

Przewodnik po sztucznym
oświetleniu w krytych i
odkrytych obiektach
sportowych

Spis treści

Wstęp	s. 3	Hale sportowe	s. 13
Dlaczego w sporcie tak ważne jest dobre oświetlenie?		Rozmieszczenie oświetlenia w halach ogólnego przeznaczenia	
Rzeczywistość		Tenis	
Struktura przewodnika		Hokej na lodzie	
Najważniejsze terminy w oświetleniu sportowym	s.4	Boiska sportowe i stadiony	s. 14
Niezbędna ilość oświetlenia		Konfiguracja oświetlenia	
Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej		Boiska bez trybun	
Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej		Boiska z trybunami	
Jednorodność oświetlenia			
Gradient jednorodności		Pływanie/nurkowanie	s. 15
Modelowanie i cienie			
Oddawanie barw		Sporty zimowe	s. 15
Temperatura barwowa			
Efekt olśnienia		Inne uwarunkowania	s. 15
Oświetlenie wyjść awaryjnych		Efekty filmowe i dynamiczne oświetlenie	
Tryby przełączane			
Awaryjne oświetlenie TV (dla zachowania ciągłości)		Zalecenia	s. 16
Niepożądane światła		Zalecenia dla rozgrywek nie transmitowanych	
		Kategorie rozgrywek	
Proces projektowania oświetlenia sportowego	s. 8	Zalecenia dla rozgrywek transmitowanych	
Definicja projektu			
Badania oświetleniowe		Kontakty	s. 19
Pytania o kryte i odkryte obiekty		Nazwy federacji	
Dobór lamp			
Dobór opraw oświetleniowych			
Rozmieszczenie światła			
Koszt użytkowania			
Instalacja			
Nakierowywanie, pomiar i rozruch			
Konserwacja			

Wstęp

Niniejszy przewodnik zawiera zalecenia dotyczące instalacji oświetleniowych w krytych i odkrytych obiektach sportowych i przeznaczony jest dla wszystkich osób zajmujących się zarządzaniem, rozwojem lub usprawnianiem takich obiektów.

Dlaczego w sporcie tak ważne jest dobre oświetlenie?

Każde zawody sportowe wymagają dobrego oświetlenia, aby umożliwić właściwe prowadzenie rozgrywek, osiągnięcie najlepszych wyników oraz aby pozwolić uczestnikom i widzom na czerpanie ze sportu maksimum przyjemności, niezależnie od tego, czy obecni są oni na miejscu wydarzenia, czy śledzą przebieg rozgrywek w domach przed telewizorem.

W celu maksymalizacji eksploatacji ograniczonego miejsca i drogiej infrastruktury, obiekty takie są coraz częściej wykorzystywane jako miejsce różnorodnych wydarzeń, sportowych i nie tylko: koncertów, teatru, wystaw. Przy projektowaniu oświetlenia należy wszystko to wziąć pod uwagę. Sprawozdania medialne, a zwłaszcza telewizyjne, są coraz istotniejszą częścią zawodów sportowych, co oznacza, że istnieje zapotrzebowanie na oświetlenie zapewniające doskonałą jakość obrazu, nieoślepiające przy tym i nierozpraszkające zawodników, widzów oraz sędziów. Popularność sportu w mediach przyczyniła się do zwiększenia zainteresowania sportem wśród społeczeństwa, co z kolei doprowadziło do potrzeby tworzenia coraz lepszych obiektów sportowych.

Jakość instalacji oświetleniowej jest jednym z głównych czynników określających jakość danego obiektu.

Rzeczywistość

Czasami problem oświetlenia nie jest traktowany z wystarczającą uwagą i instalowane są nieodpowiednie systemy oświetleniowe. Taka praktyka prawie zawsze okazuje się fałszywą oszczędnością i w pewnym momencie zawodnicy, widzowie i spółki telewizyjne zażądają usprawnienia, co wiąże się ze znacznymi dodatkowymi kosztami. Skutek jest taki, że prace są przeprowadzane dwukrotnie. Podczas projektowania i renowacji obiektów ważne jest uwzględnienie oszczędnych instalacji energetycznych, dzięki czemu straty mogą być ograniczone do minimum. W jaki sposób wszystkie te czynniki można uwzględnić w opracowaniu dobrej koncepcji oświetlenia? Celem niniejszego przewodnika jest zapewnienie właścicielom/zarządcom obiektów sportowych, architektom, inżynierom i technikom niezbędnych podstaw do opracowywania projektów oświetlenia dla nowych lub istniejących krytych lub odkrytych obiektów sportowych.

Struktura przewodnika

Przewodnik rozpoczyna się od przeglądu podstawowych terminów i ważnych problemów związanych z oświetleniem w sporcie. Następnie opisano proces projektowania oświetlenia dla krytych i odkrytych obiektów sportowych. Rozdział 'Zalecenia' jest podzielony na dwie części:

- Obiekty bez transmisji telewizyjnej: kryte i odkryte
- Obiekty z transmisją telewizyjną

To, czy wydarzenia będą transmitowane w telewizji, czy nie, ma kluczowe znaczenie dla procesu opracowywania oświetlenia. Europejską normą dla oświetlenia w sporcie jest EN12193. Norma ta jest również często wykorzystywana poza Europą. Należy pamiętać, że może być również konieczne wzięcie pod uwagę odpowiednich krajowych przepisów dotyczących oświetlenia w sporcie. Dobrze jest zasięgnąć porady specjalisty od oświetlenia sportowego.

Dane kontaktowe znajdują się na końcu tego przewodnika.

Niniejszy przewodnik został pomyślany jako przewodnik 'ogólny' dla wszystkich sportów GAISF, w których oświetlenie ma kluczowe znaczenie. W związku z tym nie zajmuje się on każdym sportem z osobna.

Należy się odnieść do szczegółowych przewodników następujących organizacji: FIFA (piłka nożna) FIBA (koszykówka) ITF (tenis) FIH (hokej) IAAF (lekkoatletyka).

