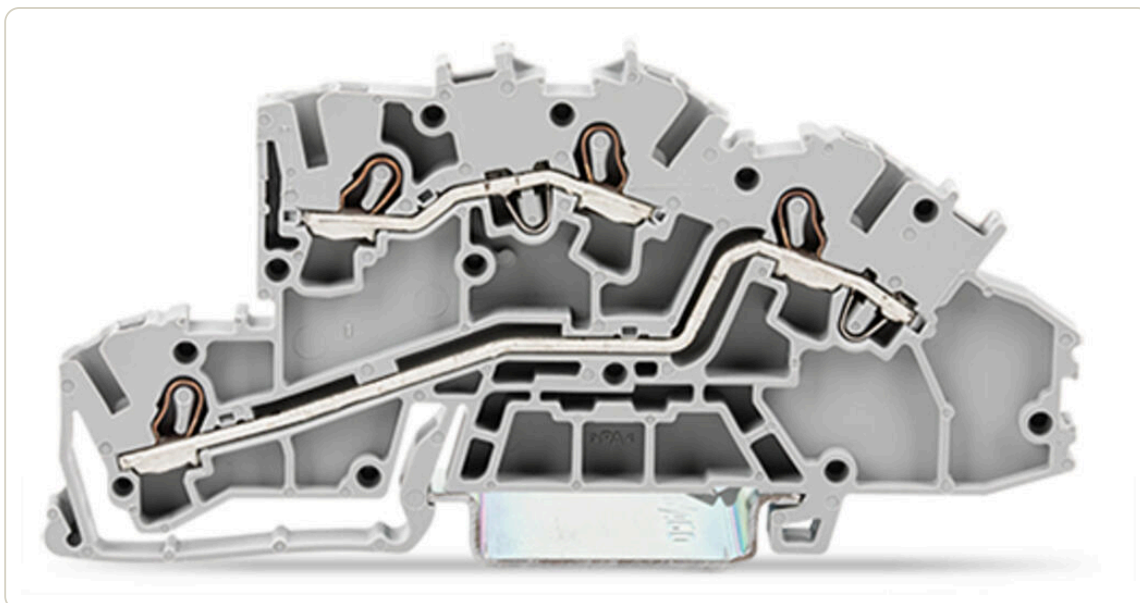
Wygląda jak wyżej (też przełącznik, też włącz/wyłącz), ale oprawa pracuje na **24 V z zasilacza Loxone**, a nie na 230 V. To napięcie bezpieczne (tzw. SELV) — nie porazi, dotyk nie grozi.

Kabel OWY 2x1.5 — dwie żyły: **+24 V** i **0 V**. Nie ma tu osobnego zera ani przewodu ochronnego jak przy 230 V — przy tak niskim napięciu nie są potrzebne.

Jak zabezpieczyć. Pojedyncza oprawa 24 V **nie ma własnego bezpiecznika**. Dlaczego? Bo jest za zasilaczem, w obwodzie bezpiecznego napięcia — chronimy nie ją, lecz **wejście 230 V zasilacza** (jeden bezpiecznik B16 na cały zasilacz). Całe 24 V w domu (oprawy + taśmy LED) trafia do jednej wspólnej różnicówki „automatyki”.

Co łąduje w rozdzielnicy. Krócej niż przy 230 V — nie ma szyny zerowej ani ochronnego:

- **1x 2006-8031** na piętro — rozdzielacz **+24 V** (jak rozdzielacz fazy wyżej, tylko potencjałem jest +24 V z zasilacza).
- **1x 2003-7642** na każdy obwód — **dwupiętrowa** złączka (a nie trzypiętrowa **2003-7641**!). Skoro nie ma zera ani ochronnego, wystarczą dwa piętra: **+24 V** i **0 V**.



Dwupiętrowa

złączka WAGO 2003-7642 (L/L) — wyjście obwodu 24 V (+24 V / 0 V).

Na co uważać: to jedyny tor światła, w którym wyjściowa złączka ma symbol 2003-7642, a nie 2003-7641. Łatwo skopiować zły element z toru 230 V. Powód jest fizyczny — 24 V nie ma żył N i PE.

Ściemnianie: 24 V i tunable white

Tu znika przełącznik. Oprawy ściemniającej nie da się obsłużyć zwykłym „włącz/wyłącz” — trzeba płynnie regulować jasność. Robi to dedykowany **sterownik LED** (w Loxone: **RGBW Dimmer Tree**), ten sam, który obsługuje taśmy LED. Dlatego oprawy ściemniające **dzielą z taśmami ten sam sterownik i zasilacz** — ale pozostają osobnymi obwodami (nigdy nie scala się ich z taśmą w jedno).

| Wariant | Co potrafi | Kabel | Ile „miejsca” zajmuje na sterowniku |
|---------------------------|--|--------------|-------------------------------------|
| 24 V ściemniające | jedna biel, regulacja jasności | 0WY 2x1.5 | 1 kanał |
| 24 V tunable white | dwie biele (ciepła + zimna), jasność i barwa | 0WY 3x1.5 | 2 kanały |



Sterownik LED — Loxone RGBW Dimmer Tree (4 kanały, 200 W). Ten sam steruje taśmami i oprawami ściemnianymi.

Jeden **RGBW Dimmer Tree** ma **4 kanały** i udźwignie do **200 W**. Z tej arytmetyki wynika, ile opraw obsłuży jeden sterownik: cztery oprawy ściemnialne (po 1 kanale), dwie tunable white (po 2 kanały), albo mieszankę do czterech kanałów — byle nie przekroczyć 200 W. Szczegóły pakowania sterowników i zasilaczy opisuje rozdział 11 — Taśmy LED; oprawy ściemnialne wchodzą do niego na tych samych zasadach.

Zasilanie i ochrona jak przy 24 V on/off: **+24 V** z zasilacza Loxone, wspólna różnicówka automatyki, brak bezpiecznika per oprawa. **Nie ma tu przekaźnika** — myli się to często; oprawą ściemnialną steruje kanał sterownika LED, nie styk przekaźnika.

Dlaczego osobne obwody, skoro dzielą sprzęt? Bo chcesz móc niezależnie ściemniać „spoty nad wyspą” i „taśmę w blacie”, nawet jeśli fizycznie wiszą na tym samym sterowniku. Wspólny sprzęt to nie to samo co wspólny obwód.

DALI — gdy światła jest dużo

DALI to osobny świat i osobny rozdział tej układanki. Oprawa DALI ma **stałe zasilanie 230 V**, a całe sterowanie — włączanie, ściemnianie, sceny — jedzie **dwużyłową magistralą cyfrową** (DA+ i DA-). To jak sieć komputerowa dla oświetlenia: jeden kabel magistrali obsługuje wiele opraw, każda ma swój adres.

Kabel 0WY 5x1.5 — pięć żył: faza, zero, ochronny (stałe 230 V) **plus** dwie żyły magistrali DA+/DA-. Jeden kabel niesie i prąd, i sygnał.

Co DALI potrafi czego nie potrafią inne tory: jednym obwodem zaadresujesz **mnóstwo opraw**, także w różnych pokojach, i każdą ustawisz osobno — jasność, barwę, scenę. Granice jednego obwodu DALI:

- do 64 źródeł światła,
- do 2300 W (ten sam pułap co przy B10).

Co łąduje w rozdzielnicy. Moc idzie jak przy klasyce, ale **bez przekaźnika i bez rozdzielacza fazy** — bo to magistrala steruje, nie styk:

- szyna zerowa i ochronna jak w torze 230 V (2009-305 , 2006-7114 , 2003-7641),
- bezpiecznik **B10** na grupę (gdy mocy DALI jest dużo, kilka B10 — każdy do 2300 W),
- magistrala DA+/DA- nie przechodzi przez złączki mocy: łąduje na osobnych **blokach sygnałowych** 5000-5311 , a wychodzi z modułu **Loxone DALI Extension** (obsługuje do 64 urządzeń DALI).



*Loxone DALI Extension —
magistrala DALI do 64 adresowalnych opraw.*

Kiedy DALI, a kiedy 24 V ściemniałne? DALI opłaca się, gdy masz **dużo adresowalnych opraw** — kilkadziesiąt downlightów ze scenami. Jeden kabel magistrali zamiast osobnych kanałów dla każdej grupy. Przy **kilku oprawach** prostsze i tańsze jest 24 V ściemniałne. DALI to też jedyny tu sposób na barwę i ściemnianie przy stałym zasilaniu 230 V.

Na co uważać (podsumowanie)

- **Żyrandol, plafon, spot to dla rozdzielniczy to samo** — liczy się sposób sterowania, nie kształt oprawy.
- **Jeden przekaźnik to jedna grupa lamp**, nie jedna lampa. Licz przekaźniki na grupy świecące razem.
- **Oprawy ściemniałne nie mają przekaźnika** — steruje nimi kanał sterownika LED.
- **24 V on/off kończy się na złączce dwupiętrowej** 2003-7642 , nie trzypiętrowej 2003-7641 .
- **24 V i DALI nie mają bezpiecznika per oprawa** — chroni je zabezpieczenie na wejściu zasilacza / grupowy B10. To prawidłowe, nie przeoczenie.
- **Domyślne moce do obliczeń:** oprawa 24 V/DALI liczona jako 6 W, klasyczna 230 V jako 50 W — jeśli nie znasz rzeczywistej mocy oprawy. To wartości do bilansu i pakowania, nie parametry samej oprawy.

Przykład: salon dwustrefowy

Salon z dwiema grupami światła i listwą LED:

- sufit (8 halogenów 230 V włącz/wyłącz, jedna grupa) → **1 obwód** L1.1.1, 1 przełącznik, YDY 3x1.5,
- spoty ściemniające 24 V nad kanapą → **1 obwód** L1.1.2, 1 kanał sterownika, OWY 2x1.5,
- listwa LED RGBW w suficie podwieszanym → osobny obwód (patrz rozdział 11).

W rozdzielnicach: halogeny 230 V wiszą pod wspólnym RCBO B10 piętra, włączane przełącznikiem. Spoty 24 V i listwa RGBW **dzieli sterownik LED i zasilacz** — ale uwaga, RGBW zajmuje wszystkie 4 kanały jednego sterownika, więc spotom trzeba **drugiego sterownika**. Trzy obwody na liście, mimo że dwa współdzielą sprzęt.

Rolety, żaluzje, zasłony

Roleta to silnik 230 V, który kręci się w dwie strony: góra i dół. W instalacji z automatyką sterują nim **dwa wyjścia przekaźnikowe** sterownika (jedno na każdy kierunek), a nie klawisz na ścianie. To podstawowa różnica, z której wynika reszta receptury.

Po co i jak działa

Silnik rolety ma trzy stany: **w górę, w dół, stop**. Loxone realizuje to dwoma przekaźnikami: zwarcie jednego podaje fazę na uzwojenie „góra”, drugiego — na „dół”. Nigdy oba naraz (logika sterownika tego pilnuje). Stąd **2 wyjścia przekaźnikowe na każdą roletę**.

Dlaczego nie jedno wyjście? Bo przekaźnik to zwykły styk włącz/wyłącz — żeby silnik mógł kręcić się w dwie strony, potrzeba dwóch niezależnych styków podających fazę na dwa różne uzwojenia.

Jaki kabel

Standardowa roleta 230 V to **OWY 4x1.5** — cztery żyły:

| Żyła | Funkcja |
|------|-------------------|
| 1 | sterowanie „góra” |
| 2 | sterowanie „dół” |
| N | wspólny powrót |
| PE | ochronny |

Warianty liczby żył:

- **2 żyły (OWY 2x1.5)** — tylko silniki SELV 12/24 V (np. niektóre Somfy), gdzie kierunek zmienia się polaryzacją. Bez N i PE.
- **4 żyły** — standard 230 V (góra/dół/N/PE).
- **5 żył (OWY 5x1.5)** — żaluzje z regulacją **kąta lameli** (venetian): dodatkowa para na sterowanie nachyleniem.

Jak zabezpieczyć

Tu jest niespodzianka, która odróżnia rolety od innych obwodów:

Krzywa C, nie B. Silnik przy starcie pobiera prąd kilka razy większy niż w ruchu. Na zwykłym bezpieczniku B wybijałoby przy każdym podniesieniu. Dlatego rolety dostają **C10**.

