



Jakość energii

Uproszczony projekt tymczasowego zasilania osiedla mieszkaniowego z wykorzystaniem mobilnego zespołu prądotwórczego

mgr inż. Julian Wiatr

Podstawa opracowania

1. Zlecenie inwestora.
2. Wizja lokalna w terenie.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [tekst jednolity: Dz. U. z 2015 roku poz. 1422].
4. Norma N SEP-E 002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje w obiektach mieszkalnych. Podstawy planowania.
5. Norma N SEP-E 004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
6. Wieloarkuszowa norma PN-90/E-06401 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 30 kV.
7. Norma N SEP-E 001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
8. Norma PN – EN 60865-1:2002 Obliczanie skutków prądów zwarciovych. Część 1. Definicje i metody obliczeń.
9. Norma PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
10. Norma PN-HD 60364-7-714:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje oświetlenia zewnętrznego.
11. Norma PN-IEC 60364-5-523:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
12. Katalogi producentów kabli oraz producentów osprzętu kablowego.
13. Katalogi producenta zespołów prądotwórczych.
14. Dokumentacja techniczna stacji transformatorowej oraz instalacji elektrycznych poszczególnych budynków.
15. Dokumentacja oświetlenia ulicznego.

Opis stanu istniejącego

Ze stacji transformatorowej **SN/nn** o mocy **630 kVA** zasilane jest osiedle mieszkaniowe oraz oświetlenie uliczne.

Poszczególne budynki zasilane są kablem **YAKY 4x120** w układzie przelotowym poprzez złącza kablowe. Do złącz kablowych doprowadzony jest w układzie przelotowym kabel **YKY 2x4**, ułożony wspólnie z kablem zasilającym. Słupy oświetlenia ulicznego zostały wykonane jako różnorzędne drugiej klasy ochronności zgodnie z **PN-HD 60364-7-714: 2003** Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-714. „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Oświetlenie zewnętrzne.” Sterowanie załączeniem oświetlenia realizowane jest przez szafę **SON** zainstalowaną w rejonie stacji transformatorowej. Moc czynna zapotrzebowana przez oświetlenie uliczne wynosi 12,5 kW, przy współczynniku mocy $\cos\varphi=0,93$. Stacja transformatorowa wyposażona jest w układ automatyki **SZR** z blokadą mechaniczną i posiada możliwość przyłączenia przewoźnego zespołu prądotwórczego nn.

Plan linii kablowych przedstawia **rysunek 1**.

Opis stanu projektowanego

W poszczególnych budynkach w szafkach licznikowych pionów instalacyjnych dla każdego mieszkania lokatorskiego należy zainstalować układ przełącznika zasilania na warunki awaryjne, który należy wyposażyć w ogranicznik mocy umożliwiający pobór mocy o wartości nie większej niż **2,5 kW**. W torze zasilania w warunkach normalnych należy zainstalować ogranicznik mocy umożliwiający pobór mocy przez pojedyncze mieszkanie o wartości nie większej niż wynika to z umowy przyłączeniowej (w artykule przyjęto wartość **12,5 kW** zgodnie z wymaganiami normy **N SEP-E 002**).

Do sterowania przełączaniem w stan awaryjny należy wykorzystać kabel **YKY 2x4** doprowadzony do złącza kablowego każdego budynku.

Uproszczony schemat sterowania przełączaniem instalacji w stan awaryjny przedstawia **rysunek 2** przedstawiający schemat ideowy stacji transformatorowej z przyłączonym zespołem prądotwórczym oraz **rysunek 3** przedstawiający istotne elementy sterowania w każdym budynku ograniczone do jednego mieszkania z uwagi na to, że w pozostałych mieszkaniach obowiązuje takim sam układ.

Obok budynku stacji transformatorowej należy ustawić przewoźny zespół prądotwórczy o mocy **275 kVA** i przyłączyć go do automatyki **SZR** stanowiącej wyposażenie stacji transformatorowej.

Przyłączenie należy wykonać zgodnie z **DTR** stacji oraz **DTR** zespołu prądotwórczego.

Punkt neutralny generatora zespołu prądotwórczego należy uziemić przez połączenie z uziemieniem roboczym transformatora stacji transformatorowej **SN/nn**. Rezystancja uziemienia punktu neutralnego generatora, zgodnie z wymaganiami N SEP-E 001, musi spełniać wymóg: **R ≤ 5Ω**.