Najważniejsze terminy w oświetleniu sportowym

Glosariusze z najważniejszymi terminami znajdują się najczęściej na końcu przewodników. Ten rozdział natomiast nie tylko podaje podstawowe definicje terminów, ale także zawiera praktyczne porady z nimi związane. Dlatego został umieszczony na początku. Dobry projekt oświetlenia sportowego ma trzy cele. Po pierwsze, zapewnić najlepszą możliwą widoczność dla uczestników i widzów (włączając telewidzów); po drugie, stworzyć wizualnie atrakcyjną i interesującą scenę; po trzecie, zapewnić dobrą integrację systemu oświetlenia z architekturą obiektu. Jakie czynniki należy wziąć pod uwagę, aby osiągnąć te cele?

Niezbędna ilość oświetlenia (natężenie)

Jest to ilość światła (w luksach) niezbędna do prowadzenia rozgrywek w danym sporcie. Im szybszy sport i im mniejszy obiekt służący do gry, tym potrzeba więcej światła. Zwykle zalecane jest kilka różnych ustawień, „przełączanych trybów”, dzięki czemu system oświetlenia może być użytkowany efektywnie na wszystkich poziomach, od „trybu treningu” (bez transmisji) do „trybu dla międzynarodowej telewizji” (transmitowanego).

Średnie stałe natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (E_h)

Jest to średnie natężenie oświetlenia, które ma być osiągnięte w uzgodnionym cyklu roboczym danej instalacji.

Konserwacja obejmuje wymianę lamp i czyszczenie opraw oświetleniowych.

W przypadku transmisji telewizyjnych, coraz częstszą praktyką w branży jest określanie minimalnego poziomu oświetlenia. Ma to również zastosowanie dla natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej, co opisano poniżej.

Średnie stałe natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej (Ev)

Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej

Jest to ilość światła w płaszczyźnie pionowej i powinna być obliczana dla kamer ruchomych.

Natężenie oświetlenia kamer

Jest to ilość światła padającego w kierunku kamer zamocowanych na stałe. Obliczenia należy przeprowadzać dla nachyleń prostopadłych do pozycji kamer. Bok zawodnika stanowi punkt odniesienia dla kamery telewizyjnej. Natężenie oświetlenia powinno się również rozpatrywać dla lecącej piłki, ponieważ ta wartość będzie różnić się od natężenia oświetlenia kamery na poziomie gruntu. W przypadku nurkowania, natężenie oświetlenia kamery należy rozpatrywać od punktu nurkowania do powierzchni wody.

Może zaistnieć potrzeba wykonania telewizyjnych ujęć widowni.

Należy więc uwzględnić kontrast pomiędzy uczestnikami a widownią (najczęściej można przyjąć poziom 15% średniego natężenia oświetlenia kamery, ale warto się zapoznać z rozdziałem na temat efektów filmowych).

Punkt odniesienia: Z reguły określany jest jako 1,5m nad poziomem gruntu. Wyjątkiem są sporty takie, jak pływanie czy nurkowanie.

Jednorodność oświetlenia

Zwykle dokonuje się pomiaru dwóch wartości:

Minimalne/Średnie: Jest to stosunek najniższego do średniego poziomu oświetlenia.

Minimalne/Maksymalne: Jest to stosunek najniższego do najwyższego poziomu oświetlenia.

Odpowiedni poziom jednorodności pozwala uzyskać zrównoważone warunki oświetleniowe, dzięki czemu ludzkie oko i kamery telewizyjne nie muszą cały czas dostosowywać się do różnych poziomów natężenia światła.

Słaba jednorodność

Dobra jednorodność

Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej

Natężenie oświetlenia kamery

Gradient jednorodności

Podczas przejścia kamery telewizyjnej po obszarze rozgrywek różnice w natężeniu oświetlenia mogą wpływać na jakość obrazu. Należy uwzględnić więc nie tylko jednorodność, ale też gradient zmian pomiędzy punktami pomiarowymi. Gradient jednorodności (GJ) wyrażony jest jako stosunek natężenia oświetlenia w pojedynczym punkcie do 8 sąsiednich punktów siatki, zgodnie z diagramem po prawej stronie.

Punkt pomiaru GJ
Inny punkt pomiaru

Barwy naturalne (Światło dzienne)
Słabe oddawanie barw w sztucznym oświetleniu
Dobre oddawanie barw w sztucznym oświetleniu

Modelowanie i cienie

Modelowanie oznacza zdolność oświetlenia do wyeksponowania kształtu i faktury. Wpływa to na atrakcyjny wygląd miejsca rozgrywek.

Cienie mogą stanowić na polu gry poważny problem. Dobrym przykładem jest hokej na lodzie: bandy dookoła boiska mogą tworzyć ostre cienie na krawędziach lodowiska, jeżeli oświetlenie nie jest rozmieszczone prawidłowo.

Aby zredukować występowanie takich cieni zwykle wystarczy zastosować zasadę 60/40 w określaniu liczby źródeł oświetlenia z jednej strony pola gry w stosunku do drugiej strony.

Oddawanie barw

Oddawanie barw to zdolność źródła światła do prawidłowego oddania barw danej powierzchni. Do określenia jakości danej lampy używany jest współczynnik oddawania barw (Ra).

Definicja	Współczynnik oddawania barw
Doskonałe oddawanie barw (reklama)	Ra 91-100
Dobre oddawanie barw	Ra 81-90
Średnie oddawanie barw	Ra 51-80
Słabe oddawanie barw	Ra 21-50

Temperatura barwowa (wygląd barw)

Jest to barwa danego źródła światła, która często jest opisywana jako 'ciepła', 'biała' lub 'chłodna'. Temperatura barwowa określona jest w stopniach Kelwina. Im niższa wartość, tym barwa wygląda na cieplejszą. Na przykład barwa o temperaturze 2700K wygląda na cieplejszą, niż taka o temperaturze 4000K.

Temperatura barwowa służy do stworzenia określonego nastroju w danej przestrzeni, nie należy jej mylić z oddawaniem barw. Jeżeli zawody mają być transmitowane w telewizji, nie zaleca się mieszania temperatur barwowych

ARKTYCZNE NIEBO
SŁOŃCE W ZENICIE
PO POŁUDNIU
SŁOŃCE NA HORYZONCIE

ZORZE POLARNE
ŚWIATŁO DZIENNE
ŚWIATŁO SŁONECZNE
ZMIERZCH

Efekt ośnienia

'Ośnienie' to sprawa wzbudzająca wiele kontrowersji. Istnieją wzory matematyczne do obliczania tego efektu, ale jego doświadczanie przez ludzi podczas uprawiania sportu jest sprawą bardzo subiektywną. Wiadomo, że jeżeli spojrzymy prosto w światło o mocy 2kW z bliskiej odległości, doznamy 'ośnienia', jednak w większości pozostałych przypadków nie jest tak oczywiste kiedy ludzie są oślepiani przez oświetlenie.