Jeden bezpiecznik na piętro, nie na roletę. Wszystkie rolety jednego piętra dzielą **jeden C10** i jeden rozdzielacz potencjału — nie ma sensu dawać osobnego bezpiecznika każdemu silnikowi (pobór jest mały, a sterowanie i tak jest po stronie przekaźników).

Jedna wspólna różnicówka na wszystkie rolety w domu. Rolety to strefa „wspólna” (patrz rozdział 05) — jeden RCD 3+N 40 A typ A obejmuje całość. Współczynnik jednoczesności **1,0**, bo scenariusz „zamknij wszystko” rusza je naraz.

Czym steruje (zasoby Loxone)

| Wariant rolety | Wyjścia przekaźnikowe |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Standard (roller, zasłona) | 2 (góra + dół) |
| Żaluzja z regulacją lameli (venetian) | 3 (góra + dół + nachylenie) |

Co łąduje w rozdzielnicy

Na całą strefę rolet, **raz**:

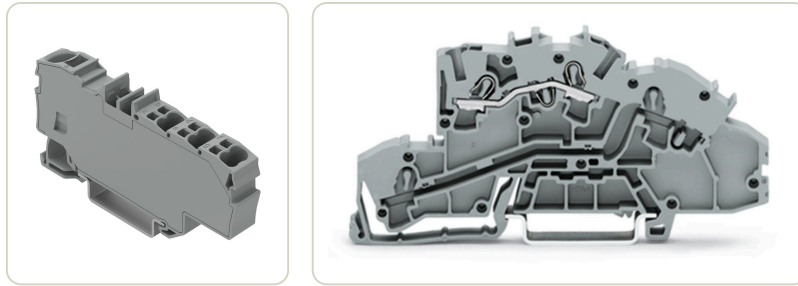
- 1x różnicówka 3+N 40 A typ A (wspólna dla wszystkich rolet).

Na **każde piętro** (nie wolno mostkować potencjału między piętrami):

- 1x bezpiecznik **C10**,
- 1x rozdzielacz potencjału [2006-8031](#) (1→6; przy wielu roletach kolejny),
- szyna zerowa N (uchwyty [2009-305](#) + wejście [2006-7114](#)).

Na **każdą roletę**:

- 1x złączka [2003-7641](#) (L/N/PE wyjście do silnika),
- 1x złączka [2003-7650](#) (zacisk fazy silnika) — dla rolety/zasłony,
- dla żaluzji venetian: dodatkowa [2003-7650](#) na sterowanie lamelą.



Rozdzielacz potencjału 2006-8031 (1→6) i jednopiętrowa złączka fazy silnika 2003-7650.

Na co uważać

- **Krzywa C, nie B** — najczęstszy błąd przy roletach.
- **Liczba żył nie przesądza o typie silnika.** Pięciożytowy kabel nie znaczy automatycznie „polaryzacja” — standard góra/dół to 4 żyły, piąta bywa zapasem albo sterowaniem lameli. Typ napędu ustalaj z dokumentacją silnika, nie z liczby żył.
- **Każda roleta to osobny obwód** — nie scala się ich (każda ma własne sterowanie góra/dół).
- **Czujnik wiatru/deszczu** (jeden na dom, ale wpływa na wszystkie rolety) to osobny element wejściowy (rozdział 12), nie część obwodu rolety.

Gniazda 1- i 3-fazowe

Gniazdo to najprostszy obwód w całej książce — i jeden z niewielu, którego **Loxone w ogóle nie steruje**. Gniazdo jest po prostu zawsze pod napięciem; sterownik nie włącza ani nie wyłącza zwykłego gniazdka. Dlatego receptura jest krótka.

Po co i jak działa

Gniazdo dostarcza moc tam, gdzie wpinasz urządzenia. Nie ma tu przekaźnika, wejścia ani magistrali — to czysta warstwa mocy. (Jeśli chcesz sterować odbiornikiem wpiętym w gniazdo, używasz osobnego sterowanego obwodu albo gniazda sterowanego — ale to już nie „zwykłe gniazdo”.)

Gniazdo 1-fazowe

Kabel **YDY 3x2.5** — faza, neutralny, ochronny. **Bezpiecznik B16**. To standard obwodu gniazdkowego.

Strefa. Gniazda trafiają do różnicówki według **typu pomieszczenia**:

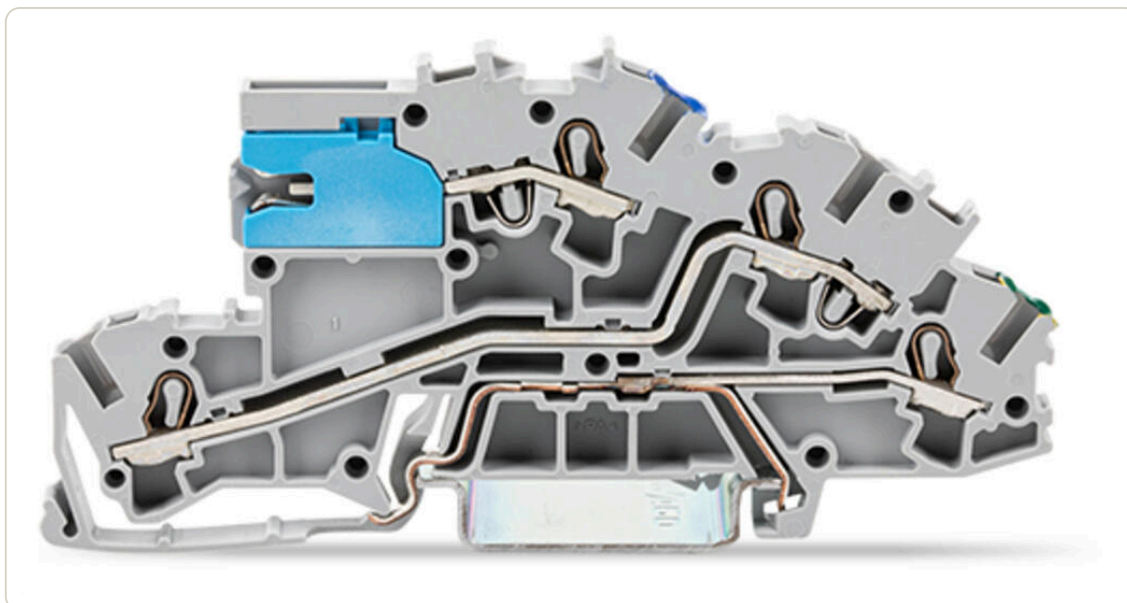
- pokoje mieszkalne → wspólna różnicówka „gniazda pokojów” piętra,
- łazienka → własny **RCBO** (osobna, niezależna ochrona),
- kuchnia → wspólna, mocna różnicówka kuchni,
- garaż / kotłownia / zewnątrz → różnicówka tego pomieszczenia/strefy.

(Pełna mapa stref — rozdział 05.)

Co łąduje w rozdzielnic

Na **każdy obwód** gniazd:

- 1× złączka **2003-7641** (L/N/PE),
- 1× bezpiecznik **B16**.



Trzypiętrowa

złączka WAGO 2003-7641 (L/N/PE) — wyjście obwodu gniazd do puszkii.

Na **każde piętro** gniazda jednej strefy dzielą wspólną **szynę zerową** — mostek N wsuwany w sąsiednie złączki. Dlatego obwody jednej strefy układają się **obok siebie** na szynie (patrz rozdział 17). Zwróć uwagę: **brak zasobu Loxone** — gniazdo nie zajmuje wyjścia przekaźnikowego.

Gniazdo 3-fazowe

Ciężkie odbiory — **płyta indukcyjna, ładowarka samochodu, mocne narzędzia** — to obwody 3-fazowe. Każdy dostaje **własną różnicówkę** (3+N 40 A typ A), bo to duży, samodzielny odbiór.

Kabel dobiera się do prądu obwodu:

| Prąd obwodu | Kabel |
|-------------|-----------|
| ≤ 20 A | YDY 5x2.5 |
| ≤ 25 A | YDY 5x4 |
| > 25 A | YDY 5x6 |

Bezpiecznik: 3-fazowy B16 (lub większy wg odbioru). Pięć żył: L1, L2, L3, N, PE.

Decyzje sticky

- **Gniazdo nie zajmuje wyjścia Loxone** — to obwód mocy, nie sterowania.
- **Kilka gniazd na jednym obwodzie = jeden chain.** Ramka 2–4 gniazd albo kilka gniazd „na tym samym obwodzie” to nadal **jeden** komplet modułów w rozdzielnicy (jeden bezpiecznik, jedna złączka). Liczba gniazdek w ramce nie mnoży modułów.
- **Gniazda jednej strefy obok siebie** — żeby dało się zmostkować wspólny zerowy.
- **Indukcja i ładowarka to obwody 3-fazowe** z własną różnicówką, nie „mocniejsze gniazdo 1-fazowe”.

Taśmy LED 24 V

Taśma LED to odbiornik 24 V (SELV) sterowany nie przekaźnikiem, lecz **sterownikiem LED**, który płynnie reguluje jasność i kolor. Dzieli świat z oprawami ściemnianymi z rozdziału 08 — ten sam sterownik, ten sam zasilacz. Tutaj rozkładamy ten mechanizm na czynniki pierwsze.

Cztery typy taśm

| Typ | Co potrafi | Kabel | „Miejsce” na sterowniku | Domyślna moc |
|------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| WW (warm white) | jedna biel, ściemnianie | 0WY 2x1.5 | 1 kanał | 20 W/m |
| DW (dual white) | ciepła + zimna biel | 0WY 3x1.5 | 2 kanały | 12 W/m |
| RGBW | kolor + biel | 0WY 5x1.5 | 4 kanały | 17,2 W/m |
| WLED (adresowalna) | piksele, animacje | 0WY 3x1.5 | — (poza Loxone) | 18 W/m |

Domyślne moce służą do obliczeń, gdy nie znasz parametrów konkretnej taśmy — przy projekcie zawsze lepiej wpisać rzeczywistą moc z karty produktu.

Jaki kabel i ile żył

Liczba żył wynika z liczby kanałów: WW (jeden kanał bieli) to +24 V i jeden sterujący; RGBW to +24 V i cztery kanały (R, G, B, W). Stąd 0WY 2x1.5 ... 0WY 5x1.5 .

Sterownik LED — RGBW Dimmer Tree

Sercem jest **RGBW Dimmer Tree** (Loxone): sterownik na magistrali Tree z **4 kanałami** i twardym limitem **200 W**. Z tego wynika, ile taśm obsłuży jeden sterownik:



Sterownik LED (RGBW Dimmer Tree) i zasilacz 24 V (Loxone Power Supply) — para napędzająca oświetlenie 24 V.

| Konfiguracja | Zajęte kanały |
|---------------|---------------|
| 1× RGBW | 4 |
| 2× DW | 2 + 2 |
| 1× DW + 2× WW | 2 + 1 + 1 |
| 4× WW | 1 + 1 + 1 + 1 |

Czyli jeden sterownik to **albo jedna taśma RGBW, albo do czterech kanałów bieli** — pod warunkiem, że łączna moc nie przekracza 200 W. Gdy taśm jest więcej, dokładasz kolejne sterowniki.

