

A sportvilágítás gyakorlati alapjai

1. Bevezetés

A sportlétesítmények világításának megvalósítási szempontjai akár a belső terekben, akár szabadtéren, nagyrészen különböznek, illetve mennyiségileg és minőségileg meghaladják az általános világítás igényeit. Mivel nem létezik ide vonatkozó szabvány, sokan alábecsülik a megfelelő világítás megtervezésének fontosságát, másrészt pedig hiányzik az ilyen irányú magyar szakirodalom, mely a technika, tudomány és a szemléletmód haladását követné, valamint bemutatná azt elméleti és gyakorlati szempontból.

A világ számos országának világítás-technikai egyesületeit tömörítő Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE) kiadványaival a nemzeti szabványok, illetve nemzeti és nemzetközi szabályozás gyakorlatának egységesítésére törekszik. E szervezet által kidolgozott ajánlásokat veszi alapul a szakértők és tervezők azon szűk köre, akik Magyarországon tevékenykednek és igyekeznek elterjeszteni a fejlett műszaki kultúrát.

A sportvilágítási igények sokrétűek és gyakran ellentmondóak, emiatt kompromisszumos megoldást kell keresni. Az első követelmény a jó láthatóság biztosítása, amely a megfelelő fényssűrűségviszonyokon alapul.

Második követelmény a létesítmény nagyságát és rendeltetését figyelembe vevő megvilágítási szint. Nyilvánvaló, hogy az edzés célú pálya kisebb világítással valósítható meg, miközben a nemzetközi versenyek lebonyolításához magasabb szint szükséges. Minél nagyobb a nézőközönség, annál távolabb helyezkedik el az események terétől, ezért erősebb világítás kell ahhoz, hogy jól lássanak.

A videó felvételek és a színes televízió közvetítések új, még magasabb követelményeket támasztanak a világítással

szemben. Ráadásul több sportág lebonyolítására megépített objektum még bonyolultabbá teszi a megfelelő, többcélú világítási rendszer megvalósítását.

2. A világítás minőségi jellemzői

2.1. A megvilágítás és annak egyenletessége

Az említettek szerint a látási feladat a sportág jellegétől és a sportesemény rangjától függ. Mivel az emberi szem a fényssűrűséget érzékeli, ezért a legcélszerűbb lenne éppen erre méretezni a világítást. Sajnos manapság ez a fénytechnikai jellemző még mindig nehezen kezelhető, számolható és mérhető, ezért a fényssűrűség számítása helyett a megvilágítást alkalmazzák. A megvilágítási szintek megállapításához a következő tényezőket vették figyelembe:

- a pálya adottságait
- a sportolók és a tárgyak mozgási sebességét
- a megfigyelési távolságot a versenyzők és a nézők részéről
- az észlelendő tárgyak méretét
- az észlelési időt
- az észleléshez szükséges fényssűrűségkülönbséget (kontraszt)
- az észleléshez szükséges színkontrasztot

A sportszarnokok többfajta esemény lebonyolítására szolgálnak, ezért a világítási rendszer sem lehet egycélú. A szükséges megvilágítás szintjét a következők szerint rangsorolják azzal a feltétellel, hogy a világítás minőségét mindig a csarnokban megrendezhető, legnagyobb igényeket követelő sportág határozza meg (1. táblázat).

A játéktéren mért minimális és az átlagos megvilágítás aránya legalább 1 : 1,5 értékű legyen (Ehmin / Ehátl = 0,67). Egyes sportok szabadtéri pályákon is megrendezhető, ezáltal a táblázatban felsorolt értékek ott is érvényesek.

Horizontális megvilágítás 1 m magasságban a játéktér felett

	edzés szint	verseny szint
Kosárlabda*, röplabda*, kézilabda, cselgáncs, torna, jégkorong, atlétika	300 lx	500 lx
Tenisz, asztalitenisz, vívás, tollaslabda*	500 lx	750 lx
Ökölvívás	300 lx	1500-3000 lx**

* egyedi kapcsolással, illetve elrendezéssel megoldható

** kiegészítő helyi világítással

1. táblázat

A sportágak és a szükséges horizontális megvilágítás közötti összefüggés alakulása a belsőtéri sportlétesítményekben

A nagy kiterjedésű játékteret igénylő sportágak, mint a labdarúgás vagy az atlétika, stadionokban kerülnek megrendezésre. Edzés esetén elégséges az 50 és 150 lx közötti értékű átlagos horizontális megvilágítás, miközben a minimális és az átlagos értékek aránya 1 : 4 -nél nem lehet rosszabb ($E_{h_{min}} / E_{h_{\text{átl}}} = 0,25$).