Poniżej opisano podstawowe parametry określające efekt ośnienia.

Konkretne zalecenia podane są w rozdziałach poświęconych sportom halowym, obszarom zewnętrznym oraz stadionom. Aby zredukować efekt ośnienia do minimum zalecane jest skonsultowanie się ze specjalistą od oświetlenia sportowego.

Ocena efektu ośnienia w rozumieniu CIE

W zewnętrznych obiektach sportowych ocena ośnienia, zgodnie z dokumentem CIE 112, powinna być określana dla 'obserwatorów' rozmieszczonych na polu gry i trybunach.

Nie ma obecnie żadnych konkretnych, zmierzonych zaleceń określonych w normach europejskich dotyczących redukcji ośnienia w oświetlaniu sportów halowych. Norma EN12193 odnosi się do dokumentu CIE 117. Z powodu nieograniczonej liczby wariantów instalacji bardzo trudno jest opracować dokładny system pomiaru efektu ośnienia wewnątrz hal. Poniżej podano podstawowe parametry określające efekt ośnienia.

Konkretne zalecenia podane są w rozdziałach poświęconych sportom halowym, obszarom zewnętrznym oraz stadionom.

Czynniki wpływające na efekt ośnienia

- Kąt patrzenia. Kluczowym zagadnieniem jest ustalenie jakie sporty będą rozgrywane oraz głównych kątów ich oglądania. Światła powinny być rozmieszczone z uwzględnieniem tych kątów.
- Kontrola światła przez oprawę. Jeżeli oprawa oświetleniowa ma możliwość sterowania światłem wytwarzanym przez lampę, ta możliwość może mieć ogromne znaczenie w określaniu efektu ośnienia. Jest to jeden z powodów, dla których instalowanie najtańszych rozwiązań oświetleniowych jest fałszywą oszczędnością.
- Maksymalny kąt nachylenia światła. Zmiana kąta skierowania światła musi być ograniczona w celu kontrolowania efektu ośnienia.
- Intensywność źródła światła w stosunku do wysokości instalacji. Parametr ten musi zostać dostosowany do danej sytuacji.

Oświetlenie wyjść awaryjnych

Oświetlenie awaryjne umożliwia łatwą orientację i możliwość opuszczenia obiektu przez widzów i zawodników w sytuacjach niebezpiecznych. Zalecenia dotyczące takiego oświetlenia opisane są w normie EN1838.

Tryby przełączane

Oświetlenie powinno być zaprojektowane z uwzględnieniem kilku różnych poziomów natężenia światła przeznaczonych do różnych poziomów rozgrywek.

Poziomy te zostały opisane na początku rozdziału „Zalecenia”. Ma to również znaczenie z punktu widzenia zużycia energii.

Oto najczęściej używane „przełączane tryby” oświetlenia

- Trening
- Zawody
- Awaryjne telewizyjne
- Międzynarodowe telewizyjne

Awaryjne oświetlenie telewizyjne (dla zachowania ciągłości) oraz gorący restart

Stadiony sportowe powinny generalnie posiadać awaryjne źródło energii na wypadek awarii głównego. Jeżeli używane będą lampy wyładowcze, instalacja oświetleniowa powinna uwzględniać tryb

„awaryjny telewizyjny” oraz światła z możliwością „gorącego restartu”. System gorącego restartu pozwala lampie wyładowczej na natychmiastowe ponowne uruchomienie w wypadku czasowej przerwy w dostawie energii – nie trzeba czekać 15 minut zanim lampa będzie mogła zostać ponownie uruchomiona.

Jest to niezwykle ważne nie tylko dla transmisji telewizyjnych, w których utrata obrazu na 15 minut byłaby niedopuszczalna, ale również dla zawodników i widzów, ponieważ brak oświetlenia stanowiłby ogromną przeszkodę w kontynuowaniu rozgrywek.

Niepożądane światła

Są to niekontrolowane światła skierowane w niebo lub poza granice obiektu sportowego. Należy odnieść się do dokumentu CIE 150 lub przepisów lokalnych.

EFEKT OLŚNIENIA SPOWODOWANY PRZEZ NIEDOSTATECZNĄ KONTROLĘ NAD ŚWIATŁEM

BRAK EFEKTU OLŚNIENIA DZIĘKI WYSTARCZAJĄCEJ KONTROLI NAD ŚWIATŁEM

Proces projektowania oświetlenia sportowego

Każdy projekt oświetlenia w sporcie, czy to dla obiektu krytego czy odkrytego, jest jedyny w swoim rodzaju ze względu na mnogość organizacji biorących udział w tym procesie. Poniżej znajduje się szereg ogólnych wskazówek, które mają na celu zapobiec podstawowym błędom popełnianym przy projektowaniu.

Definicja projektu

Krótko- i długoterminowe cele danego obiektu sportowego powinny być wyraźnie określone, z uwzględnieniem możliwości wykorzystania obiektu dla innych celów. Czy wydarzenia będą transmitowane w telewizji?

Jakie sporty będą rozgrywane na obiekcie?

Ważne jest, aby już na samym początku fazy określania projektu skonsultować się ze specjalistą od oświetlenia, sieciami telewizyjnymi i ekspertami sportowymi.

Badania oświetleniowe

Po zdefiniowaniu celów konieczne jest przeprowadzenie badania oświetleniowego. Dane kontaktowe znajdują się na końcu tego przewodnika. Badanie oświetleniowe pozwoli określić liczbę, rodzaj i umiejscowienie świateł umożliwiające osiągnięcie zadanych celów.

Jakość takiego badania będzie zależała od jakości informacji dostarczonych projektantowi. Poniżej podano niektóre z pytań, które należy rozważyć w każdym przypadku.

Pytania o kryte i odkryte obiekty

Pytania związane z krytymi i odkrytymi obiektami

- Czy są jakieś elementy instalacji, które mogłyby blokować światło (np. belki, trybuny)?
- Na jakich wysokościach są mocowania?
- W jaki sposób zapewniony będzie dostęp do świateł w celu ich ukierunkowania, montażu i konserwacji?