Zasilanie 24 V — jak to się pakuje

Wszystkie taśmy zasila **Loxone Power Supply** (24 V). Rozdział mocy odbywa się **trójwarstwowo** — to ważne, bo decyduje, ile sterowników i zasilaczy kupisz:

WARSTWA 1: taśmy → sterowniki (≤ 4 kanały ORAZ ≤ 200 W na sterownik)
 WARSTWA 2: sterowniki → kanały PSU (≤ 240 W na kanał = 24 V × 10 A)
 WARSTWA 3: kanały → jednostki PSU (≤ 7 kanałów ORAZ ≤ 960 W na zasilacz)

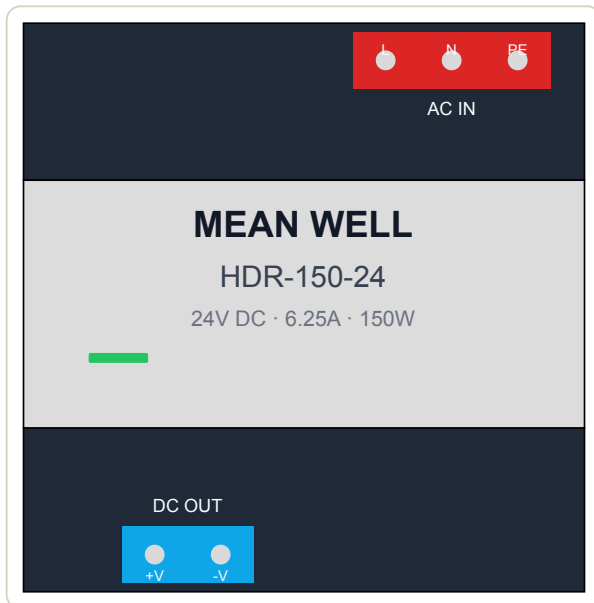
Każda warstwa pakuje „od najcięższego” (najmocniejsze taśmy/sterowniki najpierw). Po przekroczeniu limitu zakłada się kolejny sterownik, kanał lub zasilacz.

Rezerwacja kanałów zasilacza. Pierwszy zasilacz rezerwuje kanał **o1** dla Miniservera i **o2** dla magistrali Tree — dla taśm zostaje pula **o3...o7**. Szczyt poboru do 1440 W (60 A przez 10 s) to tylko ostrzeżenie (obciążenie LED jest stałe), ale projektuje się do **960 W ciągłych** na zasilacz.

Tani zasilacz dla małych instalacji

Przy niewielkim poborze 24 V zamiast drogiego Loxone Power Supply można dać **Mean Well HDR-150-24** (150 W). Gdy obciążenie przekracza **450 W** (trzy jednostki HDR), wraca się do Loxone Power Supply —

HDR nie ma podtrzymania ani przelotu magistrali Tree.



Mean Well HDR-150-24 — tani zasilacz 24 V (150 W) do małych instalacji.

Jak zabezpieczyć

Taśma 24 V to SELV — **żadnego bezpiecznika na taśmę ani na obwód**. Chroni się dopiero **wejście 230 V zasilacza** (B16), a cały podsystem 24 V siedzi we wspólnej różnicówce „automatyki” (patrz rozdział 05).

Co łąduje w rozdzielnicę

- **Zasilacz(e) 24 V** (Loxone Power Supply lub Mean Well HDR) — z bezpiecznikiem B16 na wejściu 230 V, pod wspólną różnicówką automatyki.
- **Sterownik(i) RGBW Dimmer Tree** — po jednym na każdą „paczkę” taśm z warstwy 1.
- Na każdy sterownik komplet **złązek sygnałowych** (280-583) z mostkami — wprowadzenie sygnału LED.
- Taśmy podłącza się **bezpośrednio** ze sterownika; nie ma tu typowych złązek mocy L/N/PE.

Na co uważać

- **Brak bezpiecznika per taśma** — to prawidłowe (SELV). Bezpiecznik jest raz, na zasilaczu.
- **RGBW zjada cały sterownik** (4 kanały) — dwie taśmy RGBW to dwa sterowniki.
- **Pilnuj 200 W na sterownik i 240 W na kanał** — długa, gęsta taśma potrafi przekroczyć limit; wtedy dzielisz ją albo dokładasz sprzęt.
- **WLED jest poza Loxone**. Adresowalne taśmy (piksele) wymagają osobnego sterownika (ESP32 + Wi-Fi/E1.31) i własnego zasilania 24 V — nie wpina się ich w kanały Loxone. Książka traktuje je jako odbiór zasilany, nie sterowany przez rozdzielnicę.

- **Nie znasz mocy taśmy?** Przyjmij wartości domyślne (W/m z tabeli), ale licz się z zapasem — lepiej przeszacować zasilacz niż go przeciążyć.

Przyciski, czujniki, kontaktrony

To rozdział o **wejściach** systemu — elementach, które nie pobierają mocy, tylko **dają sterownikowi informację**: ktoś nacisnął przycisk, okno otwarte, wykryto zalanie. Z punktu widzenia rozdzielnic są „lekkie” — sygnał, nie moc — więc nie mają bezpieczników, a często nie mają nawet kabla.

Są dwie drogi doprowadzenia sygnału: **przewodowa** (cienki kabel do rozdzielnic) i **beprzewodowa** (Loxone Air). Zacznijmy od przewodowej.

Kontaktron okienny (i przycisk dzwonek)

Kontaktron to czujnik otwarcia okna/drzwi — prosty styk, zwarty albo rozzwarty. Tak samo zachowuje się zwykły przycisk dzwonek.

- **Kabel:** **OMY 2x0.5** (cienki, dwużyłowy sygnał) — to obwód SELV, bezpieczny.
- **Czym steruje:** **1 wejście cyfrowe** sterownika.
- **Bezpiecznik / różnicówka:** brak (sygnał SELV).

Co łąduje w rozdzielnic: złączka sygnałowa **5000-5311** — jedna na **dwa** kontaktrony. Czyli dla N kontaktronów potrzeba $\lceil N/2 \rceil$ złączek. Powyżej 8 kontaktronów (tyle wejść ma Miniserver) dokłada się **DI Extension** (20 wejść).



Od lewej: złączka sygnałowa 5000-5311 (2 kontaktrony), DI Extension (20 wejść), Air Base Extension (bramka radiowa), Modbus Extension.

Wersja bezprzewodowa (Air)

Jeśli ciągnięcie kabla jest niepraktyczne, kontaktron może być **bezprzewodowy (Air)**. Wtedy:

- nie ma kabla ani złączki w rozdzielnicy,
- urządzenie łączy się radiowo z **Air Base Extension** (bramką w rozdzielnicy),
- „kosztuje” jedno miejsce w puli urządzeń Air.

Czujniki bezprzewodowe Air

Cała grupa czujników działa wyłącznie bezprzewodowo (Air) — bez kabla, bez obwodu, bez bezpiecznika. W rozdzielnicy reprezentuje je tylko bramka **Air Base Extension**, a każdy zajmuje jedno miejsce w puli Air:

| Czujnik | Funkcja |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Czujnik dymu | wykrycie dymu, alarm |
| Czujnik zalania | wykrycie wody, alarm |
| Zamek do drzwi | zamykanie/otwieranie, kody dostępu |
| Sterowanie klimatyzacją (Gree) | grzanie/chłodzenie, nawiew |

Przewód sterujący — uniwersalne wejście/wyjście

Czasem trzeba podpiąć coś nietypowego: bramę, kurtynę powietrzną, sterowanie CO/CWU, urządzenie z własnym protokołem. Służy do tego **przewód sterujący**, którego rodzaj zależy od tego, jak urządzenie „rozmawia”:

| Rodzaj sterowania | Kabel | Co łąduje w rozdzielnicy |
|---------------------------------|--------------------------|---|
| Styk bezpotencjałowy (domyślny) | LgY 2x0.5 | wejście cyfrowe + złączka 5000-5311 |
| 230 V (załączanie) | YDY 3x1.5 | jak obwód 230 V (bezpiecznik + przełącznik) |
| 24 V / 12 V SELV | wg potrzeby | zasilanie z 24 V, bez bezpiecznika per obwód |
| Modbus RTU | skrętka F/UTP CAT 6 | Modbus Extension (do 8 urządzeń na magistrali) |
| 1-Wire | skrętka J-Y(St)Y 2x2x0.8 | 1-Wire Extension + czujnik temperatury 1-Wire |

Modbus i 1-Wire to magistrale — jedna Extension obsługuje wiele urządzeń, więc dla kilku czujników temperatury 1-Wire wystarczy jedna 1-Wire Extension.

Na co uważać

- **Wejścia nie mają bezpieczników** — to sygnały SELV, nie moc.
- **Jedna złączka 5000-5311 = dwa kontaktrony** — liczbę $\lceil N/2 \rceil$.
- **Powyżej 8 wejść** na Miniserverze → DI Extension (20 wejść).
- **Air = brak kabla**, ale potrzebna bramka Air Base Extension w rozdzielnicy.
- **Czujnik wiatru/deszczu dla rolet** to też wejście — jeden na dom, podpięty jak przewód sterujący lub kontaktron; nie jest częścią obwodu rolet (rozdział 09).

Audio (multiroom)

Audio w inteligentnym domu to **multiroom** — niezależne strefy muzyczne (kuchnia gra co innego niż salon), sterowane z aplikacji i przycisków. W rozdzielnicy audio jest nietypowe: głośniki **nie mają w niej żadnych złączy** — przewód głośnikowy biegnie wprost ze wzmacniacza do głośnika.

Po co i jak działa

Sygnał audio rodzi się w **Audioserverze** (Loxone), który ma wbudowany wzmacniacz i obsługuje **4 strefy mono**. Każdy głośnik to jedna strefa. Gdy stref jest więcej niż 4, dokłada się **Stereo Extension** — każde dodaje **2 kolejne strefy**.



Loxone Audioserver (4 strefy, wbudowany wzmacniacz) i Stereo Extension (+2 strefy każda).

Jaki kabel

TP głośnikowy 2x2.5 OFC — gruby przewód głośnikowy z czystej miedzi (dwie żyły: +, -). Biegnie **bezpośrednio** od wyjścia wzmacniacza (Audioserver / Stereo Extension) do głośnika.

Czym steruje (zasoby)

| Element | Zasób |
|--------------------------------|-----------------------|
| Głośnik (sufitowy lub ścienny) | 1 strefa audio |
| Audioserver | 4 strefy (wbudowane) |
| Stereo Extension | +2 strefy każda |

Dwa głośniki w jednym pokoju to dwie osobne strefy (każdy ma własne wyjście wzmacniacza).

Co łąduje w rozdzielnicy

- **1× Audioserver** (gdy jest co najmniej jeden głośnik) — 4 strefy.
- **Stereo Extension** — po jednej na każde 2 strefy ponad pierwsze 4.
- **Brak złączek na kablu głośnikowym** — przewód idzie wprost ze wzmacniacza do głośnika, bez pośrednictwa złączek mocy w rozdzielnicy.

Na co uważać

- **Kabel głośnikowy nie przechodzi przez złączki rozdzielnicy** — to jedyny obwód „mocy”, który ją omija.
- **Sufitowy czy ścienny — bez różnicy** dla rozdzielnicy; liczy się liczba stref (głośników).
- **Audioserver łączy się po LAN** z Miniserverem (sieć, nie magistrala Tree), więc wymaga gniazda sieciowego — patrz rozdział 15.
- **Liczba stref rośnie skokowo:** 4 (sam Audioserver), 6, 8, 10... (każda Stereo Extension to +2).

Ogrzewanie podłogowe i czujniki Tree

Ten rozdział łączy trzy elementy, które dzielą jedną cechę: siedzą na magistrali **Tree**. To panele dotykowe, czujniki obecności i sterowanie ogrzewaniem podłogowym. Najpierw więc o samej magistrali.

Magistrala Tree — przypomnienie

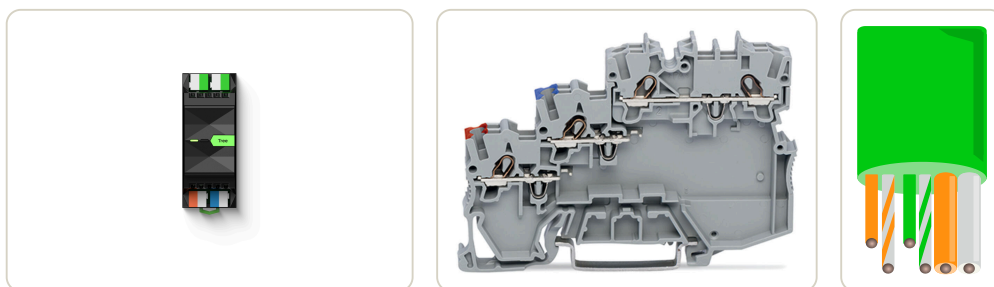
Tree to jeden przewód (skrętka **J-Y(St)Y 2x2x0.8**), do którego podpiną się szeregowo urządzenia. Tym samym kablem leci **zasilanie 24 V** i **sygnał**, więc do urządzenia na ścianie ciągniesz jeden cienki kabel, nie osobno zasilanie i osobno sterowanie.

