

Spis treści

1. Podstawa i przedmiot opracowania	02
2. Opis techniczny	02
2.1. Zasilanie i pomiar energii elektrycznej	02
2.2. System ochrony od porażeń	03
2.3. Wewnętrzna linia zasilająca	03
2.4. Instalacja połączeń wyrównawczych	04
2.5. Instalacja gniazd jednofazowych i siłowych	04
2.6. Instalacja oświetlenia wnętrzowego i wentylacji sanitariatów	04
2.7. Instalacja oświetlenia hali sportowej	05
2.8. Instalacja oświetlenia zewnętrznego	06
2.9. Instalacja węzła cieplnego	06
2.10. Instalacja wentylacji i klimatyzacji	06
2.11. Instalacja odgromowa i przepięciowa	06
2.12. Przeciwpowozarowy wyłącznik prądu	07
3. Obliczenia	08
3.1. Bilans mocy	08
3.2. Sprawdzenie spadków napięć	09
3.3. Sprawdzenie skuteczności ochrony od porażeń	10
3.4. Obliczanie natężenia oświetlenia	10
4. Zestawienie materiałów	15
5. Dokumenty i uprawnienia	18
5.1. Warunki przyłączeniowe dla obiektu	19
5.2. Oświadczenie projektanta i sprawdzającego	21
5.4. Uprawnienia budowlane projektanta i sprawdzającego	23
5.5. Zaświadczenie o członkostwie w ŁOIB projektanta i sprawdzającego	27
6. Rysunki	29
Rys. 1 – gniazdka na parterze.	
Rys. 2 – gniazdka na piętrze.	
Rys. 3 – oświetlenie parter.	
Rys. 4 – oświetlenie hali, naświetlacze.	
Rys. 5 – oświetlenie piętro.	
Rys. 6 – instalacja odgromowa, rzut pionowy.	
Rys. 7 – instalacja odgromowa, rzut poziomy.	
Rys. 8 – wewnętrzna linia zasilająca.	
Rys. 9 – instalacja nagłośnienia hali.	
Rys.10 – instalacja wentylacji i klimatyzacji parter.	
Rys.11 – instalacja wentylacji i klimatyzacji piętro.	
Rys.12 – schemat jednokreskowy rozdzielni głównej budynku RGB.	
Rys.13 – schemat jednokreskowy rozdzielni głównej budynku RGB.	
Rys.14 – schemat jednokreskowy rozdzielni głównej budynku RGB.	
Rys.15 – schemat jednokreskowy rozdzielni głównej budynku RGB.	
Rys.16 – schemat jednokreskowy rozdzielni węzła cieplnego RWC.	
Rys.17 – schemat jednokreskowy rozdzielni wentylacyjnej RWE.	
Rys.18 – schemat jednokreskowy rozdzielni kuchni RKU.	
Rys.19 – schemat jednokreskowy rozdzielni naświetlaczy hali RHN.	
Rys.20 – schemat jednokreskowy rozdzielni naświetlaczy hali RHN.	

1. Podstawa i przedmiot opracowania.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest zaprojektowanie funkcjonalnej instalacji elektrycznej hali sportowej w zakresie użytkowania jej przez młodzież szkolną, jak i na zawody sportowe oraz inne imprezy. Instalacja musi spełniać wymogi norm i przepisów, a w szczególności w zakresie bezpieczeństwa użytkowania i energooszczędności. Dodatkowo ma umożliwiać transmisję telewizyjną imprez, co wymaga zastosowania silnych źródeł światła na hali. W przyszłości instalacja ma zapewnić łatwe dołączenie do niej paneli fotowoltaicznych, w celu zmniejszenia kosztów użytkowania energii elektrycznej.