A verseny lebonyolításához szükséges megvilágítási szint a nézők és a játéktér távolságától függ, azaz a stadion nagyságával nőnek a világítási igények.

Nézők száma	max. nézési távolság	átl. horizontális megvilágítás (játéktér szintjén)
10.000-ig	120 m	150-250 lx
10.000-20.000	160 m	250-400 lx
20.000-től	200 m	400-800 lx

2. táblázat

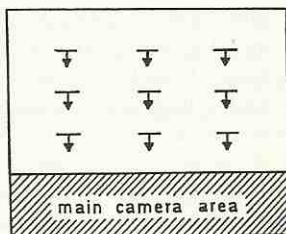
A stadion nagysága és a szükséges horizontális megvilágítás közötti összefüggés alakulása

A minimális és az átlagos horizontális megvilágítás arányát 1:1,5 értékűnek tartják megfelelőnek ($E_{h_{min}} / E_{h_{\text{átl}}} = 0,67$), bár kis megvilágítás esetén megengedhető az 1 : 2,5 arány is ($E_{h_{min}} / E_{h_{\text{átl}}} = 0,4$). Kedvező, ha a pálya minden pontjában a vertikális megvilágítás eléri a horizontális megvilágítás felét.

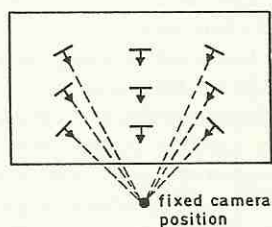
A CIE ajánlások az 1,2 és 1,5 közötti tervezési tényező alkalmazását javasolják

a megvilágítás számítása során.

A színes televíziós közvetítésre alkalmas világításnál a kamerák műszaki tulajdonságait veszik figyelembe, mert az elsődleges feladat a megfelelő minőségű kép továbbításának és feldolgozásának a lehetősége. Ebben az esetben nem a horizontális, hanem a vertikális megvilágítás értéke határozza meg a világítás minőségét. A főkamera változó pozíciója esetén a feltételezett elhelyezkedésének oldalirányából látott vertikális megvilágítást kell számolni (1. ábra). Fix pozíció esetén a kamera nézési irányára merőleges elemi síkokon mérhető (röviden: kamera irányú) megvilágítás számítása a célszerű méretezési eljárás (2. ábra). A jó minőségű kép létrehozása annál bonyolultabb:



1. ábra



2. ábra

– minél nagyobb az események mozgási

	Sportágak	távolság a kamera és a közvetett pont között		
		25 m	75 m	150 m
A	atlétika, biliárd, műugrás, úszás, lövészet, teke, stb.	500 lx	700 lx	1000 lx
B	labdarúgás, kosárlabda, röplabda, kézilabda, torna, műkorcsolya, cselgáncs, sielés, stb.	700 lx	1000 lx	1400 lx
C	ökölvívás, vívás, jégkorong, asztalitenisz, stb.	1000 lx	1400 lx	-

3. táblázat

Szükséges vertikális megvilágítás a tv-kamera és az általa követett pont közötti távolság függvényében színes tv-közvetítés esetén

sebessége,

- minél kisebb a mozgó tárgyak mérete,
- minél kisebb a játékos, illetve a tárgy és a háttér közötti kontraszt,
- minél nagyobb a kamera és az általa követett pont közötti távolság.

A színes tv közvetítés érdekében a sportágakat három csoportra osztották, elsősorban a pályán történő események mozgási sebességétől függően, és azokon belül a szükséges vertikális megvilágítást a kamera és az akció közötti maximális távolság határozza meg.

Közbenső távolság esetén lineáris interpolációt kell alkalmazni. A táblázat azt az átlagos vertikális megvilágítást tartalmazza, amely a pontmódszer alkalmazásával számított összes pont vertikális megvilágításának az átlagát képezi. Az értékeket az 50 dB-es jel/zaj arányú standard kamerára alapozták.