- Jedna gałąź Tree obsłuży **do 50 urządzeń**.
- Miniserver ma **1 gałąź** wbudowaną; każda **Tree Extension** dokłada **2 kolejne** (po 50).
- Urządzenia Tree to obwody SELV — **bez bezpieczników**.

W rozdzielnicy sygnał Tree wchodzi przez złączki sygnałowe **5000-5311**. Liczba bloków:

Liczba bloków 5000-5311 = liczba gałęzi Tree + 1

(„+1” to wprowadzenie sygnału do rozdzielnicy). Gałęzie = 1 (Miniserver) + 2 × liczba Tree Extension.



Tree Extension (2 dodatkowe gałęzie), złączka sygnałowa 5000-5311 (wprowadzenie Tree do rozdzielnicy) i przekrój skrętki Tree.

Panel dotykowy (Touch)

Ścienne panel dotykowy Loxone — przyciski, sceny, zadawanie temperatury. Z punktu widzenia rozdzielnicy: **1 urządzenie Tree**, kabel **J-Y(St)Y 2x2x0.8**, brak bezpiecznika.

Czujnik obecności (Presence)

Czujnik ruchu/obecności (PIR + mikrofala) — wykrywa, czy ktoś jest w pomieszczeniu, steruje światłem i ogrzewaniem. Tak samo: **1 urządzenie Tree**, ten sam kabel.

Panele Touch, czujniki obecności i sterowanie ogrzewaniem na jednym piętrze mogą **dzielić jedną gałąź Tree** — liczy się tylko, żeby nie przekroczyć 50 urządzeń na gałąź.

Ogrzewanie podłogowe — rozdzielacz

Rozdzielacz podłogówki to listwa, na której każda pętla grzewcza (strefa) ma **siłownik** otwierający/zamykający przepływ. W wersji Loxone każdy siłownik to **Servomotor Tree** — czyli **1 urządzenie Tree na każdą strefę grzewczą**.

- **Kabel:** J-Y(St)Y 2x2x0.8 do każdego siłownika (jak każde Tree).
- **Zasób:** **N urządzeń Tree**, gdzie N = liczba stref/zaworów na rozdzielaczu (zwykle 8–12, do 20).
- **Pobór:** ~1–3 W na siłownik — pomijalny, ale liczony do budżetu zasilacza 24 V.

Przykład: rozdzielacz 12-strefowy zajmuje **12 z 50** miejsc jednej gałęzi Tree. Sam rozdzielacz nie jest „urządzeniem” — liczą się sterowane nim siłowniki.

Co łąduje w rozdzielnicy

- Złączki sygnałowe **5000-5311** wprowadzające gałęzie Tree (liczba: gałęzie + 1), z mostkami zasilającymi 24 V.
- **Tree Extension** — gdy łączna liczba urządzeń Tree przekracza 50 (lub potrzebujesz kolejnych gałęzi).
- Żadnych bezpieczników ani złączek mocy dla samych urządzeń Tree.

Na co uważać

- **Pilnuj 50 urządzeń na gałąź.** Duży rozdzielacz podłogówki + panele + czujniki potrafią ją zapętnić — wtedy dokładasz Tree Extension.
- **Rozdzielacz to N urządzeń, nie jedno** — licz siłowniki, nie listwy.
- **Jeden cienki kabel do urządzenia** — Tree niesie i prąd, i sygnał; nie prowadź osobnego zasilania.

Sieć i Ethernet

Inteligentny dom potrzebuje sieci — Miniserver, Audioserver, kamery, punkty Wi-Fi i domofon IP łączą się po LAN, nie po magistrali Tree. Ale sieć ma w tej książce status szczególny: **w większości jest poza rozdzielnicą elektryczną**. Ten krótki rozdział wyjaśnia, dlaczego i co zostaje.

Dlaczego sieć to osobna szafa

Okablowanie sieciowe — switch, patch-panel, zasilanie PoE — montuje się zwykle w **osobnej szafce teleinformatycznej (rack)**, a nie w rozdzielnicze DIN. Powody są praktyczne:

- **Inny standard montażu.** Switche i patch-panele są na szynę 19", nie na szynę DIN.
- **Oddzielenie od mocy.** Sygnał sieciowy lepiej trzymać z dala od kabli mocy (zakłócenia).
- **PoE.** Zasilanie kamer i punktów Wi-Fi po skrętce (PoE) realizuje switch w racku, nie rozdzielnica.

Dlatego generator rozdzielniczy **pomija** punkty ethernetowe — nie wpływają na listę modułów DIN.

Jaki kabel

- **Wewnątrz budynku:** F/UTP CAT 6 (ekranowana skrętka, cztery pary).
- **Na zewnątrz** (kamery, punkty zewnętrzne): F/UTP CAT 6 zewn. żelowany — odporna na wilgoć.

Co podłącza się do sieci

| Urządzenie | Po co LAN |
|--------------|---|
| Miniserver | komunikacja, aplikacja, dostęp zdalny |
| Audioserver | strumieniowanie muzyki, sterowanie strefami (rozdział 13) |
| Kamery IP | obraz + zasilanie PoE |
| Punkty Wi-Fi | pokrycie domu siecią bezprzewodową |
| Domofon IP | obraz/dźwięk, otwieranie wejścia |

Co zostaje przy rozdzielnicy

Do samej rozdzielnicy doprowadza się zwykle **jeden kabel sieciowy** — do Miniservera (i drugi do Audioservera, jeśli jest). Resztę infrastruktury (switch, patch-panel) planuje się w racku, jako osobny podprojekt sieciowy, poza zakresem tej książki.

Wskazówka: przewiduj rurkę/przepust między rozdzielnicą a rackiem już na etapie budowy — żeby później wygodnie połączyć świat mocy ze światem sieci.

IV

Część IV — Od projektu do rozdzielnic

Dobór i zakup komponentów

Masz zaprojektowane obwody (Część II) i wiesz, jak każdy z nich wygląda w rozdzielnicy (Część III). Pora zamienić projekt na **konkretną listę zakupów**: które modele, ile sztuk, skąd. Ten rozdział porządkuje logikę doboru; symbole i ceny są w Dodatku A.

Co policzyć — trzy warstwy

Pamiętasz z rozdziału 01, że rozdzielnica to trzy nałożone instalacje? Tak samo liczysz zakupy:

1. **Ochrona i moc** — rozłącznik główny, ogranicznik przepięć, różnicówki stref, bezpieczniki obwodów, bloki rozdziału, złączki WAGO. Wynikają wprost z liczby obwodów i stref.
2. **Sterowanie Loxone** — Miniserver + rozszerzenia, wg gospodarki zasobami (niżej).
3. **24 V i magistrale** — zasilacz(e), sterowniki LED, bramki Tree/Air, złączki sygnałowe.

Gospodarka zasobami Loxone — zasada „najpierw Miniserver”

Najważniejsza reguła doboru sterowania: **najpierw wykorzystujesz to, co ma Miniserver, a dopiero gdy zasób się skończy, dokładasz rozszerzenie**. Każde rozszerzenie podpinasz się do magistrali wewnętrznej (Link) i dodajesz konkretny zasób.

| Zasób | Ma Miniserver | Gdy zabraknie — dokładasz |
|-------------------------|---------------|---|
| Wyjścia przekaźnikowe | 8 | Relay Extension (+8) |
| Wejścia cyfrowe | 8 | DI Extension (+20) |
| Gałąź Tree (urządzenia) | 1 × 50 | Tree Extension (+2 × 50) |
| Kanały LED | — | RGBW Dimmer Tree (4 kanały) |
| Urządzenia Air | — | Air Base Extension |
| Strefy audio | — | Audioserver (4) + Stereo Extension (+2) |
| Magistrala DALI | — | DALI Extension (64) |

Przykład rozumowania: masz 11 grup światła + 6 rolet. Światło to 11 wyjść przekaźnikowych, rolety to 12 (6 × 2). Razem 23 — Miniserver daje 8, więc dokładasz **2 × Relay Extension** (8 + 8 + 8 = 24 ≥ 23).

Skąd brać liczby

Każda receptura z Części III mówi, ile czego zużywa dany element. Sumujesz po całym domu:

- **wyjścia przekaźnikowe** = grupy światła 230/24 V on/off + 2× rolety (3× venetian),
- **wejścia cyfrowe** = kontaktrony + przyciski przewodowe + sterowania stykowe,
- **urządzenia Tree** = panele Touch + czujniki obecności + siłowniki ogrzewania,
- **urządzenia Air** = czujniki bezprzewodowe (dym, zalanie, zamek, klimatyzacja),
- **kanały LED** = taśmy i oprawy ściemnialne (1–4 kanały każda),
- **strefy audio** = głośniki.

Z tej sumy wynika liczba rozszerzeń. Metodę „od planu domu do kompletnej listy” opisuje rozdział 18.

Gdzie kupować

| Grupa | Dostawca |
|--|---------------------------------|
| Różnicówki, RCBO, bezpieczniki, rozłączniki, ograniczniki, oszynowanie | Schrack |
| Bezpieczniki, bloki rozdzielcze, lampka faz, ogranicznik T2 | Legrand |
| Złączki, rozdzielacze, mostki, szyny zbiorcze | WAGO |
| Miniserver, rozszerzenia, zasilacz, sterowniki | sklep Loxone |
| Zasilacz budżetowy 24 V | Mean Well (np. TME) |
| Przewody | hurtownie elektryczne (np. TIM) |

Sprzęt elektryczny dostarczany przez inwestora

Czasem inwestor kupuje aparaturę elektryczną (różnicówki, bezpieczniki, złączki) we własnym zakresie, a integrator dostarcza tylko część „automatyki”. To nie zmienia projektu ani prefabrykacji — koszt robocizny montażu i materiałów montażowych zostaje (patrz rozdział 20).

Prefabrykacja: szyny, mostkowanie, tulejki, opisy

Prefabrykacja to złożenie rozdzielnicy „na stole” — **bez napięcia**, zanim trafi do domu. To część, którą jako świadomy inwestor możesz wykonać samodzielnie (przypomnienie o granicach: 0.6). Ten rozdział to praktyka warsztatowa: jak ułożyć aparaty, jak je połączyć i jak opisać.

Rozmieszczenie na szynach DIN

Kolejność na szynach idzie **z góry drzewa zasilania** (rozdział 03):

Rząd 1: korzeń – rozłącznik główny → ogranicznik przepięć → dystrybutory
Rząd 2+: strefy – różnicówka → jej bezpieczniki → jej złączki, strefa po strefie
Osobno: Loxone – Miniserver, rozszerzenia, zasilacz, sterowniki, złączki sygnałowe

Dwie żelazne zasady układania:

1. **Obwody jednej strefy obok siebie.** Dzielą wspólną szynę zerową (N) za różnicówką — muszą sąsiadować, żeby dało się ją zmostkować. Rozrzucone po szynie nie zmostkujesz.
2. **Potencjału nie mostkuje się między piętami.** Rozdzielacze fazy (2006-8031) dla oświetlenia i rolet są **per piętro** — nie łącz ich między kondygnacjami.

Szerokość liczysz w modułach (z Dodatku A) i dzielisz na rzędy obudowy (typowo 12 modułów w rzędzie). Zostaw **rezervę** — 15–20% wolnych miejsc na przyszłą rozbudowę.

Mostkowanie — trzy rodzaje połączeń równoległych

Zamiast łączyć sąsiednie aparaty osobnymi drutami, używa się **mostków** i **szyn**:

- **Faza między bezpiecznikami — szyna grzebieniowa** (Schrack BSB...): jedna listwa z miedzianymi zębami rozprowadza fazę(y) z różnicówki na rząd bezpieczników. Zastępuje dziesiątki ręcznych drutów.
- **Zero w strefie — szyna zerowa** wsuwana w złączki 2003-7641 (trzymana uchwytyami 2009-305), wspólna dla obwodów jednej różnicówki.
- **Magistrale 24 V / Tree** — kolorowe **mostki** (2000-402/... : czerwony +24 V, niebieski 0 V, zielony Tree) spinające złączki sygnałowe 5000-5311 .