Obliczenia

Moc zapotrzebowana przez pojedyncze mieszkanie w stanie awaryjnym:

- Oświetlenie + RTV: 500W
- Płyta indukcyjna (jedna grzałka): 1500W
- Lodówka: 500W

Razem: 2500W, przy współczynniku mocy $\cos\varphi=0,93$

Obliczenia wymaganej mocy zespołu prądotwórczego:

$$P_{ZB(ZP)} = n \cdot P_{1ZP} \cdot k_j + P_{ZA} = 40 \cdot 2,5 \cdot 0,25 + 3 = 28 \text{ kW}$$

$$P_{ZC(ZP)} = N \cdot P_{ZB} \cdot k_j + P_{SON} = 12 \cdot 28 \cdot 0,452 + 12,5 \approx 164,38 \text{ kW}$$

$$S_{PC(ZP)} \geq \frac{P_{ZC} \cdot k_1}{\cos \varphi_{nG}} = \frac{164,38 \cdot 1,3}{0,8} = 267,12 \text{ kVA} \Rightarrow S_{nG} = 275 \text{ kVA}$$

$$I_B = \frac{S_{nG}}{\sqrt{3} \cdot U_{nG}} = \frac{275000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 397,4 \text{ A} \leq I_{nSZR} = 400 \text{ A}$$

Moc zapotrzebowana przez zasilane odbiorniki w warunkach normalnych (zasilanie z SEE):

$$P_{ZB(SEE)} = n \cdot P_{1SEE} \cdot k_j + P_{ZA} = 40 \cdot 12,5 \cdot 0,174 + 3 = 90 \text{ kW}$$

$$P_{ZC(SEE)} = N \cdot P_{ZB} \cdot k_j + P_{SON} = 12 \cdot 90 \cdot 0,452 + 12,5 \approx 500,66 \text{ kW} \gg P_{ZB(ZP)} = 164,38 \text{ kW}$$

$$\frac{P_{ZC(ZP)}}{P_{ZC(SEE)}} = \frac{164,38}{500,66} \approx 0,33$$

Gdzie:

n- liczba mieszkań w budynkach, w [-]

k_j – współczynnik jednoczesności zgodnie z normą N SEP-E 002¹, w [-]

P_{1ZP} – moc zapotrzebowana przez pojedyncze mieszkanie w stanie awaryjnym, w [kW]

P_{1SEE} – moc zapotrzebowana przez pojedyncze mieszkanie w warunkach normalnych, w [kW]

P_{ZB} – moc zapotrzebowana przez budynek, w [kW]

¹ Norma ta dopuszcza, przy współczynniku mocy $\cos\varphi \geq 0,93$, stosowanie jednostek mocy czynnej zamiast mocy pozornej

P_{ZC} – całkowita moc zapotrzebowana w stanie awaryjnym, w [-]

P_{SON} – moc zapotrzebowana przez oświetlenie uliczne, w [kW]

N – liczba zasilanych budynków, w [-]

P_{ZA} – moc zapotrzebowana przez odbiory administracyjne w pojedynczym budynku, w [-]

$\cos \varphi_{nG}$ – znamionowy współczynnik mocy generatora zespołu prądowłórczego, w [-]