- Jakie sporty będą rozgrywane na terenie obiektu?
 - Jaki poziom rozgrywek jest prawdopodobny i oczekiwany?
 - Czy jest awaryjne źródło energii elektrycznej (w celu zachowania ciągłości dostawy)?
 - Do jakich innych celów obiekt będzie wykorzystywany?
 - Jakie jeszcze układy elektryczne są planowane? (Jest to szczególnie istotne w planowaniu „trybów przelączanych”. Por. rozdział na temat oświetlenia wyjść ewakuacyjnych)
 - Czy obszar będzie wykorzystywany do innych celów w przyszłości? W jaki sposób wpłynie to na wymagania dotyczące oświetlenia?
 - Jakie źródło zasilania będzie zainstalowane?
 - Jakiego typu światło naturalne dostaje się do wnętrza obiektu i gdzie pada w momencie prowadzenia rozgrywek?
 - Czy rozgrywki będą transmitowane w telewizji?
- Pytania dotyczące konkretnych typów obiektów znajdują się w rozdziałach „kryte obiekty sportowe” i „odkryte obiekty sportowe”.

Dobór lamp

Główne czynniki wpływające na dobór lamp to: moc oświetlenia, żywotność lampy, zużycie energii, oddawanie barw i temperatura barwowa (wygląd). Dobra instalacja oświetleniowa musi osiągnąć korzystny kompromis pomiędzy tymi czynnikami.

Fluorescencyjne

Zalety:

Duża żywotność
Dobre oddawanie barw
Chłodne w dotyku

Niskie zużycie energii

Wady:

Nieprzydatne jeżeli zawody mają być transmitowane w TV.
Duże gabaryty, co utrudnia kontrolowanie i skupianie światła.
Możliwe do wykorzystania tylko, jeżeli oświetlenie jest rozmieszczone na wysokości poniżej 8-10 metrów.
Możliwe do wykorzystania tylko w krytych obiektach.

Sodowe

Zalety:

Duża żywotność
Wysoka wydajność
Tania wymiana

Wady:

transmitowane w TV.

Słabe oddawanie barw, nieprzydatne, jeżeli zawody mają być

Ryzyko słabego skupiania światła ze względu na duże gabaryty.

Metalohalogenkowe

Zalety:

Nadają się do transmisji TV
Bardzo dobre oddawanie barw
Doskonałe właściwości skupiania światła dzięki niewielkim rozmiarom
Krótsza żywotność

Wady:

Cena

Dobór opraw oświetleniowych

Na wstępie należy podjąć decyzję dotyczącą rodzaju projektowanego oświetlania. Ogólnie rzecz biorąc, są dwa możliwe podejścia:

Oświetlenie bezpośrednie

Jest to najczęściej spotykane podejście, ponieważ takie systemy są zwykle bardzo wydajne. Jest to jedyna możliwość w przypadku transmisji TV, ponieważ wymagane jest wystarczające natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej.

Oświetlenie pośrednie

W niektórych instalacjach krytych, jak np. baseny, może to się okazać dobrym rozwiązaniem ze względu na to, że uczestnicy nie będą widzieli źródeł światła. Jednakże takie rozwiązanie silnie zależy od właściwości odbaskowych sufitu, rozmieszczenia i mocy wybranych opraw oświetleniowych i planowanego cyklu czyszczenia. W przypadku tego wariantu nie jest możliwe transmitowanie rozgrywek w TV.

Wówczas można użyć jedynie opraw do oświetlenia bezpośredniego.

Inne kwestie

- Wszystkie oprawy muszą być zgodne z EN60598, normą dla bezpieczeństwa elektrycznego opraw oświetleniowych.
- Kod IP. Odporność na pył i wodę w zastosowaniach na obiektach odkrytych.
- Maksymalna temperatura otoczenia. Ma to szczególne znaczenie dla obiektów krytych.
- Opór aerodynamiczny oprawy. Określa on jak mocne musi być jej mocowanie w obiektach odkrytych.
- Masa.
- Łatwość konserwacji. Należy rozważyć czy lampa jest łatwo dostępna i czy odbłyśnik da się łatwo wyczyścić.
- Łatwość instalacji.

- Wsparcie techniczne producenta. Jak kompetentny jest producent w kwestiach technicznych?

Rozmieszczenie świateł

Światła powinny być rozmieszczone w sposób odpowiadający rodzajowi sportu, jaki ma być rozgrywany na terenie obiektu. Np. w przypadku piłki nożnej światła nie powinny być umieszczone za strefą podbramkową. Poziom natężenia oświetlenia w płaszczyznach poziomej i pionowej (jeżeli mają być transmisje TV) muszą być ustalane razem z wymaganą jednorodnością i kontrolą efektu olśnienia.

Światła muszą być umieszczone w taki sposób, aby nie dopuścić do oślepiania zawodników i sędziów.

Należy pamiętać o tym, jaki sport ma być rozgrywany oraz jakie są kąty oglądania.

Na przykład w tenisie światła nie powinny się znajdować naprzeciwko zawodników, na drugim końcu kortu, gdyż podczas serwowania mogłyby one znaleźć się na ich linii wzroku.

Na większych halach ogólnego przeznaczenia z lampami fluorescencyjnymi lub wyładowczymi przyjęto rozmieszczać oświetlenie w rzędach pomiędzy kortami, co pozwala zredukować ryzyko oślepiania zawodników.

Więcej konkretnych zaleceń znajduje się w rozdziałach na temat „krytych obiektów sportowych” i „odkrytych obiektów sportowych”.

Koszt użytkowania

Na rynku dostępny jest cały szereg systemów oświetleniowych i kuszące może wydawać się wybranie najtańszego rozwiązania. W większości wypadków cena odpowiada jakości, tańsze światła mogą mieć mniejszą wydajność fotometryczną, mogą być zrobione z niskiej jakości materiałów, albo producent może mieć niewielkie doświadczenie i oferować słabe wsparcie techniczne.