Dokumentację techniczną opracowaną na podstawie:

- zlecenia inwestora,
- ustaleń z inwestorem w zakresie funkcjonalności obiektu,
- warunków przyłączenia nr 11924/RE08/2016 dla podmiotu IV grupy przyłączeniowej do sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym 0,4kV, z dnia 29.12.2016 roku,
- projektów innych branż,
- wytycznych z poradników wydawanych przez federacje sportowe,
- aktualnie obowiązujących Polskich Norm Zharmonizowanych i innych przepisów.

2. Opis techniczny.

2.1. Zasilanie i pomiar energii elektrycznej.

Zgodnie z warunkami przyłączenia numer 11924/RE08/2016 dla podmiotu IV grupy przyłączeniowej do sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym 0,4kV, z dnia 29.12.2016 roku, zasilanie w energię elektryczną odbywa się zgodnie z poniższymi warunkami:

- Miejsce przyłączenia: pole liniowe rozdzielnic niskiego napięcia w stacji transformatorowej 15kV/0,4kV.
- Moc przyłączeniowa: 65kW zasilanie podstawowe.
- Rodzaj przyłącza: linia kablowa typu YAKY 4x150mm² – istniejąca.
- Wymagania w zakresie budowy instalacji odbiorcy: instalacja 3 fazowa (tzw. siłowa), rozdział przewodu ochronno - neutralnego PEN na PE i N należy lokalizować poza złączem – w instalacji odbiorcy (nie dotyczy sieci w układzie TT). Uziemienie robocze instalacji o rezystancji $\leq 30\Omega$.

- Miejsce zainstalowania układu pomiarowo - rozliczeniowego: szafa złączowo - pomiarowa typu ZK1+ZP1D w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącego złącza, przy zewnętrznej ścianie budynku szkoły, w terenie ogólnodostępnym.
- Wymagania dotyczące układu pomiarowo - rozliczeniowego: licznik elektroniczny do pomiaru półpośredniego energii czynnej, 3 fazowy jednostrefowy z elektronicznym wskaźnikiem mocy maksymalnej 15-minutowej.
- Rodzaj i usytuowanie zabezpieczenia głównego: wkładki bezpiecznikowe topikowe o charakterystyce zwłocznej 125A umieszczone w rozłączniku bezpiecznikowym w złączu.
- Jako system dodatkowej ochrony od porażeń przyjąć samoczynne wyłączenie zasilania w czasie określonym w obowiązujących normach. Układ pracy sieci zasilającej 0,4kV: TN-C.
- Wymagany współczynnik poboru energii biernej do czynnej w miejscu dostarczania nie może być większy niż $\tan \varphi = 0,4$.
- Stacja transformatorowa 15/0,4kV zasilająca sieć 7-0125 Wieluń 1000-latka.

2.2. System ochrony od porażeń.

Zgodnie z powyższymi warunkami sieć zasilająca jest typu kablowego w układzie TN-C. Dla tej sieci systemem ochrony dodatkowej od porażeń jest samoczynne wyłączenie napięcia. Całość obiektu jest objęta ochroną uzupełniającą zrealizowaną za pomocą wyłączników RCD o prądzie doziemnym 30mA, z wyjątkiem wewnętrznej linii zasilającej i naświetlaczy LED. Zrezygnowanie z ochrony uzupełniającej w przypadku naświetlaczy jest podyktowane zapewnieniem pełnej niezawodności świecenia w czasie imprez sportowych (brak nieselektywnych wyłączeń zasilania spowodowanych wilgocią i dużym poziomem harmonicznych generowanych przez naświetlacze). Dodatkowo naświetlacze są zamontowane na stałe, w miejscu trudnodostępnym.

2.3. Wewnętrzna linia zasilająca.

Wewnętrzna linia zasilająca jest wykonana jako linia kablowa, kablem typu YKY 4x50mm² ułożonym w ziemi zgodnie z Rys. 8. Długość wlvz wynosi około 55mb. Ułożenie kabla jest typowe na głębokości 75cm. W miejscach kolizji z innymi instalacjami są zastosowane rury osłonowe $\phi 100$ z pcv, o długości dobranej do kolizji (jak na rysunku nr 8). Kabel należy oznaczyć folią koloru niebieskiego. Na kablu należy zamontować opaski

z danymi na początku i końcu, co 10 mb i w punktach charakterystycznych trasy kabla. Na powierzchni należy zastosować oznaczniki betonowe.