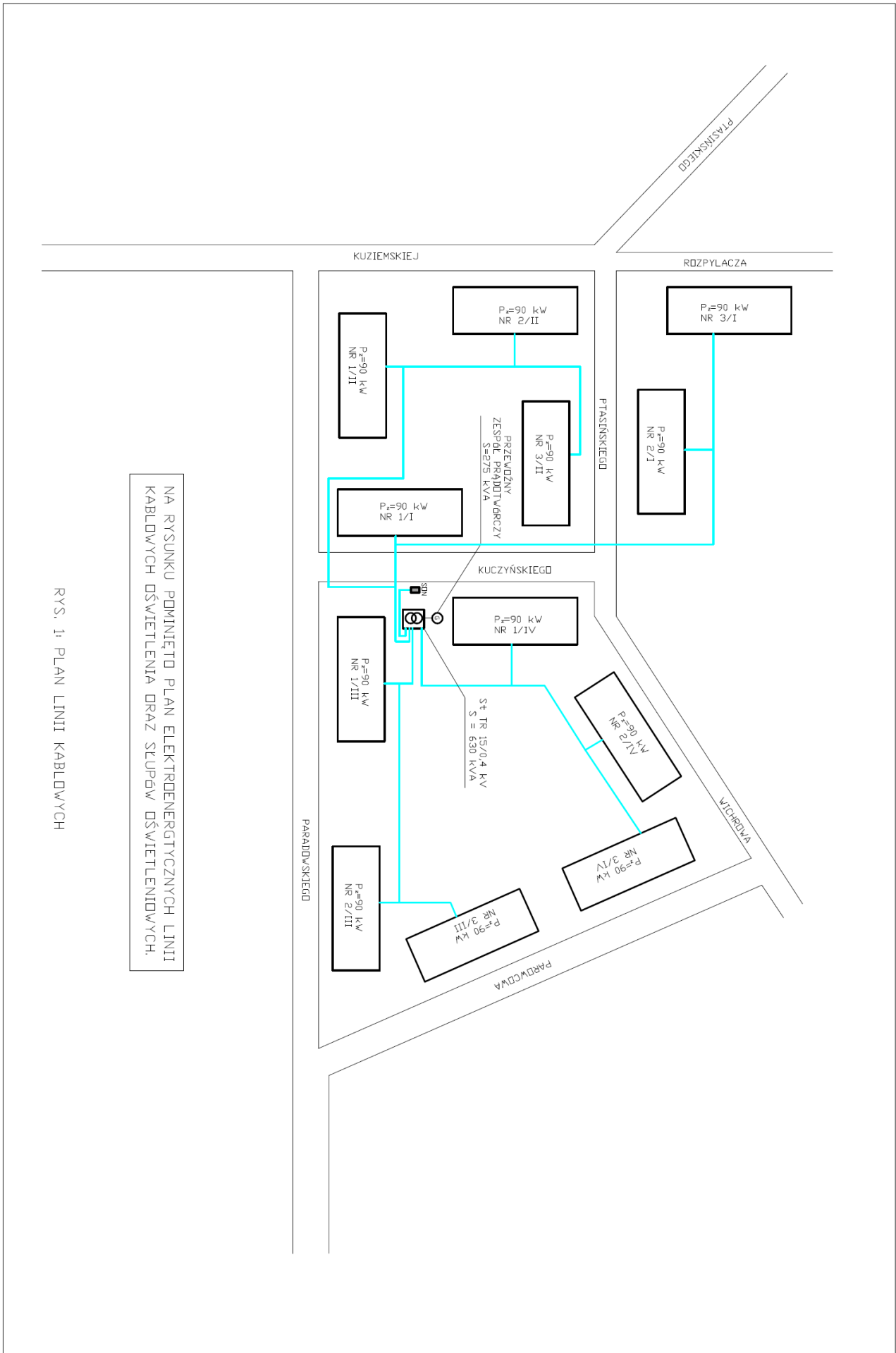
k_1 – współczynnik uwzględniający niedoszacowanie wymaganej mocy czynnej zespołu prądowłórczego, w [-]