Konieczne jest przeprowadzenie badania kosztów użytkowania z uwzględnieniem następujących czynników:

Aspekty mierzalne

- Koszt początkowy opraw i lamp
- Liczba świateł konieczna do osiągnięcia wymaganego celu
- Łatwość instalacji
- Łatwość konserwacji
- Jakość materiałów konstrukcyjnych świateł/prawdopodobna żywotność produktu
- Zużycie energii
- Profesjonalne wsparcie producenta – czy jest dostępne? Jeżeli nie, ile kosztują konsultacje?
- Koszty wymiany statecznika
- Wydajność statecznika, wliczając straty.

Mniej mierzalne aspekty

Nawet w przypadku nie transmitowanych rozgrywek zawodnicy, sędziowie i widzowie przywiązują wielką wagę do sportu i oczekują, że oświetlenie będzie pracować prawidłowo.

W przypadku wydarzeń transmitowanych w telewizji, sponsorowanie rozgrywek oraz status obiektu zależą w znacznym stopniu od jakości działania oświetlenia. Używanie słabych systemów jest złym pomysłem.

Znane są przypadki, w których oświetlenie uległo awarii po dwudziestu minutach od rozpoczęcia meczu, co skutkowało koniecznością odwołania ważnego spotkania i potencjalnymi milionowymi stratami w późniejszym pozyskiwaniu sponsorów.

Dobrej jakości system oświetlenia to prosty sposób na zapewnienie najlepszych warunków dla rozgrywek i atmosfery, w której zarówno zawodnicy, jak i widzowie (na trybunach i przed telewizorami) mogą cieszyć się sportem.

Instalacja

Oprawy oświetleniowe powinny być zainstalowane zgodnie z wynikami badania oświetleniowego, należy też pozostawić odpowiednie miejsce na konieczne przemieszczanie oraz na wycelowanie światła w odpowiednim kierunku. Punkt celowania może być nawet na drugim końcu stadionu. Światła muszą być dostępne do celów rozruchu i konserwacji/czyszczenia, należy też uwzględnić przestrzeń zajmowaną przez belki.

Montowanie na wieży

Aby zapobiec blokowaniu jednego światła przez sąsiednie należy pozostawić odpowiedni odstęp pomiędzy światłami, zgodnie z zaleceniami producenta.

Montowanie na pomoście

Światła powinny być zainstalowane zgodnie z projektem oświetlenia. Muszą być dostępne z pomostu, aby można było nimi kierować i w celu umożliwienia wymiany lamp. Muszą być zainstalowane w taki sposób, aby uniemożliwić odcięcie światła przez dowolne elementy struktury.

Odstęp zgodny z zaleceniami producenta, pozostawiający przestrzeń dla belki i umożliwiający sterowanie oprawami.

Odstęp zgodny z zaleceniami producenta, pozostawiający przestrzeń dla belki i umożliwiający sterowanie światłami.

Nakierowywanie, pomiar i rozruch świateł

Światła powinny być skierowane w sposób wskazany w projekcie oświetlenia. Zaleca się, aby czynność ta była przeprowadzana przez specjalistę od oświetlenia sportowego podczas rozruchu. Przed ostatecznym uruchomieniem dobrze jest przeprowadzić wstępne pomiary, aby umożliwić wniesienie końcowych poprawek.

Po uruchomieniu należy dokonać pomiarów, których wyniki muszą być podpisane przez osobę je przeprowadzającą oraz konsultanta. Pomiary napięcia należy przeprowadzić w lampie i w stateczniku. Podczas pomiarów w różnych trybach przetaczanych zalecane jest rozpoczęcie w trybie najwyższym, np. „międzynarodowa transmisja telewizyjna” i schodzić stopniowo w dół, dzięki temu nie będzie trzeba każdorazowo czekać na nagrzanie się lamp wyładowczych.

Konserwacja

Dobry plan konserwacji jest kluczowy dla zapewnienia długiej żywotności świateł. Na ich szybach gromadzi się brud, ograniczając ilość emitowanego światła.

Wydajność lamp zmniejsza się wraz z biegiem czasu.

Dobre badanie oświetleniowe powinno zawierać informację na temat wymiany i zalecanego okresowego czyszczenia opraw oświetleniowych.

Przykładowa siatka dla boiska o rozmiarze 110m x 75m

Przykładowa siatka dla boiska o rozmiarze 105 m x 68 m

[Punkty do wyliczenia](#)

[Punkty do wyliczenia i zmierzenia](#)

Odstępy pomiędzy węzłami siatki pomiarowej dla konkretnych sportów są określone w zaleceniach federacji i EN12193.

Hale sportowe

Rozmieszczenie oświetlenia w halach ogólnego przeznaczenia

Większość hal sportowych nadaje się do wielu różnych dyscyplin sportu oraz innych celów. Zawody mogą się odbywać na różnych poziomach, od poziomu lokalnych klubów do rozgrywek międzynarodowych.

Z tego powodu wymagania, jakie musi spełnić hala, powinny być zdefiniowane na samym wstępie. Można następnie dokonywać dodatkowych poprawek dla konkretnych dyscyplin sportu. Ważną kwestią przy rozmieszczaniu świateł jest zapobieganie efektowi olśnienia. Przykład punktów rozmieszczenia dla hal ogólnego przeznaczenia pokazano po prawej. Należy pamiętać, że jest to schemat ogólny i dla każdego projektu należy przeprowadzić osobne badanie oświetleniowe. Jeżeli powierzchnia podłogi jest wypolerowana/lakierowana, należy uwzględnić odbicia spowodowane przez światła oraz punkty widzenia (kamery/widzowie).

Tenis

Szczegółowe informacje można znaleźć w „Przewodniku po sztucznym oświetlaniu kortów tenisowych”. Światła powinny być umieszczane na minimalnej wysokości nad powierzchnią kortu równej 9,144 metra, i na minimalnej wysokości 6,096 metra nad liniami końcowymi. Należy uwzględnić rozmieszczenie okien, tak aby światła nie znajdowały się w polu widzenia zawodników.

Hokej na lodzie

Diagram z prawej strony pokazuje rozmieszczenie świateł mające na celu uniknięcie efektu olśnienia. Właściwości odbłaskowe lodu są podobne do lustra. Światła powinny być umieszczone pod ostrym kątem w celu ograniczenia odbłasków w oczy zawodników i umożliwienia poprawnej pracy kamer telewizyjnych.