2.4. Instalacja połączeń wyrównawczych.

Połączenia wyrównawcze znajdują się w pomieszczeniu węzła cieplnego. Główna Szyna Uziemiająca jest połączona bezpośrednio z uziomem. Do G.S.U. są podłączone przewodami DY 16mm² rury z ciepłą i zimną wodą oraz rury z czynnikiem grzewczym. Od G.S.U. do rozdzielni głównej budynku RGB należy poprowadzić do szyny PEN przewód DY 25mm². W pomieszczeniu wentylatorowni należy wykonać lokalne połączenia wyrównawcze polegające na połączeniu przewodów wyrównawczych do metalowych konstrukcji central wentylacyjnych w pomieszczeniu, z szyną ochronną PE w rozdzielni wentylacyjnej RWE. Połączenia te należy wykonać przewodami DY 16mm².

Przewody wyrównawcze muszą być koloru żółto-zielonego.

Objemki na rury muszą być o odpowiednim przekroju (nie mogą być zbyt cienkie) i muszą być skręcone śrubami zapewniającymi silny docisk np. M10 lub większa. Styki i śruby muszą być zabezpieczone smarem przed korozją.

2.5. Instalacja gniazd jednofazowych i siłowych.

W obiekcie można wyróżnić strefy suche, przejściowo wilgotne i wilgotne. Dlatego też zastosowany osprzęt jest zróżnicowany. Dochodzą także obostrzenia spowodowane czynnikiem ludzkim. Dlatego w pomieszczeniach biurowych należy stosować osprzęt o minimalnym IP20. W pomieszczeniach pozostałych należy stosować osprzęt o minimalnym IP43. Gniazda siłowe i wyłączniki siłowe są plastikowe o IP56. Gniazdko na 230V należy montować na wysokości około 30cm nad posadzką, a gniazda siłowe około 1,45m nad posadzką. Instalację obwodów gniazdek należy wykonać jako wtynkową, a w miejscach gdzie jest sufit podwieszany w korytkach kablowych podwieszonych do stropu. Instalację 1-fazową należy wykonać przewodami typu YDYp 3x2,5mm², a do gniazd siły przewodami typu YDY 5x4mm². Obwody z rozdzielni do gniazd siłowych są krótkie i przewody należy mocować na uchwytych odstępowych.

2.6. Instalacja oświetlenia wnętrzowego i wentylacji sanitariatów.

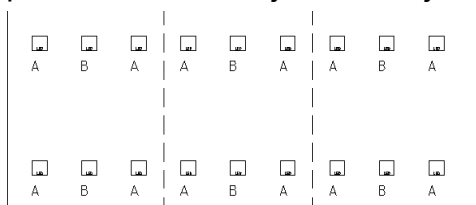
Tak jak powyżej można wyróżnić strefy suche, przejściowo wilgotne i wilgotne. Dlatego też zastosowany osprzęt jest zróżnicowany. Dochodzą także obostrzenia spowodowane czynnikiem ludzkim. Dlatego w pomieszczeniach biurowych należy stosować osprzęt