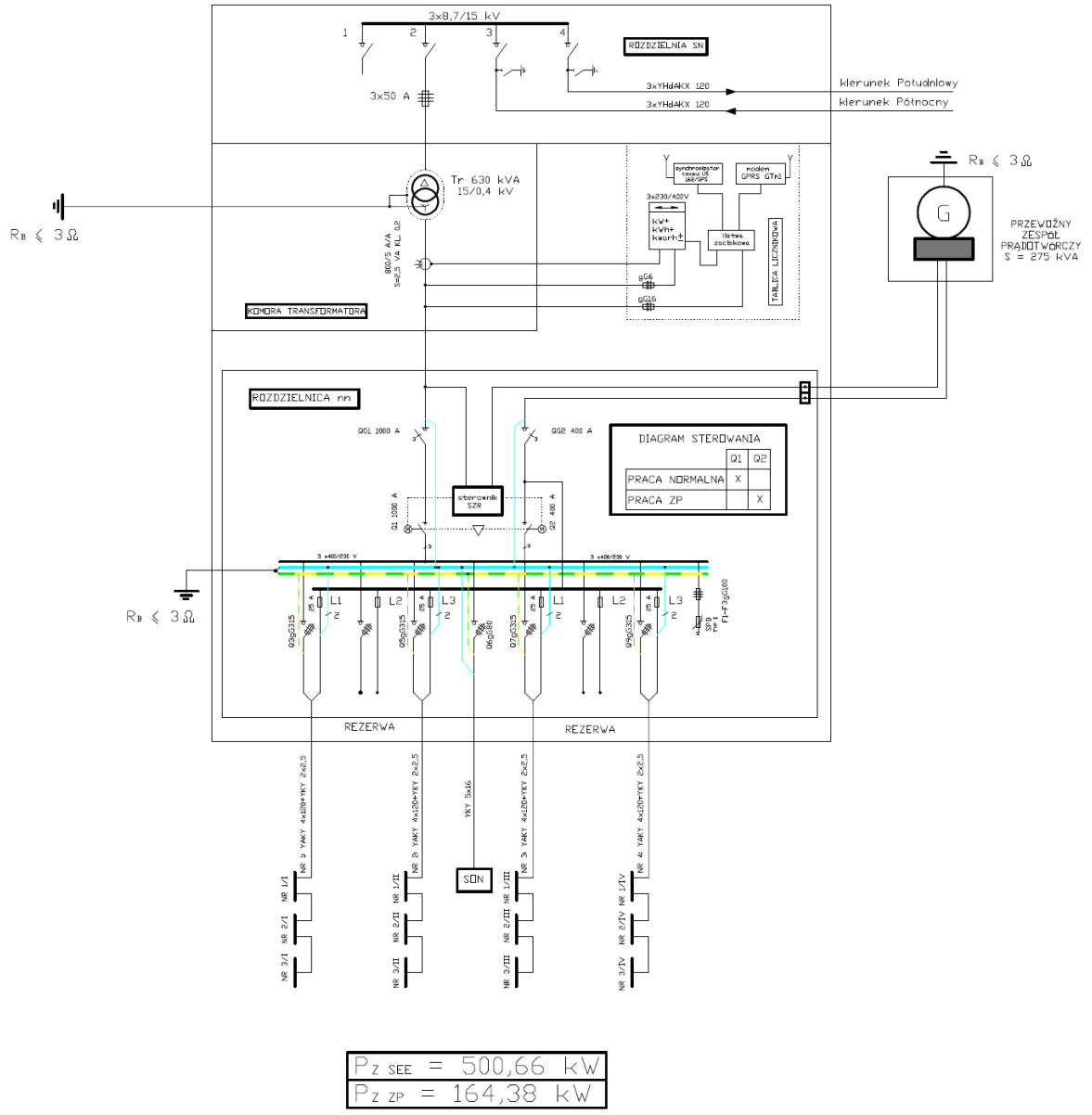
I_B – spodziewany prąd obciążenia, w [A]