Az egész játéktérre vonatkoztatott vertikális megvilágítás határegyenletessége az $E_{v_{min}} / E_{v_{max}} = 0,4$ értéknél nem lehet rosszabb. A világítás „térbeli egyensúlya” érdekében a pályát minden főirányból bizonyos szinten meg kell világítani. Célszerű, hogy minden egyes pontban mind a négy főirányból mért vertikális megvilágítás értékei között legalább a következő arány álljon fenn:

$$E_{vx_{min}} / E_{vx_{max}} = 0,3$$

Ez lehetővé teszi a segédkamerák alkal-

mázását és kellemes árnyékok képzését is. E feltétel biztosítását segíti a megfelelő nagyságú horizontális megvilágítás létrehozása, mely a vertikálisnak legfeljebb a kétszerese lehet:

$$E_{v_{\text{átl}}} / E_{h_{\text{átl}}} = 0,5 \dots 2$$

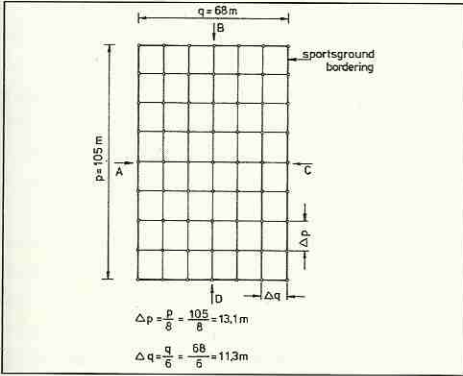
Ezen kívül a színes televíziós közvetítésre alkalmas világításnál nagyon fontos a horizontális megvilágítás határegyenletességének alsó határára vonatkozó követelmény betartása, mely szerint:

$$E_{h_{min}} / E_{h_{max}} = 0,5$$

Az ajánlásokban szerepel az is, hogy a horizontális megvilágítás változása a játéktér mentén 4 méterenként nem lehet 20%-nál nagyobb. A vertikális megvilágítás számítási magassága 1m-rel a pálya fölött javasolt.

Mivel a sportvilágítási számítások pontmódszerrel történnek, ezért a pontok számának meghatározása a megvalósítandó világítási berendezés minőségének hű leképezését szolgálja. Gyakorlatban a számítási pontok közötti távolság a játéktér nagyságától függ, ezáltal előfordulhat 5m-es, illetve 10 m-es távolság, de általában ajánlatos a pálya hosszabb oldalát 8, rövidebb oldalát pedig 6 szakaszra osztani. Ezáltal 9x7 nagyságú „pontháló” kapunk, tehát összesen 63 helyen számított horizontális és vertikális

megvilágításból következtethetünk a megvilágítási szint fő jellemzőire (3. ábra).



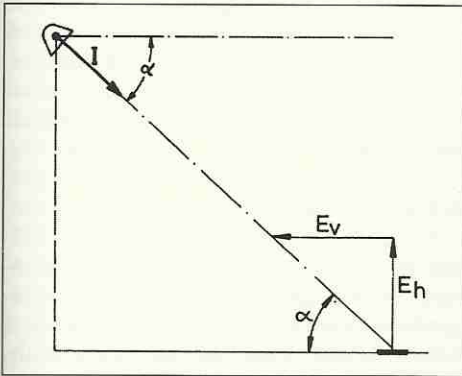
3. ábra

2.2. A káprázás korlátozása

A megfelelő megvilágítás mellett további lényeges minőségi követelmény a káprázás korlátozása. A sportolók nézési iránya gyakran változik gyors mozgás mellett, de figyelembe kell venni a szurkolók és a kamerák nézési irányát is, mert a káprázás csökkenti az emberek látóképességét és rontja a televízió által közvetített kép minőségét. Mivel a jelenséget nem lehet kiküszöbölni, ezért csökkenteni szokták bizonyos határérték alá. A jelenség korlátozása céljából néhány gyakorlati módszert is javasolnak.

Belsőtéri világításban:

- a fő nézési irányban lévő lámpatestek fényforrásait a vízszintestől számított kb. 30°-ig árnyékolni kell. Célszerű legalább a 4000 cd/m² fénysűrűség betartása.



4. ábra

- a lámpatesteket átgondoltan kell elrendezni (pl. röplabdánál ne legyenek közvetlenül a háló felett). Használják ki a pálya oldalrészét is a lámpatestek felszerelésére.