o minimalnym IP20. W pomieszczeniach pozostałych należy stosować osprzęt o minimalnym IP43. Całe oświetlenie wewnętrzne oprócz pomieszczeń węzła ciepłego i wentylatorowni należy wykonać w technologii LED. Oprawy montowane w suficie podwieszanym muszą być typu sieciowego Cosmic LED 12W i sieciowo - awaryjne typu Cosmic LED 2h SA 12W. Oprawy te posiadają IP66 i zwiększoną moc świetlną. W pomieszczeniach bez sufitu podwieszanego należy także stosować w/w oprawy w zależności od potrzeb. Klasa ochronności IP66 pozwala na zastosowanie tych opraw w pomieszczeniach szatni i natrysków z uwzględnieniem stref ochronnych. W sanitariatach ogólnodostępnych zamiast czujników ruchu można zastosować powyższe oprawy wyposażone fabrycznie w ten czujnik. Obwody oświetleniowe są w tych pomieszczeniach połączone w wentylatorami dachowymi wyciągowymi. Muszą być one zasilane przez regulatory obrotów z wyłącznikiem serwisowym. W pozostałych sanitariatach do obwodów oświetlenia podłączone są wentylatory wyciągowe, ale nie ma tam czujników ruchu i muszą być także zasilane przez regulatory obrotów z wyłącznikiem serwisowym. Zakres temperatur pracy opraw Cosmic LED wyklucza ich zastosowanie na dworze.

W pomieszczeniach węzła ciepłego i wentylatorowni należy stosować oprawy świetlówkowe hermetyczne typu E-OHB236PC o IP65. Instalację obwodów oświetleniowych należy wykonać jako wtynkową, a w miejscach gdzie jest sufit podwieszany w korytkach kablowych podwieszonych do stropu. W zależności od potrzeb należy stosować przewody typu YDYp 2,3,4x1,5mm².

2.7. Instalacja oświetlenia hali sportowej.

Imprezy sportowe wymagają silnego światła. Zgodnie z ustaleniami z inwestorem należy zastosować naświetlacze LED. Z symulacji przeprowadzonej w programie DIALUX wynika, że należy zastosować oprawy typu WG-ECO WG-SRA-1000W/60 RoyalARENA o100T 1000/60. Oprawy te pozwalają na uzyskanie średniego natężenia oświetlenia około 1741lx, przy wymaganym minimalnym 1500lx. Uwzględniając wymogi funkcjonalności hali należy zastosować sekcjonowanie oświetlenia na trzy pola rozdzielone kurtynami. W obrębie pól należy zastosować sekcjonowanie opraw w opcji 4 oprawy, 2 oprawy lub praca razem. Sekcjonowanie jest pokazane na poniższym rysunku.



Wyłączniki sekcjonowania są umieszczone w rozdzielni oświetlenia hali RHN. Symulacje rozkładu oświetlenia są zamieszczone w sekcji obliczenia. Naświetlacze należy montować do konstrukcji metalowych przykręcanych do drewnianych wręg pod sufitem. Najlepszy rozkład oświetlenia otrzymano, gdy kąt odchylenia od pionu w kierunku środka parkietu wynosił 30° . Obwody zasilające naświetlacze należy wykonać przewodami typu YDY $3 \times 4 \text{ mm}^2$ do pierwszej oprawy, a dalej YDYp $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$. Na hali i widowni znajdują się również oprawy LED sieciowo - awaryjne typu ORION LED 3h SA, przykręcane do ścian. Na hali są one montowane na wysokości około 3m.

2.8. Instalacja oświetlenia zewnętrznego.

Oświetlenie terenu wokół hali sportowej nie jest tematem niniejszego opracowania. Aktualnie problem ten rozwiązano przez zastosowanie obwodu nr „o11” zasilanego przewodem YDY $3 \times 4 \text{ mm}^2$ i zakończonego puszką hermetyczną przy ścianie zewnętrznej budynku.

2.9. Instalacja węzła ciepłego.

Instalacja węzła ciepłego obejmuje wykonanie rozdzielni RWC, obwodu gniazdka hermetycznego 230V, gniazdka siłowego i oświetlenia oraz głównych połączeń wyrównawczych. Należy zastosować osprzęt hermetyczny o minimalnym IP43. Gniazda siłowe i wyłączniki siłowe są w wersji plastikowej o IP56. W RWC znajduje się pole odpływowe do skrzynki węzła kompaktowego, który montuje i podłącza Energetyka Ciepłą w Wieluniu. Rozliczenie opłat za prąd będzie się odbywać za pomocą podlicznika zamontowanego w rozdzielni RWC.