Tulejki — zarabianie końcówek

Każdą linkę wchodzącą w **zacisk śrubowy** (różnicówki, bezpieczniki, rozłącznik, zasilacze, sterowniki LED) zakańczasz **tulejką** dobraną do przekroju żyły. Złączki sprężynowe WAGO tulejek **nie wymagają**. Pełna reguła: Dodatek B, sekcja 4.

Opisy — żeby dało się to obsłużyć

Rozdzielnica bez opisów jest bezużyteczna w serwisie. Każdy aparat i każdy obwód opisuje się trwałą etykietą (drukarka typu Brother PT):

- **bezpieczniki i różnicówki** — oznaczenie obwodu/strefy (np. L1.2.1, „gniazda parter”),
- **złączki** — numer obwodu i przekrój przewodu,
- **moduły Loxone** — funkcja (np. „przełączniki — światło parter”).

Stosuj **jedną konwencję** nazw w całym projekcie (patrz wstęp).

Materiały montażowe — drobnica, która się liczy

Oprócz aparatów kupujesz „drobnicę”, której łatwo nie doszacować. Orientacyjne stawki do kosztorysu:

| Materiał | Zużycie | Koszt orientacyjny |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Tulejki (mix HE) | ~2,2 na połączenie (2 końce + zapas) | ~0,09 zł/szt. |
| Przewód mostkujący LgY | ~0,35 m na połączenie | ~3,72 zł/m |
| Etykiety (taśma Brother PT) | ~1,5 na moduł | ~0,40 zł/szt. |

Dla rozdzielnicy z setką połączeń to kilkadziesiąt złotych tulejek i kilkanaście metrów linki — drobne kwoty, ale w kosztorysie muszą się znaleźć. Te koszty ponosi się **niezależnie** od tego, kto dostarcza aparaturę — drobnicę zużywa się przy montażu.

Złota zasada prefabrykacji

Prefabrykujesz na **odłączonej, niepodłączonej do niczego** obudowie. Napięcie pojawia się dopiero po zamontowaniu rozdzielnicy w domu i podłączeniu przez uprawnionego elektryka — co opisuje rozdział 19.

Od planu domu do listy zakupów i kosztorysu

Ciała książka zmierza do tego rozdziału: **jak z rzutu domu zrobić kompletną listę zakupów i kosztorys**. To metoda, która spina wszystko, czego nauczyłeś się wcześniej, w jeden powtarzalny proces.

Dwa widoki tej samej instalacji

Projekt prowadzi się w **dwóch widokach**, które się uzupełniają:

1. **Plan domu** (rzut z góry) — *gdzie* co ma być. Rysujesz pomieszczenia i rozmieszczasz w nich punkty: gniazda, lampy, rolety, czujniki, głośniki. To widok **odkrywczy** — pokazuje rozkład przestrzenny i z niego wynikają obwody.
2. **Schemat rozdzielnic** — *jak* to zasilić i ochronić. Tu obwody zamieniają się w moduły na szynach, dobiera się ochronę i powstaje lista materiałów. To widok **realizacyjny**.

Plan karmi schemat: z rozmieszczonych punktów wynikają obwody, a z obwodów — zawartość rozdzielnic.

Proces krok po kroku

- | | |
|------------------|---|
| 1. POMIESZCZENIA | → narysuj rzut, nazwij pokoje, ustaw ich TYP (mieszkalny / łazienka / kuchnia / garaż / kotłownia / zewnątrz) |
| 2. PUNKTY | → rozmieść gniazda, lampy, rolety, czujniki, głośniki |
| 3. OBWODY | → punkty grupują się w obwody; każdy dostaje typ, przewód, bezpiecznik |
| 4. STREFY | → obwody trafiają do różnicówek wg typu pomieszczenia/funkcji |
| 5. ZASOBY LOXONE | → policz wyjścia/wejścia/Tree/Air → dobierz rozszerzenia |
| 6. MODUŁY | → z receptur policz wszystkie aparaty i złączki |
| 7. BOM | → zestaw moduły + przewody + materiały montażowe |
| 8. KOSZTORYS | → ceny z katalogu + robocizna + programowanie |

Krok 1 (typ pomieszczenia) jest kluczowy, bo przesądza o strefie (rozdział 05). Kroki 3–6 to mechaniczne zastosowanie receptur z Części III. Krok 8 łączy Dodatek A (aparaty), Dodatek B (przewody) i rozdział 20 (robocizna).

Raport zużycia przewodów

Osobno warto policzyć **metraż przewodów** — to często niedoszacowana pozycja. Dla każdego typu obwodu:

$$\text{metry przewodu} \times \text{cena za metr} = \text{koszt danego typu}$$

Zestawienie wygląda tak (ceny z Dodatku B):

| Przewód | Metry | Cena/m | Suma |
|-------------------------|-------|--------|------|
| YDY 3×1.5 (światło) | ... | 3,43 | ... |
| YDY 3×2.5 (gniazda) | ... | 5,44 | ... |
| OWY 4×1.5 (rolety) | ... | 5,17 | ... |
| J-Y(St)Y 2×2×0.8 (Tree) | ... | 2,71 | ... |
| ... | | | |

Metry szacujesz z długości tras na planie (z zapasem ~10–15% na odpady i zejścia).

Co dostajesz na końcu

- **Lista aparatów** — co kupić u Schrack / Legrand / WAGO / Loxone (z ilościami).
- **Lista przewodów** — metraż per typ.
- **Materiały montażowe** — tulejki, mostki, etykiety (rozdział 17).
- **Kosztorys** — suma materiału + robocizny + programowania.

To komplet, z którym ruszasz do zakupów i prefabrykacji. Sprawdzenie kompletności ułatwia checklista (Dodatek D).

Uruchomienie, sprawdzenie, odbiór

Rozdzielnica jest sprefabrykowana (rozdział 17). Zostaje ją zamontować, podłączyć, sprawdzić i uruchomić. To moment, w którym pojawia się **napięcie** — a więc moment, w którym wkracza uprawniony elektryk. Ten rozdział pokazuje całą sekwencję, z wyraźnym zaznaczeniem, co robisz sam, a co zlecasz.

Sekwencja od szafy do działającego domu

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. MONTAŻ obudowy + wpięcie sprefabrykowanej rozdzielnicy | ← możesz sam (bez napięcia) |
| 2. PODŁĄCZENIE WLZ do rozdzielnicy | ← uprawniony elektryk |
| 3. KONTROLA przed załączeniem | ← wspólnie |
| 4. POMIARY ODBIORCZE + protokół | ← uprawniony elektryk |
| 5. PIERWSZE ZAŁĄCZENIE | ← uprawniony elektryk |
| 6. PROGRAMOWANIE Loxone | ← możesz sam / integrator |

Krok 1–2: montaż i podłączenie

Sprefabrykowaną rozdzielnicę montujesz w docelowej obudowie i doprowadzasz do niej trasy z domu. **Samo podłączenie do sieci** (WLZ od licznika) oraz wszystko, co dzieje się pod napięciem, wykonuje **uprawniony elektryk** — to czynność zastrzeżona (rozdział 0.6).

Krok 3: kontrola przed załączeniem (na sucho)

Zanim pojawi się napięcie, przejdź **wzrokowo i mechanicznie** przez całość:

- czy każdy przewód siedzi w swoim zacisku i jest dokręcony / zatrzaśnięty,
- czy nie ma luźnych żył, niezarobionych końcówek, pomyłonych kolorów,
- czy mostek N-PE jest tylko w jednym miejscu (TN-C-S),
- czy opisy zgadzają się ze schematem,
- czy nic nie zostało zwarte przy montażu.

Tę kontrolę możesz przeprowadzić sam — to oględziny, nie praca pod napięciem.

Krok 4: pomiary odbiorcze

To **nie formalność** — pomiary wychwytyją błędy niewidoczne gołym okiem. Wykonuje je uprawniona osoba przyrządami pomiarowymi i kończy **protokołem**. Zakres:

- **ciągłość przewodów ochronnych (PE)** — czy ochronny faktycznie dochodzi wszędzie,
- **rezystancja izolacji** — czy nigdzie nie ma upływu,
- **skuteczność ochrony przeciwporażeniowej** — czy zabezpieczenia zadziałają w czasie,
- **test różnicówek** — czy wyzwalają się przy zadanym prądzie i czasie.

Bez pozytywnego protokołu instalacji nie wolno przekazać do użytku.

Krok 5: pierwsze załączenie

Po pomiarach uprawniony elektryk podaje napięcie i sprawdza, czy korzeń rozdzielnicy zachowuje się poprawnie (obecność faz na lampce kontrolnej, brak nieoczekiwanych wyzwoleń).

Krok 6: programowanie Loxone

Dopiero teraz „inteligencja” ożywa. Programowanie to konfiguracja sterownika: sparowanie urządzeń Tree i Air, przypisanie wejść i wyjść, zbudowanie logiki (sceny, harmonogramy, reakcje czujników). To praca z oprogramowaniem, nie pod napięciem — możesz ją wykonać samodzielnie albo zlecić integratorowi. Ile czasu zajmuje i ile kosztuje — rozdział 20.

Złota zasada

Montujesz i sprawdzasz na sucho ile chcesz — ale **podłączenie pod napięcie, pomiary i odbiór to domena uprawnionego elektryka**. Komplet czynności zbiera checklista (Dodatek D).

Ile to kosztuje i czas programowania

Na koniec — pieniądze. Koszt rozdzielnic pod automatykę składa się z czterech części, a jedną z nich, często niedocenianą, jest **czas programowania**. Ten rozdział pokazuje, z czego zbudować realny kosztorys.

Cztery składniki kosztu

| Składnik | Skąd liczyć |
|---------------------|--|
| Aparatura | ceny z Dodatku A × ilości |
| Przewody | metraż × cena/m, Dodatek B (raport zużycia, rozdz. 18) |
| Materiały montażowe | tulejki, mostki, etykiety — rozdział 17 |
| Robocizna | prefabrykacja + programowanie (niżej) |

Robocizna prefabrykacji

Czas złożenia rozdzielnic rośnie z **liczbą modułów i połączeń** — im więcej aparatów i wiązek, tym dłużej. To koszt montażu „żelaza”, niezależny od tego, kto dostarcza aparaturę (drobnicę i robociznę ponosisz tak czy inaczej).

Czas programowania — sedno wyceny automatyki

Każde urządzenie, które trzeba skonfigurować w sterowniku, **kosztuje czas programisty**. Pasywne elementy (zasilacz, bezpieczniki, złączki, taśmy LED, zwykłe gniazda) **nie wymagają programowania** — liczą się tylko urządzenia „inteligentne”. Orientacyjne budżety czasowe:

Moduły w rozdzielnicach

| Moduł | Minuty |
|-------------------------------------|--------|
| Miniserver / Compact | 90 |
| Audioserver | 40 |
| Modbus Extension | 60 |
| DALI Extension | 45 |
| Multi Extension Air | 30 |
| Dimmer / RGBW Dimmer Tree | 25 |
| Stereo Extension / 1-Wire Extension | 20 |
| Relay / Air Base / Energy Meter | 15 |
| DI / Tree Extension | 10 |

Urządzenia w domu

| Urządzenie | Minuty |
|-------------------------------------|--------|
| Panel dotykowy (Touch) | 15 |
| Sterowanie klimatyzacją (Air) | 15 |
| Roleta | 15 |
| Zamek (Air) | 12 |
| Czujnik obecności | 8 |
| Kontaktron / czujnik dymu / zalania | 5 |
| Siłownik ogrzewania (na strefę) | 2 |

Stawka programowania przyjmowana w wycenach: **250 zł/h**. Czas każdego urządzenia przeliczasz na godziny i mnożysz przez stawkę.