Możliwe punkty mocowania świateł

Pole gry

Unikać montowania świateł

Unikać montowania świateł

Możliwe punkty mocowania świateł

Boiska sportowe i stadiony

Konfiguracje oświetlenia

Istnieje wiele możliwości konfiguracji oświetlenia dla boisk sportowych, ale ogólnie rzecz biorąc dzielą się one na trzy kategorie:

Oświetlenie z kolumn lub masztów

Oświetlenie z trybun widowni

Kombinacja powyższych wariantów

Oświetlenie w sporcie coraz częściej umieszcza się w trybunach, jeżeli jest możliwość zamontowania światła na odpowiedniej wysokości. Ogranicza to niepożądane światła (zwane również zanieczyszczeniem światłem) i poprawia ich integrację z architekturą obiektu.

Boiska bez trybun

Jeżeli trybun nie ma lub są za niskie (co może zostać wykazane w badaniu oświetleniowym), wymagane są kolumny i maszty. Diagram z prawej strony pokazuje niektóre z możliwych konfiguracji stref, w których można umieścić maszty dla większości boisk sportowych.

Boiska z trybunami

W idealnej sytuacji oświetlenie powinno być tak zaprojektowane, aby stanowiło integralną część trybun, ponieważ jest to jeden z czynników określających optymalną wysokość tej konstrukcji.

Badanie oświetleniowe wykaże, czy trybuny są wystarczająco wysokie oraz czy odległość od boiska jest odpowiednia dla wymaganych wartości natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej i pionowej oraz jednorodności. Jeżeli konstrukcja jest za niska, zwiększa się ryzyko wystąpienia efektu olśnienia.

Problem ten może zostać rozwiązany przez specjalistę od oświetlenia sportowego.

Poniższy diagram jest diagramem ogólnym; w każdym przypadku należy przeprowadzić badanie oświetleniowe, gdyż każdy stadion jest inny.

Pływanie i nurkowanie

Pływanie: Główną kwestią, którą należy rozważyć dla wszystkich rodzajów basenów pływackich, jest rozmieszczenie świateł względem widzów i kamer telewizyjnych w taki sposób, aby uniknąć efektu oślnienia oraz niepożądanych odbłasków na zawodników. Nie zawsze jest to łatwe do uzyskania. Woda jest powierzchnią odbłaskową, ponadto powierzchnia wody się przemieszcza ($\pm 20^\circ$). Poziome natężenia oświetlenia dla transmisji TV powinny być obliczane dla powierzchni wody jako punktu odniesienia.

Nurkowanie: Wytyczne dotyczące rozmieszczenia świateł dla pływania obowiązują także w przypadku nurkowania. Należy również przeliczyć natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej od miejsca nurkowania do powierzchni wody.

Sporty zimowe

Narciarstwo zjazdowe

Oświetlenie spełnia ważną funkcję we wszystkich dyscyplinach sportu: umożliwia kontynuowanie rozgrywek po zapadnięciu zmroku. Jest to ważne zwłaszcza w przypadku sportów zimowych, gdyż, jak wiemy, w zimie dni są krótsze.

Narciarze, zjeżdżając w dół stoku, mijają każde światło na nim umieszczone. Ważne jest więc, aby oświetlenie było rozmieszczone w sposób niewidoczny dla narciarza.

Światła są z reguły skierowane w poprzek i w dół stoku.

Może to skutkować brakiem wystarczającego natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej dla kamer skierowanych w górę stoku. Ważne jest więc skierowanie niektórych świateł właśnie w górę stoku.

Inne uwarunkowani a

Efekty filmowe i dynamiczne oświetlenie

Aby zwiększyć efektywność transmisji z rozgrywek sportowych coraz częściej wykorzystuje się efekty filmowe. W boksie i szermierce na przykład, ring, jako centrum uwagi, jest podświetlany, natomiast żadne światła nie są skierowane na widownię.

Dobry system oświetlenia umożliwia np. wykorzystanie rolet do szybkiego odcięcia światła, co dodaje filmowości otwarciu lub zamknięciu spotkania.

Dla dodatkowego efektu można wykorzystać dynamiczne kolorowe światła.

Zalecenia

Zalecenia dla rozgrywek nie transmitowanych

W poniższych tabelach podano zalecane minimalne poziomy natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej oraz minimalny/średni poziom jednorodności dla różnych dyscyplin i kategorii. Podany jest minimalny poziom oddawania barw oraz, w przypadku sportów rozgrywanych na świeżym powietrzu, maksymalne dopuszczalne parametry efektu olśnienia.

Zalecenia dla nie transmitowanych sportów rozgrywanych na świeżym powietrzu

Kategoria	Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej	Jednorodność minimalna/średnia	Oddawanie barw	Efekt olśnienia
Futbol amerykański, lekkoatletyka, koszykówka, kolarstwo, jeździectwo, futsal, piłka nożna, piłka ręczna, netball, rugby i siatkówka				
I	500	0,7	>60	<50
II	200	0,6	>60	<50
III	75	0,5	>20	<55
Uwaga: Dla kategorii III w lekkoatletyce i jeździectwie minimalne natężenie oświetlenia wynosi 100 luksów, zgodnie z EN12193. W lekkoatletyce poziom ten można obniżyć do 50 luksów dla biegania. Dla kategorii II w kolarstwie: 300 luksów (0,7). Dla kategorii III: 100 luksów.				
Pływanie (sporty wodne)				
I	500	0,7	>60	<50
II	300	0,7	>60	<50
III	200	0,5	>20	<55
Uwaga: Dla nurkowania należy uwzględnić także jednorodność w płaszczyźnie pionowej. Kategoria I: 0,8 Eh/Ev. Kategoria II: 0,5 Eh/Ev. Kategoria III: 0,5 Eh/Ev.				
Tenis				
I	500	0,7	>60	<50
II	300	0,7	>60	<50
III	200	0,6	>20	<55
Uwaga: Wartości dotyczą całkowitej powierzchni pola gry, zgodnie z definicją ITF.				
Baseball, bandy, krykieta, hokej na trawie, hokej na lodzie, tyżwiarstwo, sport motocyklowy i softball				
I	750	0,7	>60	<50
II	500	0,7	>60	<50
III	300	0,7	>20	<55
Pole zewnętrzne w baseballu, krykiecie i softballu				
I	500	0,5	>60	<50
II	300	0,5	>60	<50
III	200	0,3	>20	<55
Bobsleje i saneczkarstwo				
I	300	0,7	>60	<50
II	200	0,5	>60	<50
III	50	0,4	>20	<50
Gry w bule (bowls; punto, raffia, volo; Pentanque)				
I	200	0,7	>60	<50
II	100	0,7	>20	<50
III	50	0,5	>20	<55
Łuczniectwo				
I, II, III	200	0,5	>60	-
Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej				
	Cel	Jednorodność minimalna/średnia		
I, II, III	750	0,8		
Narciarstwo zjazdowe i dowolne				
I	150	0,5	>60	<50
II	100	0,4	>20	<50
III	50	0,3	>20	<55
Strefa lądowania w skokach narciarskich				
I	300	0,7	>60	<50
II	200	0,6	>20	<50
III	200	0,6	>20	<55
Uwaga: Dla zjazdu – Kategoria I 50 luksów (0,5), kategoria II 50 luksów (0,3), kategoria III 20 luksów (0,3)				