2.10. Instalacja wentylacji i klimatyzacji.

Instalacja wentylacji i klimatyzacji obejmuje wykonanie rozdzielni RWE, obwodu gniazdka hermetycznego 230V, gniazda siłowego i oświetlenia oraz lokalnych połączeń wyrównawczych. Do zasilania gniazdka 230V należy zastosować osprzęt hermetyczny o minimalnym IP43. Gniazdo siłowe i wyłącznik siłowy są w wersji plastikowej o IP56.

2.11. Instalacja odgromowa i przepięciowa.

Na obiekcie hali sportowej może przebywać jednocześnie kilkaset osób, w tym dzieci oraz młodzież. Dodatkowo budynek ma wysokość około 14m i jest posadowiony na górze. Wszystkie te czynniki decydują o konieczności wykonania instalacji odgromowej

i zwalniają z wykonywania obliczeń, czy instalacja odgromowa na obiekcie jest konieczna. Instalacja odgromowa chroni przed bezpośrednimi uderzeniami pioruna i przed iskrami wtórnymi, a instalacja przepięciowa jako element składowy kompleksowej ochrony zapewnia tłumienie przepięć łączeniowych i atmosferycznych. Jest ona wykonana przy użyciu ochronników klasy B+C typu SP-B+C/3+1.

Instalacja odgromowa jest typu niskiego na uchwytach odstępowych ze stopką betonową. W celu zabezpieczenia przed iskrzeniem, przy każdym wentylatorze dachowym i wywietrzniku znajduje się szpilka zwodu pionowego o wysokości 1,5m oddalona o odstęp izolacyjny wynoszący minimum 40cm. Kąt ochronny wynosi 70° co zapewnia skuteczną ochronę wentylatorów. Oka siatki zwodów poziomych nie przekraczają 10m. Instalacja nadziemna składa się ze zwodów poziomych, pionowych i przewodów odprowadzających oraz jest wykonana przy użyciu drutu stalowego ocynkowanego Fe-Zn 8mm. Ze względów estetycznych przewody pionowe są umieszczone w rurkach pcv o minimalnej średnicy 16mm pod tynkiem lub w ociepleniu. Instalacja zlokalizowana w gruncie składa się ze skrzynek na złącza kontrolne, złącz kontrolnych, przewodów uziemiających i uziomu. Przewody uziemiające są wykonane przy użyciu bednarki ocynkowanej Fe-Zn 25x4mm. Złącza kontrolne muszą mieć zaciski probiercze skręcane śrubami (4 szt M8, 2 szt M10 lub 1 szt M12). Sam uziom jest typu otokowego dodatkowo połączony z uziomem fundamentowym. Jest on wykonany z bednarki ocynkowanej Fe-Zn 25x4mm ułożonej na głębokości minimum 1 m w odległości minimum 1 m od fundamentów budynku. Miejsca połączeń spawanych należy zabezpieczyć przed korozją za pomocą farby antykorozyjnej i masy bitumicznej oraz należy je zabezpieczyć przed wypłukiwaniem tej masy. Złącza kontrolne należy zakonserwować przed korozją przy użyciu smaru. Skrzynki uziemiające ze złączami kontrolnymi należy osadzić na gruncie przepuszczającym wodę. Oporność uziomu powinna wynosić do 10Ω .

2.12. Przeciwpowozarowy wylacznik pradu.

Obiekty o kubaturze powyzej $1000m^3$ musza byc wyposazone w glowny wylacznik przeciwpowozarowy pradu usytuowany w poblizu glownego wejscia do budynku. W naszym obiekcie nalezy zainstalowac przycisk PWP-1 obok drzwi wejsciowych, ktory jest podlaczony do automatycznego przelacznika faz PF 431 zasilajacego modul DX3 z cewka nadnapieciowa. Modul jest sprzezony z rozlaczniakiem FRX 403 125A. Polaczenia z przyciskiem i rozdzielnia RGB nalezy wykonac przewodami typu HDGs(zo) FE180 PH90/E30-E90 300/500 V podtrzymujacyimi zasilanie przez 90 minut.