Jak to liczyć – model „za urządzenie”

Najprzejrzystszy model wyceny:

koszt programowania = Σ (minuty urządzenia / 60 × stawka) + bazowa konfiguracja panelu

- **Za urządzenie** — sumujesz minuty wszystkich urządzeń (moduły + peryferia) i przeliczasz na złotówki.
- **Bazowa konfiguracja panelu** — osobna pozycja na uruchomienie sterownika, sieć, użytkowników, szkielet projektu (to są m.in. te 90 minut Miniservera).

Przykład orientacyjny: Miniserver (90) + 2 Relay Extension (2 × 15) + 1 RGBW Dimmer Tree (25) + 8 rolet (8 × 15) + 6 czujników obecności (6 × 8) + 12 kontaktronów (12 × 5) = 90 + 30 + 25 + 120 + 48 + 60 = **373 min ≈ 6,2 h** → ~**1550 zł** programowania (przy 250 zł/h), plus prefabrykacja, aparatura, przewody i materiały.

Dlaczego warto to wycenić osobno

Bo programowanie bywa **niewidzialnym** kosztem — łatwo policzyć aparaty, trudniej docenić godziny konfiguracji. Wyceniając je za urządzenie, dostajesz przejrzystą, obronną pozycję w kosztorysie i unikasz niespodzianek.



Dodatki

Dodatek A — Katalog części

Spis komponentów używanych w recepturach tej książki, pogrupowany **według funkcji** (co dany element robi), a w obrębie funkcji według producenta. To Twoja lista zakupów i ściągą przy zamawianiu.

Jak czytać tabele:

- **Symbol (SKU)** — oznaczenie katalogowe producenta; po nim zamawiasz.
- **Szer.** — szerokość na szynie DIN. Aparatura w **modułach** (1 moduł \approx 17,5 mm), złączki WAGO w **milimetrach**. „0” / „na szynie” oznacza element montowany **na** złączkach, niezajmujący miejsca w rzędzie.
- **Cena** — orientacyjna, **netto**, ze stanu konfiguracji (ceny katalogowe, bez VAT). Do szacowania, nie do ofertowania. Zawsze sprawdź aktualny cennik u dystrybutora.

Ceny i symbole pochodzą z realnych konfiguracji. Producenci zmieniają asortyment — przed dużym zakupem zweryfikuj dostępność.

1. Wyłączniki nadprądowe (MCB) — „bezpieczniki”

Chronią instalację przed przeciążeniem i zwarciami. Krzywa **B** — odbiory bez dużego prądu rozruchowego (światło, gniazda); krzywa **C** — odbiory z rozruchem (silniki, rolety). Patrz rozdział 0.4.

Legrand RX3 (6 kA)

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|---------------|-------|--------|
| RX31PB10A | B10, 1-fazowy | 1 | 23,00 |
| RX31PB16A | B16, 1-fazowy | 1 | 21,51 |
| RX31PB20A | B20, 1-fazowy | 1 | 27,78 |
| RX31PB25A | B25, 1-fazowy | 1 | 30,47 |
| RX31PC10A | C10, 1-fazowy | 1 | 32,29 |
| RX31PC16A | C16, 1-fazowy | 1 | 31,46 |
| RX31PC20A | C20, 1-fazowy | 1 | 34,09 |
| RX31PC25A | C25, 1-fazowy | 1 | 35,15 |
| RX33PB16A | B16, 3-fazowy | 3 | 97,78 |
| RX33PB20A | B20, 3-fazowy | 3 | 105,60 |
| RX33PB25A | B25, 3-fazowy | 3 | 110,66 |
| RX33PC16A | C16, 3-fazowy | 3 | 114,40 |
| RX33PC20A | C20, 3-fazowy | 3 | 114,95 |
| RX33PC25A | C25, 3-fazowy | 3 | 118,80 |

Schrack AMPARO (6 kA) — 1-fazowe

| Symbol | Opis | Szer. | Cena | | Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|---------|------|-------|-------|--|---------|------|-------|-------|
| BMS6B06 | B6 | 1 | 9,70 | | BMS6C06 | C6 | 1 | 9,84 |
| BMS6B10 | B10 | 1 | 8,23 | | BMS6C10 | C10 | 1 | 8,31 |
| BMS6B13 | B13 | 1 | 9,10 | | BMS6C13 | C13 | 1 | 8,64 |
| BMS6B16 | B16 | 1 | 8,23 | | BMS6C16 | C16 | 1 | 8,31 |
| BMS6B20 | B20 | 1 | 9,94 | | BMS6C20 | C20 | 1 | 9,94 |
| BMS6B25 | B25 | 1 | 10,67 | | BMS6C25 | C25 | 1 | 10,20 |
| BMS6B32 | B32 | 1 | 11,27 | | BMS6C32 | C32 | 1 | 10,37 |
| BMS6B40 | B40 | 1 | 11,84 | | BMS6C40 | C40 | 1 | 14,16 |

Schrack AMPARO (6 kA) — 3-fazowe

| Symbol | Opis | Szer. | Cena | | Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|------|-------|-------|--|-----------|------|-------|-------|
| BMS6B10_3 | B10 | 3 | 32,00 | | BMS6C10_3 | C10 | 3 | 33,84 |
| BMS6B16_3 | B16 | 3 | 32,52 | | BMS6C16_3 | C16 | 3 | 32,00 |
| BMS6B20_3 | B20 | 3 | 32,94 | | BMS6C20_3 | C20 | 3 | 32,67 |
| BMS6B25_3 | B25 | 3 | 33,54 | | BMS6C25_3 | C25 | 3 | 33,32 |
| BMS6B32_3 | B32 | 3 | 34,03 | | BMS6C32_3 | C32 | 3 | 33,48 |
| BMS6B40_3 | B40 | 3 | 35,16 | | BMS6C40_3 | C40 | 3 | 34,67 |
| BMS6B50_3 | B50 | 3 | 36,85 | | BMS6C50_3 | C50 | 3 | 42,52 |
| BMS6B63_3 | B63 | 3 | 42,52 | | BMS6C63_3 | C63 | 3 | 48,76 |

2. Wyłączniki różnicowoprądowe (RCD) — „różnicówki”

Chronią ludzi przed porażeniem — reagują na prąd uciekający do ziemi. **Typ A** wykrywa prądy przemienne i pulsujące stałe (wymagany dla elektroniki, falowników, LED); **typ AC** tylko przemienne (starszy standard). **30 mA** to ochrona ludzi; **300 mA** to wersja selektywna/przeciwpożarowa.

Schrack AMPARO AR (10 kA) — zalecane do nowych instalacji

| Symbol | Konfiguracja | Prąd | Czułość | Typ | Szer. | Cena |
|----------|--------------|------|---------------|-----------------|-------|--------|
| AR002203 | 1-faz. (1+N) | 25 A | 30 mA | AC | 2 | 129,30 |
| AR004203 | 1-faz. (1+N) | 40 A | 30 mA | AC | 2 | 139,20 |
| AR006203 | 1-faz. (1+N) | 63 A | 30 mA | AC | 2 | 150,40 |
| AR052203 | 1-faz. (1+N) | 25 A | 30 mA | A | 2 | 186,50 |
| AR054203 | 1-faz. (1+N) | 40 A | 30 mA | A | 2 | 194,10 |
| AR056203 | 1-faz. (1+N) | 63 A | 30 mA | A | 2 | 208,80 |
| AR002103 | 3-faz. (3+N) | 25 A | 30 mA | AC | 4 | 212,40 |
| AR004103 | 3-faz. (3+N) | 40 A | 30 mA | AC | 4 | 217,10 |
| AR006103 | 3-faz. (3+N) | 63 A | 30 mA | AC | 4 | 228,20 |
| AR054103 | 3-faz. (3+N) | 40 A | 30 mA | A | 4 | 278,40 |
| AR056103 | 3-faz. (3+N) | 63 A | 30 mA | A | 4 | 289,40 |
| AR004130 | 3-faz. (3+N) | 40 A | 300 mA | AC (selektywny) | 4 | 233,90 |
| AR006130 | 3-faz. (3+N) | 63 A | 300 mA | AC (selektywny) | 4 | 278,30 |

Legrand RX3

| Symbol | Konfiguracja | Prąd | Czułość | Typ | Szer. | Cena |
|-----------------|--------------|------|---------|-----|-------|--------|
| RX3 2P 25A 30MA | 1-faz. (2P) | 25 A | 30 mA | AC | 2 | 223,30 |
| RX34P40A30MA | 3-faz. (4P) | 40 A | 30 mA | AC | 4 | 305,76 |
| RX34P25A30MA | 3-faz. (4P) | 25 A | 30 mA | AC | 4 | 313,70 |

3. Wyłączniki różnicowoprądowe z członem nadprądowym (RCBO)

Dwa w jednym: różnicówka + nadprądówka w obudowie szerokości 2 modułów. Wygodne tam, gdzie chcesz chronić pojedynczy obwód kompletnie (np. łazienka, oświetlenie piętra). Schrack AMPARO BO, typ A, 30 mA:

| Symbol | Krzywa/prąd | Szer. | Cena | | Symbol | Krzywa/prąd | Szer. | Cena |
|-----------|-------------|-------|-------|--|-----------|-------------|-------|-------|
| BO006B30A | B6 | 2 | 81,09 | | BO006C30A | C6 | 2 | 81,09 |
| BO010B30A | B10 | 2 | 84,81 | | BO010C30A | C10 | 2 | 84,81 |
| BO013B30A | B13 | 2 | 86,50 | | BO013C30A | C13 | 2 | 84,81 |
| BO016B30A | B16 | 2 | 88,23 | | BO016C30A | C16 | 2 | 88,03 |
| BO020B30A | B20 | 2 | 89,50 | | BO020C30A | C20 | 2 | 89,50 |
| BO025B30A | B25 | 2 | 89,25 | | BO025C30A | C25 | 2 | 89,50 |

4. Rozłączniki izolacyjne — wyłącznik główny

Odcinają całą rozdzielnicę od zasilania (bez funkcji zabezpieczenia — to „duży włącznik”). Dobiera się je do mocy przyłącza (patrz rozdział 04).

Schrack AMPARO MZ

| Symbol | Prąd | Bieguny | Szer. | Cena | | Symbol | Prąd | Bieguny | Szer. | Cena |
|--------|-------|---------|-------|-------|--|--------|-------|---------|-------|-------|
| MZ240 | 40 A | 2 | 2 | 36,79 | | MZ440 | 40 A | 4 | 4 | 73,48 |
| MZ263 | 63 A | 2 | 2 | 23,62 | | MZ463 | 63 A | 4 | 4 | 37,91 |
| MZ2100 | 100 A | 2 | 2 | 24,93 | | MZ480 | 80 A | 4 | 4 | 73,48 |
| MZ340 | 40 A | 3 | 3 | 53,09 | | MZ4100 | 100 A | 4 | 4 | 48,73 |
| MZ363 | 63 A | 3 | 3 | 28,64 | | MZ4125 | 125 A | 4 | 4 | 48,73 |
| MZ380 | 80 A | 3 | 3 | 54,70 | | | | | | |
| MZ3100 | 100 A | 3 | 3 | 36,69 | | | | | | |
| MZ3125 | 125 A | 3 | 3 | 38,75 | | | | | | |

Legrand RX3

| Symbol | Prąd | Bieguny | Szer. | Cena |
|----------|------|---------|-------|--------|
| RX340A3P | 40 A | 3 | 3 | 125,15 |
| RX340A4P | 40 A | 4 | 4 | 165,73 |

5. Ograniczniki przepięć (SPD)

Chronią instalację przed przepięciami (wyładowania atmosferyczne, łączenia w sieci). **T1+T2** to ochrona łączona, montowana na wejściu rozdzielnic głównej.

| Symbol | Producent | Typ | Parametry | Szer. | Cena |
|-----------|-----------|----------------------|----------------------|-------|---------|
| IS151111— | Schrack | T1+T2 (3+1, TT/TN-S) | Uc 300 V, Iimp 25 kA | 8 | 1365,27 |
| T240KA4P | Legrand | T2, 4-biegunowy | 40 kA, Uc 275 V | 4 | 590,00 |

6. Bloki rozdzielcze i rozdział mocy

Rozdzielają WLZ (przewód zasilający) na poszczególne strefy/różnicówki.

| Symbol | Producent | Opis | Szer. | Cena |
|--------------|-----------|---|-------|--------|
| HLK 5×100A-2 | F-elektro | Blok 5-biegunowy 100 A, zaciski 5×16 / 5×25 mm ² | 5 | 59,61 |
| 8M4P125A | Legrand | Blok modułowy 4-biegunowy 125 A, 14 zacisków | 8 | 242,00 |

7. Oszynowanie — szyny grzebieniowe (Schrack AMPARO)

Rozprowadzają fazę(y) z jednego zabezpieczenia na sąsiednie aparaty — zamiast ręcznych mostków drutowych. Sprzedawane na sztuki lub na metry.

| Symbol | Opis | Sprzedaż | Cena |
|------------|---|----------|-------|
| BSB90155-A | Szyna 3-fazowa 12 modułów, 10 mm ² | sztuka | 16,27 |
| BSB90113-A | Szyna 3-fazowa widełkowa, 10 mm ² | 1 m | 99,47 |
| BSB00140 | Szyna 1-fazowa widełkowa, 10 mm ² | 1 m | 27,48 |
| BS900116 | Zaślepka końcowa (2/3-bieg.) | para | 0,83 |
| BSB00108 | Zaślepka końcowa (1-bieg.) | para | 0,54 |

8. Złączki WAGO Topjob — okablowanie wewnętrzne

Bezśrubowe złączki Push-in CAGE CLAMP — serce okablowania rozdzielnic. Szerokości w mm.