- az alkalmazott fényforrás fényáramával nőjön a szerelési magasság.

- fénycsöves lámpatestek esetén az elhelyezésük párhuzamos legyen a fő nézési iránnyal.

- oldalról történő világítás esetén a lámpatestek optikai tengelye és a vízszintes irány közötti szög legalább 55°-65° értékű legyen (4. ábra).

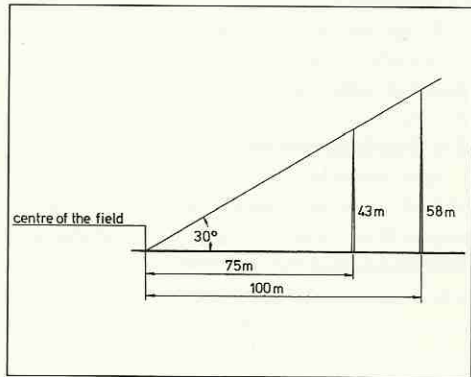
Szabadtéren:

- a játéktérre irányított fénynyalábok beesési szöge a minél nagyobb legyen. Megfelelőnek elfogadott érték a 30°, amely az oszlop legalacsonyabb fényvetőjét a pálya középpontjával összekötő egyenes és a játéktér síkja között bezárt szög (5. ábra).

- a fényvetők lehetőleg távol essenek a fő nézési iránytól.

Továbbá:

- a lámpatestek látható, világító felületét



5. ábra

minimálisra kell csökkenteni, pl. a fényterelők segítségével.

- kerülni kell a szórt fényeket.

Ha a vízszintes és ettől általában lefelé tekintő sportolókra ható káprázást sikerült a megengedett értékig csökkenteni, akkor ezúton a vízszintestől főleg lefelé néző közönség és a kamerák káprázáskorlátozási igényeit kielégítettük.

Fényforrás	színvisszaadási index Ra	színhőmérséklet (K)	fényhasznosítás(lm/W)	átl. élettartam (óra)	javasolt megvil. (lx)
izzólámpa	100	2200-2800	8-20	1000*	300-ig
halogénlámpa	100	2800-3200	15-30	2000*	500-tól
fénycső	60-90	2700-6500	50-90	10000*	200-tól
higanylámpa	40-60	3000-4200	35-55	12000*	500-tól
n.n. nátriumlámpa	25-70	2000-2800	65-135	16000*	300-ig
fémhalogénlámpa	65-90	3500-6000	75-105	5000*	500-tól

* leggyakoribb típusoknál

4. táblázat

A fényforrások fő műszaki jellemzői (kivonat)

2.3. Színvisszaadás

A sportesemények rangjának függvényében nőnek a világítás színvisszaadásával kapcsolatos igények. Miközben az edzés és egyes versenyek esetén nincs szükség a színek élethű észlelésére, addig a fontosabb versenyek lebonyolítása, amelyeket ráadásul a televízió is közvetíthet, csak a jó színvisszaadás mellett lehetséges. E műszaki jellemzőt az alkalmazott fényforrás típusa határozza meg (4. táblázat).

A színes tv közvetítés esetén legalább az Ra=65 színvisszaadási indexű fényforrást kell alkalmazni.

2.4. Színhőmérséklet

Kísérletekkel bizonyították, hogy az ember közérzete akkor jó, ha a mesterséges fény által létrehozott megvilágítás növekedésével nő a fény színhőmérséklete. Ez azt jelenti, hogy kisebb szint esetén (pl. edzés) kedveltebbek a meleg színek, nagy megvilágítás mellett pedig a hideg fény kelti a kedvező hatást. Színes tv kamerák általában 3200K-hez vannak illesztve, de könnyen átállíthatók a napali fényű 6500K-re. Szabadtéri, illetve természetes fénnel rendelkező belsőtérsportpályák esetén ajánlatos a 4000K fölötti színhőmérsékletű fényforrások alkalmazása (4. táblázat).

2.5. Árnyékosság

Az erős árnyékok képződését, mely

zavaró hatású lehet a játék során, meg kell akadályozni úgy, hogy azonos pontra több irányból érkezzen fénynyaláb. Viszont az alakok plasztikus térbeli megjelenítéséhez és a mozgások gyors észleléséhez szükség van az egyenletes, lágy árnyékokra is, melyek kedvezően befolyásolják a láthatóságot. Emiatt gyakorlatban javasolják, hogy a vertikális megvilágítás értéke közelítse meg a horizontálisnak a felét.