3. Obliczenia.

3.1. Bilans mocy.

Dla RWC

Nazwa	Pz	kj	Ps
-	kW	-	kW
Gniazdo siły	3,00		
Gniazdko 230V	1,00		
Oświetlenie	0,10		
Skrzynka węzła kompaktowego	1,00		
RAZEM	5,10	0,79	4,00

Dla RWE

Nazwa	Pz	kj	Ps
-	kW	-	kW
Gniazdo siły	3,00		
Gniazdko 230V	1,00		
Oświetlenie	0,10		
Centrala klimatyzacyjna 1	12,00		
Centrala klimatyzacyjna 2	3,00		
Agregat	12,00		
CW1-CW6	9,00		
RAZEM	31,10	0,79	25,00

Dla RKU

Nazwa	Pz	kj	Ps
-	kW	-	kW
Gniazdko 230V	8,00		
Oświetlenie	0,30		
RAZEM	8,30	0,60	5,00

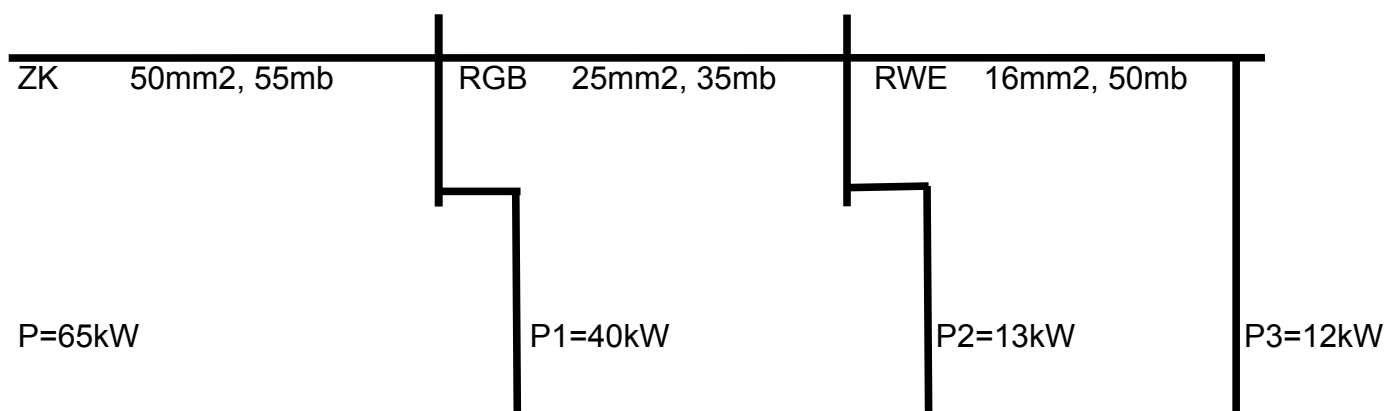
Dla RHN

Nazwa	Pz	kj	Ps
-	kW	-	kW
Naświetlacze LED	18,00		
RAZEM	18,00	1,00	18,00

Dla RGB

Nazwa	Pz	kj	Ps
-	kW	-	kW
Gniazdko 230V	12,00		
Oświetlenie	2,80		
Oświetlenie zewnętrzne	1,00		
Obwód dzwonka	0,10		
Obwód nagłośnienia	4,50		
Obwód kurtyn	4,00		
Obwód tablicy wyników	4,00		
Rozdzielnia RWC	5,10		
Rozdzielnia RWE	31,10		
Rozdzielnia RKU	8,30		
Rozdzielnia RHN	18,00		
RAZEM	90,90	0,715	65,00