Złączki obwodowe (wyjście do odbioru)

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|--|-------|-------|
| 2003-7641 | Piętrowa L/N/PE 2,5 mm ² (z mostkiem suwakowym N) | 5,2 | 17,14 |
| 2003-7646 | Piętrowa N/L/PE 2,5 mm ² | 5,2 | 14,62 |
| 2003-7642 | Piętrowa L/L 2,5 mm ² (np. wyjście 24 V) | 5,2 | 11,06 |
| 2003-7650 | Piętrowa L 2,5 mm ² (faza silnika rolet) | 5,2 | 5,45 |

Szyna zerowa i wejścia N

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|---|-----------|-------|
| 2009-305 | Wspornik szyny zbiorczej N | 7,5 | 6,04 |
| 2006-7114 | Złączka rozłączalna N 6 mm ² | 7,5 | 18,63 |
| 210-133 | Szyna zbiorcza N 1 m (na złączki) | na szynie | 63,00 |
| 777-303 | Pokrywa szyny 210-133, 1 m | na szynie | 24,94 |

Rozdzielacze potencjału (1 → 6)

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|--|-------|-------|
| 2006-8031 | Rozgałęźna 1×6 mm ² → 6×1,5 mm ² (faza/+24 V) | 9 | 27,32 |
| 2016-8031 | Rozgałęźna 1×16 mm ² → 6×4 mm ² (szara, L) | 12,8 | 17,65 |
| 2016-8034 | Rozgałęźna 1×16 mm ² → 6×4 mm ² (niebieska, N) | 12,8 | 17,65 |

Złączki zasilające i przelotowe 16 mm² (korzeń rozdzielnic)

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|--|-------|-------|
| 2016-7601 | Zasilająca 2-przew. 16 mm ² (szara, L) | 12 | 15,38 |
| 2016-7604 | Zasilająca 2-przew. 16 mm ² (niebieska, N) | 12 | 15,93 |
| 2016-7607 | Zasilająca 2-przew. 16 mm ² (żółto-ziel., PE) | 12 | 29,20 |
| 2016-1201 | Przelotowa 2-przew. 16 mm ² (szara, L) | 12 | 6,82 |
| 2016-1204 | Przelotowa 2-przew. 16 mm ² (niebieska, N) | 12 | 6,82 |
| 2016-1207 | PE 2-przew. 16 mm ² | 12 | 14,51 |
| 2004-1207 | PE 2-przew. 4 mm ² | 6,2 | 15,56 |

Złączki sygnałowe (Tree, DALI, kontaktrony)

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|-----------|--|-------|-------|
| 5000-5311 | Sygnałowa 3-piętrowa 1 mm ² | 7 | 30,81 |
| 280-583 | Sygnałowa 3-piętrowa 2,5 mm ² | 5 | 27,49 |

Mostki, blokady, ścianki

| Symbol | Opis | Szer. | Cena |
|------------------|---|-------|-----------|
| 249-116 | Blokada końcowa na szynę TS35 | 6 | 3,51 |
| 2003-7692 | Ścianka końcowa 0,8 mm | 1 | 2,50 |
| 2016-7692 | Ścianka końcowa 1 mm | 1 | 3,03 |
| 280-402 | Mostek 2-biegunowy do 280-583 | 2,5 | 2,06 |
| 2000-402/000-005 | Mostek czerwony (+) do 5000-5311, opak. 25 szt. | 3,5 | 0,97/szt. |
| 2000-402/000-006 | Mostek niebieski (-) do 5000-5311, opak. 25 szt. | 3,5 | 0,97/szt. |
| 2000-402/000-018 | Mostek zielony (Tree) do 5000-5311, opak. 25 szt. | 3,5 | 0,97/szt. |
| 2001-402 | Mostek 2-torowy do 2006-8031 | 18 | 1,81 |
| 2001-403 | Mostek 3-torowy do 2006-8031 | 27 | 3,34 |
| 2001-404 | Mostek 4-torowy do 2006-8031 | 36 | 5,15 |
| 2001-405 | Mostek 5-torowy do 2006-8031 | 45 | 6,79 |
| 2016-402 | Mostek 2-torowy do serii 2016- | 25,6 | 3,47 |

9. Loxone — moduły bazowe

| Symbol (SKU) | Nazwa | Szer. | Cena |
|--------------|---|-------|------|
| 100335 | Miniserver (8 przełączników, 8 wejść cyfr., 8 analog., Tree, LAN) | 9 | 3023 |
| 100512 | Miniserver Compact (2 przełączniki, 4 wejścia, 2× Tree, LAN) | 6 | 2327 |
| 100401 | Power Supply 24 V (zasilacz buforowy, 7 kanałów) | 18 | 2938 |
| 100428 | Audioserver (wejścia/wyjścia audio, 4 strefy, Tree, LAN) | 9 | 2331 |

Loxone — rozszerzenia

| Symbol (SKU) | Nazwa | Szer. | Cena |
|--------------|--|-------|------|
| 100038 | Relay Extension (8 + 6 przekaźników) | 9 | 1557 |
| 100029 | Dimmer Extension (4 kanały ściemniania) | 9 | 2126 |
| 100218 | Tree Extension (2 gałęzie Tree) | 2 | 501 |
| 100114 | Air Base Extension (bramka bezprzewodowa Air) | 2 | 501 |
| 100239 | RGBW Dimmer Tree (sterownik LED, 4 kanały, 24 V) | 2 | 364 |
| 100429 | Stereo Extension (wzmacniacz stereo na Tree) | 2 | 1166 |
| 100283 | DI Extension (20 wejść cyfrowych) | 2 | 1313 |
| 100124 | Modbus Extension (bramka Modbus RTU) | 2 | 1154 |
| 100014 | 1-Wire Extension (magistrala czujników 1-Wire) | 2 | 855 |
| 100200 | DALI Extension (64 urządzenia DALI) | 2 | 2557 |
| 100116 | Multi Extension Air (12 wejść, 1-Wire, RGBW, 8 przek., Tree) | 9 | 2398 |
| 100567 | 3-fazowy Energy Meter Tree (pomiar zużycia L1/L2/L3) | 4 | 936 |

10. Zasilacze 24 V

| Symbol | Producent | Moc | Szer. | Cena |
|------------|---------------------|---|-------|-------|
| 100401 | Loxone Power Supply | ok. 960 W (buforowy, 7 kanałów, przelot Tree) | 18 | 2938 |
| HDR-150-24 | Mean Well | 150 W (jedno wyjście 24 V) | 6 | ~150* |

* Mean Well HDR-150-24 — tania alternatywa do lekkich obciążeń 24 V; cena z cennika TME (w konfiguracji uzupełniana automatycznie). Generator dobiera ją zamiast Loxone PSU dla małego poboru, wraca do Loxone przy obciążeniu > 450 W (3 jednostki HDR).

11. Pozostałe

| Symbol | Producent | Opis | Szer. | Cena |
|-------------------|-----------|--|-------|--------|
| LamkaLED3Kolorowa | Legrand | Lampka kontrolna obecności faz (3-kolorowa, 230 V) | 1 | 183,90 |

← Spis treści · Dodatek B — Tabele doboru →

Dodatek B — Tabele doboru

S kondensowane tabele do codziennej pracy: jaki przewód do jakiego obwodu, jaki przekrój do jakiego zabezpieczenia, kolory żył i kiedy tulejki. Uzasadnienia są w rozdziałach 05 i 06; tutaj same wyniki.

1. Przewód według typu obwodu

Domyślne oznaczenia przewodów dla każdego rodzaju punktu. Ceny **netto za metr**, orientacyjne (stan z 2026-06-02).

| Obwód | Przewód | Żyły | Cena/m |
|---|----------------------------|---------------------------|--------|
| Gniazdo 1-fazowe | YDY 3x2.5 | L, N, PE | 5,44 |
| Gniazdo 3-fazowe (≤20 A) | YDY 5x2.5 | L1, L2, L3, N, PE | 9,58 |
| Gniazdo 3-fazowe (≤25 A) | YDY 5x4 | L1, L2, L3, N, PE | 14,93 |
| Gniazdo 3-fazowe (>25 A) | YDY 5x6 | L1, L2, L3, N, PE | — |
| Oświetlenie 230 V | YDY 3x1.5 | L, N, PE | 3,43 |
| Oświetlenie 24 V (on/off, ściemniające) | OWY 2x1.5 | +24 V, 0 V | 2,82 |
| Oświetlenie 24 V tunable white | OWY 3x1.5 | +24 V, ciepły, zimny | 3,47 |
| Oświetlenie DALI | OWY 5x1.5 | L, N, PE, DA+, DA- | 5,79 |
| Taśma LED — WW (biała) | OWY 2x1.5 | +24 V, 0 V | 2,82 |
| Taśma LED — DW / WLED | OWY 3x1.5 | +24 V + 2 kanały | 3,47 |
| Taśma LED — RGBW | OWY 5x1.5 | +24 V + 4 kanały | 5,79 |
| Rolety / żaluzje (standard 4-żył.) | OWY 4x1.5 | górną, dół, N, PE | 5,17 |
| Rolety SELV (2-żył.) | OWY 2x1.5 | 2x sterowanie | 2,82 |
| Rolety venetian (5-żył.) | OWY 5x1.5 | górną, dół, lamela, N, PE | 5,79 |
| Kontaktron / czujnik sygnałowy | OMY 2x0.5 | 2x sygnał | 0,95 |
| Przewód sterujący (styk bezpotencjałowy) | LgY 2x0.5 | 2x sygnał | — |
| Magistrala Tree (Touch, Presence, ogrzewanie) | J-Y(St)Y 2x2x0.8 | 2 pary skrętki | 2,71 |
| Audio (głośnik) | TP głośnikowy 2x2.5 0FC | +, - | 7,43 |
| Ethernet (wewnątrz) | F/UTP CAT 6 | 4 pary | 3,42 |
| Ethernet (na zewnątrz) | F/UTP CAT 6 zewn. żel. | 4 pary, żelowany | 3,98 |
| WLZ — zasilanie rozdzielnic | YKY 5x16 | L1, L2, L3, N, PE | 55,94 |

Rodzaje przewodów — ściągą

- **YDY** — sztywny instalacyjny (druć), do układania na stałe pod tynkiem. Mieszkaniowy standard.
- **OWY** — giętki (linka) w izolacji, do rolet, LED, sterowania 24 V.

- **LgY** — pojedyncza linka, używana też do mostkowania w rozdzielnicy.
- **YKY** — ziemny/zasilający, grubszy; tu jako WLZ od licznika do rozdzielnicy.
- **J-Y(St)Y** — skrętka ekranowana (telekomunikacyjna) — magistrala Loxone Tree.
- **OMY** — cienki sygnałowy (np. kontaktrony).
- **TP głośnikowy OFC** — przewód głośnikowy z czystej miedzi.