Uwagi końcowe

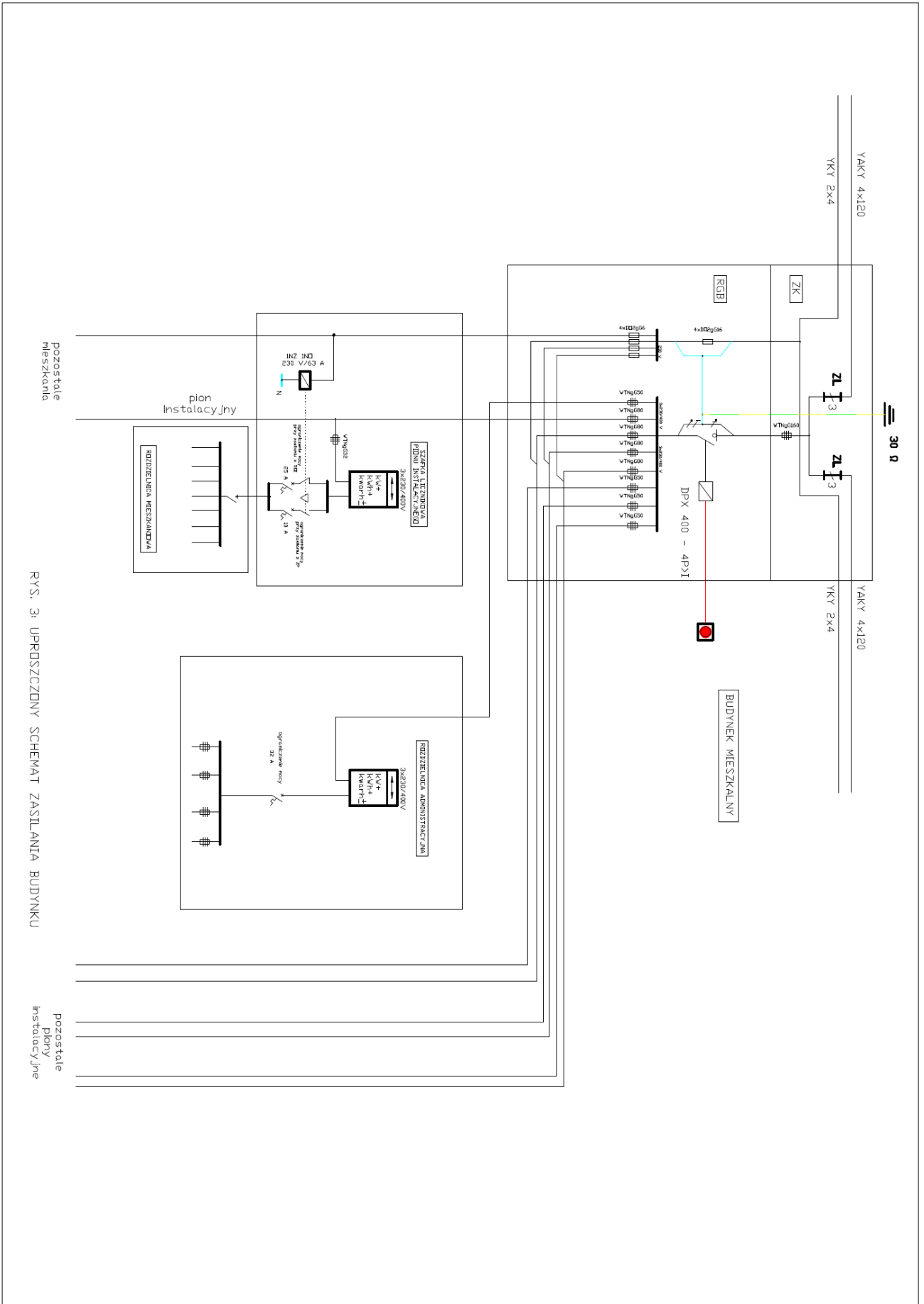
1. Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu - samoczynne wyłączenie zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41:2009 (w mieszkaniach oraz odbiorach administracyjnych zainstalowane są wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe) oraz normy N SEP-E 001 (przy zasilaniu z generatora zespołu prądowłórczego parametry obwodu zwarciovego ulegają znacznemu pogorszeniu zgodnie z fizyką działania generatora podczas zwarcia; bez zastosowanie wysokoczułych wyłączników różnicowoprądowych lub odbiorników wykonanych w II klasie ochronności, spełnienie wymagań normy PN-HD 60364-4-41:2009 w zakresie samoczynnego wyłączenia realizowanego przez zabezpieczenia przeciążeniowe jest w praktyce nie możliwe do spełnienia).
2. Oświetlenie uliczne, którego obwody zostały pominięte (ograniczono się jedynie do szafy sterującej), spełnia wymagania normy PN-IEC 60364-7-714:2003²
3. Przy zmniejszonym obciążeniu należy uznać dobór kabli za poprawny skoro zostały dobrane poprawnie do warunków normalnych gdzie występuje znacznie większe obciążenie.
4. Kabel sterowania załączeniem ograniczenia mocy w warunkach awaryjnych w przypadku funkcjonowania w stanie beznapięciowym dłużej niż 30 dni należy poddać badaniu stanu rezystancji izolacji (sterowanie przełączeniem na zasilanie tymczasowe można wykonać z wykorzystaniem radiomodemów – rozwiązanie tego problemu pozostawiam Czytelnikom).
5. Przy zasilaniu z zespołu prądowłórczego nie dopuszcza się załączenia baterii kompensacji mocy biernej jeśli jest planowana do instalacji w którymkolwiek budynku.
6. Po uruchomieniu układu zasilania awaryjnego należy przeprowadzić badania i próby odbiorcze zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6: 2008 Instalacje elektrycznej niskiego napięcia. Część 6 – sprawdzanie.

² Dostępna jest wersja angielska normy PN-IEC 60364-7-714:2012





RYS. 2: SCHEMAT UKŁADU ZASILANIA



RYS. 3: UPROSZCZONY SCHEMAT ZASILANIA BUDYNKU

pozostałe
mieszkania

pozostałe
piony
instalacyjne