3.2. Sprawdzenie spadków napięć.



$$\Delta U \% = 100 \sum P_i \cdot L / \gamma \cdot S \cdot U^2$$

$$\Delta U \%_1 = 100 \cdot 40000 \cdot 55 / 58,6 \cdot 50 \cdot 400 \cdot 400 = 0,47\%$$

$$\Delta U \%_2 = 100 \cdot (40000 \cdot 55 / 58,6 \cdot 50 \cdot 400 \cdot 400 + 13000 \cdot 35 / 58,6 \cdot 25 \cdot 400 \cdot 400) = 0,66\%$$

$$\Delta U \%_3 = 100 \cdot (40000 \cdot 55 / 58,6 \cdot 50 \cdot 400 \cdot 400 + 13000 \cdot 35 / 58,6 \cdot 25 \cdot 400 \cdot 400 + 12000 \cdot 50 / 58,6 \cdot 16 \cdot 400 \cdot 400) = 1,06\%$$

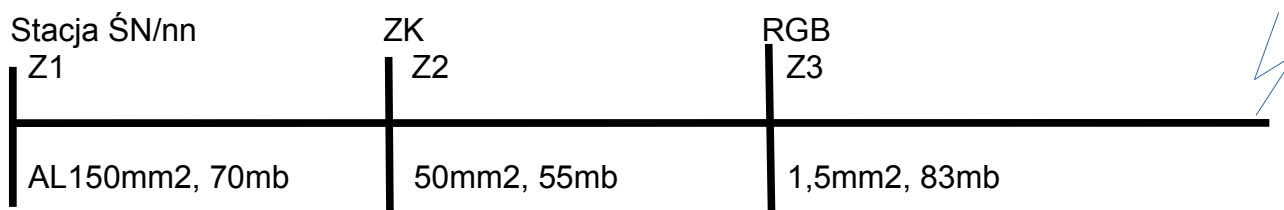
$$\Delta U \% = 2,19\% \quad \text{od złącza do odbiornika końcowego } \Delta U_{dop} \% = 4\%$$

$$\Delta U \% \leq \Delta U_{dop} \%$$

Spadek napięcia mieści się w normie.

3.3. Sprawdzenie skuteczności ochrony od porażen.

1) Do obliczeń przyjęto najdalszy odcinek obwodu oświetleniowego o długości 83mb i przekroju 1,5mm².



$$Z_s = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$R = 2 \cdot L / \gamma \cdot S$$

$$R_1 = 2 \cdot 70 / 34 \cdot 150 = 0,02745 \, \Omega$$

$$R_2 = 2 \cdot 55 / 58,6 \cdot 50 = 0,03754 \, \Omega$$

$$R_2 = 2 \cdot 83 / 58,6 \cdot 1,5 = 1,88851 \, \Omega$$

$$X_1 = 0,08 \Omega / \text{km} \cdot 0,070 \text{ km} = 0,0056 \, \Omega$$

$$X_1 = 0,08 \Omega / \text{km} \cdot 0,055 \text{ km} = 0,0044 \, \Omega$$

$$X_1 = 0,08 \Omega / \text{km} \cdot 0,083 \text{ km} = 0,0066 \, \Omega$$

$$Z_s = 1,9536 \, \Omega$$

$$U_f / Z_s \geq k \cdot I_B$$

$$230 / 1,9536 \geq 5 \cdot 16$$

$$117,73 \text{ A} \geq 80 \text{ A}$$

Ochrona jest skuteczna.

2) Do obliczeń przyjęto zwarcie na szynach RGB.

$$U_f / Z_s \geq k \cdot I_B$$

$$230 / 0,0657 \geq 6,5 \cdot 125$$

$$3500,76 \text{ A} \geq 812,50 \text{ A}$$

Ochrona jest skuteczna.

3.4. Obliczanie natężenia oświetlenia.

Obliczenia natężenia oświetlenia na hali sportowej dokonano programem DIALUX. Wyniki są pokazane na poniższych rysunkach przy różnych położeniach wyłączników sekcyjnych. Wartość równomierności oświetlenia dla 18 opraw wynosi 1350 lx/1741 lx = 0,77 i mieści się w normie.