Wartości dla płaszczyzn poziomej i pionowej: wszystkie wskazane poziomy natężenia oświetlenia to wartości średnie.

Kategorie rozgrywek

Kategoria I: Zawody na najwyższym poziomie, zarówno krajowe jak i międzynarodowe. Przyciągają zwykle znaczną liczbę widzów, a odległości, z których są oglądane, mogą być znaczne.

Kategoria II: Poziom średni, rozgrywki na poziomie regionalnym lub klubowym, średnia liczba widzów i średnie odległości oglądania.

Kategoria III: Rozgrywki na niskim poziomie oraz rekreacyjne.

W tej kategorii zwykle występuje niewielu widzów, a odległości oglądania są małe.

Te trzy kategorie mogą być pogrupowane w pięciu dalszych kategoriach, które uwzględniają „szare strefy” pomiędzy różnymi poziomami rozgrywek:

Poziom współzawodnictwa:

Międzynarodowe i ogólnokrajowe: Kategoria I

Regionalne: Kategorie I i II

Lokalne: Kategorie I, II i III

Trening: Kategorie II i III

Rekreacyjne: Kategoria III

Sporty GAISF zostały pogrupowane w podobny sposób, co sporty w normie europejskiej. Podane kategorie nie uwzględniają transmisji telewizyjnych, kwestię tę poruszono w zaleceniach dla transmitowanych spotkań.

Zalecenia dla nie transmitowanych sportów halowych

Kategoria	Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej	Jednorodność minimalna/średnia	Oddawanie barw	Efekt olśnienia
Aikido, koszykówka, kulturystyka, kolarstwo, futsal, unihokej, piłka nożna, piłka ręczna, ju-jitsu, judo, karate, korfbal, netball, trójbój siłowy, sambo, sepek takraw, sporty szkolne (wychowanie fizyczne), sumo, taekwondo, siatkówka, podnoszenie ciężarów, zapasy, wushu.				
I	750	0,7	>60	nie dotyczy
II	500	0,7	>60	nie dotyczy
III	200	0,5	>20	nie dotyczy
Boks				
I	2 000	0,8	>80	nie dotyczy
II	1 000	0,8	>80	nie dotyczy
III	500	0,5	>80	nie dotyczy
Uwaga: Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej na 1,5 m powinno wynosić >50% Eh.				
Lekkoatletyka, taniec, jeździectwo, gimnastyka, wrotkarstwo, wspinaczka				
I	500	0,7	>60	nie dotyczy
II	300	0,6	>60	nie dotyczy
III	200	0,5	>20	nie dotyczy
Uwaga: Dla wspinaczki - kategoria I 500 luksów pionowo, Kategoria II: 300 luksów pionowo, Kategoria III: 200 luksów pionowo				
Pływanie (sporty wodne)				
I	500	0,7	>60	nie dotyczy
II	300	0,7	>60	nie dotyczy
III	200	0,5	>20	nie dotyczy
Uwaga: Dla nurkowania należy uwzględnić także jednorodność w płaszczyźnie pionowej. Kategoria I: 0,8 Eh/Ev. Kategoria II: 0,5 Eh/Ev. Kategoria III: 0,5 Eh/Ev.				
Tenis				
I	750	0,7	>60	nie dotyczy
II	500	0,7	>60	nie dotyczy
III	300	0,5	>20	nie dotyczy
Uwaga: Wartości dotyczą całkowitej powierzchni pola gry, zgodnie z definicją ITF.				
Badminton, pelota, krykieta, krykieta halowy, curling, szermierka, hokej na trawie, hokej na lodzie, łyżwiarstwo, racquetball, squash i tenis stołowy				
I	750	0,7	>60	nie dotyczy
II	500	0,7	>60	nie dotyczy
III	300	0,7	>20	nie dotyczy
Uwaga: Dla szermierki, kategoria I: 500 luksów pionowo, Kategoria II: 300 luksów pionowo, Kategoria III: 200 luksów pionowo, Krykieta halowy, kategoria I: 1.500 luksów (0,8) Kategoria II: 1.000 luksów (0,8) Kategoria III: 750 luksów (0,8)				
Bilard				
I	750	0,8	>80	nie dotyczy
II	500	0,8	>80	nie dotyczy
III	500	0,8	>80	nie dotyczy
Gry w bule (bowls; punto, raffia, volo; Pentanque)				
I	500	0,8	>60	nie dotyczy
II	500	0,8	>60	nie dotyczy
III	300	0,5	>20	nie dotyczy
Bowling, łucznicstwo, strzelectwo				
I	200	0,5	>60	
II	200	0,5	>60	-

III	200	0,5	>60	-
Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej	Rzutki	Cel 25m	Cel 50m	Jednorodność minimalna/średnia
I, II, III	500	1000	2000	0,8

Wartości dla płaszczyzn poziomej i pionowej: wszystkie wskazane poziomy natężenia oświetlenia to wartości średnie.

Zalecenia dla rozgrywek transmitowanych

Jeżeli zawody mają być transmitowane, konieczne jest uwzględnienie natężenia oświetlenia oraz jednorodności w kierunku do kamery.

Może też zaistnieć konieczność określenia natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej.