2. Przekrój żyły według zabezpieczenia

Minimalny przekrój przewodu dobiera się do prądu zabezpieczenia, które go chroni — przewód musi „udźwignąć” prąd, przy którym bezpiecznik jeszcze nie zadziała. Wartości stosowane w rozdzielnicy:

Za wyłącznikiem nadprądowym (MCB)

| Prąd zabezpieczenia | Min. przekrój |
|---------------------|---------------------|
| ≤ 10 A | 1,5 mm ² |
| ≤ 16 A | 2,5 mm ² |
| ≤ 25 A | 4 mm ² |
| ≤ 32 A | 6 mm ² |
| > 32 A | 10 mm ² |

Za różnicówką (RCD) — żyła zbiorcza zasilająca

| Prąd różnicówki | Min. przekrój |
|-----------------|--------------------|
| ≤ 40 A | 6 mm ² |
| ≤ 63 A | 10 mm ² |
| > 63 A | 16 mm ² |

Ogranicznik przepięć i rozłącznik główny

| Element | Przekrój |
|------------------------------------|--------------------|
| SPD — fazy i N | 10 mm ² |
| SPD — PE | 16 mm ² |
| Rozłącznik główny ≤ 40 A | 6 mm ² |
| Rozłącznik główny ≤ 63 A | 10 mm ² |
| Rozłącznik główny ≤ 100 A i więcej | 16 mm ² |

Standardowy szereg przekrojów w rozdzielnicy: **0,5 · 0,75 · 0,8 · 1 · 1,5 · 2,5 · 4 · 6 · 10 · 16 mm²**. Gdy dwa końce mają różną obciążalność, dobiera się **mniejszy** z przekrojów (decyduje słabszy zacisk).

3. Kolory żył (PN-IEC)

| Żył | Kolor |
|------------------------|-------------------|
| Faza L1 | brązowy |
| Faza L2 | czarny |
| Faza L3 | szary |
| Neutralny N | niebieski |
| Ochronny PE | żółto-zielony |
| +24 V (DC, automatyka) | czerwony |
| 0 V / GND (DC) | niebieski / biały |
| Magistrala Tree | zielony |

W obwodzie 1-fazowym fazę prowadzi się brązowym (lub czarnym). Żółto-zielony jest **zarezerwowany wyłącznie dla PE** — nie wolno go używać do niczego innego. Niebieski — wyłącznie dla N (przy 230 V).

4. Tulejki na żyłach (zarobienie końcówek)

Czy zacisnąć na żyłę tulejkę, zależy od typu zacisku po drugiej stronie:

| Rodzaj zacisku | Tulejka? |
|---|---|
| Złączki WAGO Push-in CAGE CLAMP (serie 2003-, 2006-, 2009-, 2016-, 5000-) | Nie — sprężyna trzyma żyłę bez tulejki |
| Zaciski śrubowe: MCB, RCD, RCBO, rozłącznik, blok rozdzielczy | Tak — śruba mogłaby uszkodzić nieosłoniętą linkę |
| Zasilacze (Loxone, Mean Well) — zaciski śrubowe | Tak |
| Sterownik LED (RGBW Dimmer) — zaciski śrubowe | Tak |
| Nieznany / wątpliwy | Tak (zachowawczo) |

Zasada w jednym zdaniu: **drut sztywny i złączki sprężynowe — bez tulejek; linka i zaciski śrubowe — z tulejkami.** Tulejkę dobiera się do przekroju żyły (HE 1,5 / 2,5 / 6 / 10 / 16 mm²).

Dodatek C — Słownik pojęć

Krótkie definicje terminów używanych w książce. Przy hasłach odsyłamy do rozdziału, gdzie temat jest rozwinięty.

Air — bezprzewodowa magistrala Loxone (radiowa). Dla czujników, których nie opłaca się okablować. Wymaga bramki Air Base Extension. → 02, 12

Audioserver — moduł Loxone z wbudowanym wzmacniaczem; źródło 4 stref audio multiroom. → 13

Bilans faz — rozłożenie obwodów jednofazowych po L1/L2/L3, żeby równomiernie obciążyć fazy. → 07

Blok rozdzielczy — aparat rozdzielający WLZ na poszczególne strefy/różnicówki. → 04

DALI — cyfrowa magistrala sterowania oświetleniem; adresuje do 64 opraw jednym obwodem. → 08

DIN (szyna, moduł) — znormalizowana szyna montażowa (TS35) i jednostka szerokości aparatu (1 moduł ≈ 17,5 mm). → 17

Krzywa (charakterystyka) B / C — jak szybko bezpiecznik reaguje na skok prądu. B — światło/gniazda; C — silniki (rolety). → 0.4

Link — wewnętrzna magistrala 24 V spinająca Miniserver z rozszerzeniami w rozdzielnicy. → 02

MCB (wyłącznik nadprądowy) — „bezpiecznik”; chroni instalację przed przeciążeniem i zwarcieniem. → 0.4

Miniserver — centralny sterownik Loxone; mózg instalacji. → 02

Mostek N-PE — połączenie przewodu neutralnego z ochronnym; w TN-C-S wykonywane w jednym miejscu (rozdzielnica główna). → 0.3

Multiroom — niezależne strefy audio w różnych pomieszczeniach. → 13

Prefabrykacja — złożenie rozdzielnicy „na stole”, bez napięcia, przed montażem. → 17

Przekrój — pole przekroju żyły (mm²); decyduje o obciążalności prądowej. → 0.5

Push-in (CAGE CLAMP) — bezśrubowa, sprężynowa złączka (WAGO); nie wymaga tulejki. → Dodatek B

RCBO — różnicówka i nadprądówka w jednej obudowie. → 0.4

RCD (różnicówka) — wyłącznik różnicowoprądowy; chroni ludzi, reagując na prąd upływu. Typ A wymagany dla elektroniki. → 0.4

Rozdzielnica — szafa z aparaturą zabezpieczającą i sterującą instalacją. W automatyce: również centrum sterowania.

Rozłącznik główny — aparat odcinający całą rozdzielnicę od zasilania (bez funkcji zabezpieczenia). → 04

SELV — bezpieczne niskie napięcie (np. 24 V), niegroźne w dotyku; obwody SELV nie mają bezpieczników per obwód. → 0.5

Selektywność — koordynacja zabezpieczeń tak, by przy usterce zadziałało to najbliższe, a nie nadrzędne. → 03

SPD (ogranicznik przepięć) — chroni urządzenia przed przepięciami (piorun, sieć); klasy T1/T2. → 0.4, 04

Sterownik LED (RGBW Dimmer Tree) — moduł płynnie regulujący jasność/kolor taśm i opraw 24 V; 4 kanały, 200 W. → 11

Strefa (RCD) — grupa obwodów objęta jedną różnicówką; dobierana wg pomieszczenia/funkcji. → 05

Tree — przewodowa magistrala Loxone (skrętka); zasilanie + sygnał jednym kablem, do 50 urządzeń na gałąź. → 02, 14

TN-C-S / TN-S / TT — układy sieci; określają sposób prowadzenia N i PE od stacji. → 0.3

Tulejka — metalowa końcówka zaciskana na linie przed wejściem w zacisk śrubowy. → Dodatek B

Tunable white — oprawa/taśma o regulowanej barwie bieli (ciepła ↔ zimna). → 08

Wejście / wyjście (cyfrowe) — wejście: sygnał DO sterownika (przycisk, kontaktron); wyjście przekątnikowe: sterownik załącza odbiór. → 01

WLZ (Wewnętrzna Linia Zasilająca) — przewód od licznika do rozdzielnicy (zwykle YKY 5×16). → 0.2

Współczynnik jednoczesności — szacunek, jaka część odbiorów danego typu pracuje naraz; obniża moc obliczeniową. → 0.1, 05

Złączka (WAGO Topjob) — modułowy zacisk łączący przewody w rozdzielnicy (piętrowy, sygnałowy, rozdzielający). → Dodatek A

Dodatek D – Checklista projektowa

Lista kontrolna od przyłącza do gotowej, odebranej rozdzielnicy. Przejdź ją po kolei — przy każdym punkcie odsyłamy do rozdziału, jeśli potrzebujesz szczegółów.

A. Założenia i przyłącze

- Znam **moc przyłącza** (kW) i **układ sieci** (TN-C-S / TN-S / TT). → 0.2, 0.3
- Wiem, czy mam **TN-C-S** (czy potrzebny mostek N-PE w rozdzielnicy).
- Policzyłem prąd przyłącza i wstępnie dobrałem **rozłącznik główny**. → 04

B. Plan domu i obwody

- Mam **rzut domu** z pomieszczeniami i ich **typami** (mieszkalny/łazienka/kuchnia/garaż/kotłownia/zewnątrz). → 18
- Rozmieściłem **punkty**: gniazda, światło, rolety, czujniki, głośniki, ogrzewanie.
- Pogrupowałem punkty w **obwody** i nadałem im **nazwy** (jedna konwencja). → wstęp
- Dla każdego obwodu mam **typ, przewód i bezpiecznik**. → 06

C. Ochrona i strefy

- Przypisałem obwody do **stref (różnicówek)** wg pomieszczenia/funkcji. → 05
- Sprawdziłem **limity** stref (6/3 obwody na różnicówkę; 2300 W/15 obwodów na oświetlenie).
- Wszystkie różnicówki to **typ A**; rozważyłem **selektywną** na zewnątrz (≥ 14 kW).
- Dobrałem **ogranicznik przepięć** (rozdzielnica główna) i pominąłem go w podrzędnych.
- Rozłożyłem obwody na fazy (**bilans faz**) i sprawdziłem budżet $\sim 80\%$. → 07

D. Sterowanie Loxone

- Policzyłem **wyjścia przekaźnikowe** (światło + rolety) i dobrałem Relay Extension. → 16
- Policzyłem **wejścia cyfrowe** (kontaktrony, przyciski) i dobrałem DI Extension.
- Policzyłem **urządzenia Tree** (Touch, obecność, ogrzewanie) — ≤ 50 /gałąź, dobrałem Tree Extension. → 14
- Policzyłem **urządzenia Air** i przewidziałem Air Base Extension. → 12
- Policzyłem **kanały LED** (taśmy + oprawy ściemniające) i sterowniki RGBW + zasilacz 24 V. → 11
- Policzyłem **strefy audio** (głośniki) i dobrałem Audioserver + Stereo Extension. → 13

E. Lista zakupów (BOM)

- Zestawiłem **aparaturę** (różnicówki, bezpieczniki, rozłącznik, ogranicznik, bloki, złączki). → Dodatek A
- Policzyłem **metraż przewodów** per typ (raport zużycia). → 18
- Doliczyłem **materiały montażowe** (tulejki, mostki, etykiety). → 17
- Zostawiłem **rezerwę** 15–20% miejsca na szynach.

F. Prefabrykacja (bez napięcia)

- Ułożyłem aparaty: **korzeń** → **strefy** → **Loxone**, obwody strefy obok siebie. → 17
- Wykonałem **mostkowanie** (szyna grzebieniowa fazy, szyna N, mostki magistral).
- Zarobiłem końcówki **tulejkami** tam, gdzie zaciski śrubowe. → Dodatek B
- **Opisałem** wszystkie aparaty, złączki i moduły.

G. Montaż, pomiary, odbiór

- Zamontowałem rozdzielnicę i doprowadziłem trasy. → 19
- **Kontrola na sucho** przed napięciem (zaciski, kolory, mostek N-PE w jednym miejscu, opisy).
- **Uprawiony elektryk**: podłączenie WLZ, pomiary odbiorcze, **protokół**, pierwsze załączenie.
- Sprawdziłem działanie korzenia (lampa faz, brak wyzwoleń).

H. Uruchomienie automatyki

- **Programowanie Loxone**: parowanie urządzeń, przypisanie wejść/wyjść, logika, sceny. → 19
- Wyceniłem **czas programowania** (za urządzenie) i ująłem w kosztorysie. → 20
- Test końcowy: każdy obwód, scena i czujnik działa zgodnie z projektem.