Pomiary powinny być przeprowadzane na wysokości 1,5 m nad polem gry.

W przypadku pływania obliczeń należy dokonać dla poziomu wody.

Większe spotkania

	Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej	Jednorodność minimalna/średnia	Jednorodność minimalna/maksymalna	Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej	Jednorodność minimalna/średnia	Jednorodność minimalna/maksymalna	Oddawanie barw Efekt ośnienia
HDTV	1500-3000	0,8	0,7	2200	0,7	0,6	>90 <50
Kamera do pokazywania akcji w zwolnionym tempie	1500-3000	0,8	0,6	1800	0,7	0,5	>80 <50
Kamera nieruchoma	1500-3000	0,8	0,6	1400	0,7	0,5	>80 <50
Kamera ruchoma	1500-3000	0,8	0,6	1200	0,5	0,3	>80 <50
Średnie wartości natężenia oświetlenia w płaszczyznach poziomej i pionowej: Zaleca się natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (pola gry) wynoszące 0,75-1,5 natężenia w płaszczyźnie pionowej dla kamer. W przypadku HDTV wszystkie wartości w płaszczyźnie poziomej dla pozostałych kamer są jak dla HDTV.							

Spotkania krajowe

	Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej	Jednorodność minimalna/średnia	Jednorodność minimalna/maksymalna	Natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej	Jednorodność minimalna/średnia	Jednorodność minimalna/maksymalna	Oddawanie barw Efekt ośnienia
Kamera	1000-2000	0,7	0,5	1000	0,6	0,4	>80 <50

Wymagania kamer, pozwalające uzyskać dobrej jakości obraz telewizyjny

Dzięki coraz nowocześniejszej technologii kamer telewizyjnych poziom natężenia oświetlenia wymagany do uzyskania obrazu stale się zmniejsza, jednakże nadal istnieje ryzyko uzyskania nierównej jakości obrazu. Podane wartości zostały określone z uwzględnieniem tego ryzyka.

Ilość światła musi być skorelowana z takimi czynnikami, jak oddawanie barw i temperatura barwowa.

Temperatura barwowa

W każdym miejscu obiektu sportowego powinna być utrzymywana ta sama temperatura barwowa.

Zwykle zaleca się wartość temperatury w granicach 4200 – 5600K. Dla sportów rozgrywanych na świeżym powietrzu zalecana jest zwykle wyższa wartość.

Oddawanie barw

Współczynnik oddawania barw powinien być nie mniejszy niż 80, preferowana wartość to 90.

Rozmieszczenie świateł

Należy określić rozmieszczenie kamer telewizyjnych. Ponieważ natężenie oświetlenia musi być obliczane w płaszczyźnie prostopadłej do kamer, światła muszą być rozmieszczone tak, aby zapewnić właściwą wartość natężenia.

Na przykład, jeżeli kąt pomiędzy światłem a zawodnikiem jest zbyt ostry, natężenie oświetlenia wystarczające dla kamery może być trudne do uzyskania. Zaleca się zasięgnięcie fachowej porady podczas przeprowadzania badania oświetleniowego. W tabeli podano zalecenia dotyczące oświetlenia dla transmisji telewizyjnych. Zostały one opracowane tak, aby obejmowały wszystkie sporty opisywane w niniejszym przewodniku. Konkretnie wymagania instalacyjne zależą od szybkości sportu i odległości oglądania.

Lista federacji i związków

o których mowa w niniejszym przewodniku GAISF:

Aikido (IAF)	Hokej na lodzie (IIHF)
Futbol amerykański (IFAF)	Łyżwiarstwo (ISU)
Sporty wodne (FINA)	Ju-Jitsu (JJIF)
Łucznictwo (FITA)	Judo (IJF)
Lekkoatletyka (IAAF)	Karate (WKF)
Badminton (IBF)	Korfball (IKF)
Bandy (FIB)	Saneczkarstwo (FIL)
Baseball (IBAF)	Sport motocyklowy (FIM)
Koszykówka (FIBA)	Netball (IFNA)
Pelota (FIPV)	Trójbój siłowy (IPF)
Bilard (WCBS)	Racquetball (IRF)
Bobsleje (FIBT)	Wrotkarstwo (FIRS)
Kulturystyka (IFBB)	Rugby (IRB)
Gra w bule (CMSB)	Sambo (FIAS)
Bowling (FIQ)	Sporty szkolne (ISF)
Boks (AIBA)	Sepak takraw (ISTAF)
Krykiet (ICC)	Strzelectwo (ISSF)
Curling (WCF)	Narciarstwo (FIS)
Kolarstwo (UCI)	Softball (ISF)
Taniec (IDSF)	Squash (WSF)
Jeździectwo (FEI)	Sumo (IFS)
Szermierka (FIE)	Tenis stołowy (ITTF)
Fistball (IFA)	Taekwondo (WTF)
Unihokej (IFF)	Tenis (ITF)
Piłka nożna (FIFA)	Siatkówka (FIVB)
Gimnastyka (FIG)	Podnoszenie ciężarów (IWF)
Piłka ręczna (IHF)	Zapasy (FILA)
Hokej na trawie (FIH)	Wushu (IWUF)

Kontakty

Philips Lighting

Firma Philips jest światowym liderem na rynku oświetlenia sportowego i posiada ogromne doświadczenie w projektach o różnej skali, od pojedynczych kortów tenisowych, do stadionów olimpijskich.

Dalsze informacje można uzyskać u lokalnego przedstawiciela Philips Lighting, lub wysyłając e-mail na poniższy adres: info.sportslighting@philips.com

GAISF – General Association of International Sports Federations (Ogólne Stowarzyszenie Międzynarodowych Federacji Sportowych)

Villa Le Mas - 4 boulevard du Jardin Exotique - 98000 Monaco

www.agfisonline.com

EBU - European Broadcasting Union (Europejska Unia Nadawców)

L'Ancienne Route 17A, CH-1218 Grand Saconnex, Genewa, Szwajcaria

www.ebu.ch

Dane mogą ulec zmianie

Układ: Press'Citron - Dijon • Ilustracje: 2fi • Wydrukowano we Francji – 03/06

NC 3222 635 58171 Przewodnik po sztucznym oświetleniu w zamkniętych i otwartych obiektach sportowych – wersja międzynarodowa