2.6. Időbeli egyenletesség

A sportvilágításban elsősorban a gázki-sülő fényforrásokat alkalmazzák, melyek által kibocsátott fényáram nagysága a hálózati frekvencia függvényében periódusonként kétszer váltakozik. A villogás szabad szemmel nem igen vehető észre, de a lassított felvétel esetén század másodpercenként készített képeket hátrányosan befolyásolhatná ez a jelenség. Ennek elkerülése céljából a szomszédos lámpatesteket különböző fázisra célszerű kapcsolni a sötét időszakok átlapolására, vagy több tíz kHz-es frekvenciával működő elektronikus előtétek használatát javasolják.

2.7. Egyéb világítás

A nézőközönséget befogadó sportlétesítmény lelátóját szintén meg kell világítani. Ennek egyik célja a nézők biztonságos közérzete, másik pedig a játéktér és a háttér közötti nagy fényűrűség-különbség elkerülése. Ajánlatos, hogy a nézőtér pályája felől mért és a játéktéren mért átl-

gos vertikális megvilágítás aránya 1 : 4 közelében legyen.

A rangosabb versenyek lebonyolítására alkalmas sportpályákat általában fémhalogénlámpákkal világítják meg. Akár egy pillanatig tartó hálózati feszültség kimaradása esetén a fényforrások csak 10-15 perc múlva lesznek újra üzemképesek. A sötétség által okozott pánik elkerülése érdekében izzólámpás, illetve halogénizzólámpás tartalékvilágítást kell biztosítani (kb. 2-10 lx szintű), mely addig világít az akkumulátortelep segítségével, vagy az újra megjelent hálózati feszültségről, amíg újra be nem gyűjtanak a kisülőlámpák.

3. A világítási berendezést alkotó eszközök

Az eddigiek során a létesítendő világítással kapcsolatos fénytechnikai követelményeket tárgyaltuk meg röviden. Azoknak megvalósítása azonban csak a megfelelő eszközök kiválasztásával lehetséges.

3.1. Fényforrások

A fényforrás kiválasztása több szempontból közelíthető meg. A 4. táblázat értelmében az igényelt színviassaadás és a megvilágítási szintnek megfelelő színhőmérséklet alapján szűkíteni lehet a fényforrások körét. Fontos tényező az energiahatékony megoldás megvalósítása, melyet a fényhasznosítással szoktak kifejezni. Ajánlatos nagy élettartamú lámpát alkalmazni. A világítási célnak megfelelően minél gazdaságosabb fényforrást kell kiválasztani a beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségek mérséklése érdekében. Alacsonyabb beltérben (5-6m) célszerű a fénycső alkalmazása. Ennél magasabb termekben illetve szabadtéri pályákon a nagynyomású kisülőlámpák érvényesülnek jobban. Az izzó- és a halogén-izzólámpák csak rövid időtartamú tartalék-, kiegészítő és kiemelő világításra alkalmasak. Színes tv- közvetítés és rangos versenyek esetén csak a fémhalogénlámpa, vagy fénycső alkalmazása (alacsony termékben) javasolt.

3.2. Lámpatestek

A fényforrás mellett a jó optikai hatásfokú és a feladatnak megfelelő minőségű lámpatestet kell kiválasztani. A lámpatesteket a kisugárzási szög alapján is szokták csoportosítani, mely a fényeloszlási test alakját jellemzi. Ezáltal többek között az ún. mélysugárzó és szélesen sugárzó lámpatestek. Alkalmazásukat elsősorban a lámpatest és a megvilágított terület közötti távolság és az utóbbinak relatív nagysága az említett távolsághoz képest határozza meg. Más szóval minél távolabbról világít a lámpatest egy bizonyos területet, annál kisebb kisugárzási szögű optika szükséges. Belső terekben kedvező a szórt fényt adó, nagy vetítő felületű lámpatestek alkalmazása, melyek a falak fényvisszaverő tulajdonságait is kihasználják a világítás minőségének növelése érdekében. Bizonyos esetekben ajánlatos indirekt világítás létesítése, mely a megfelelő kialakítású felületek segítségével kellemes közvetlen és közvetett, káprázásmentes világítás valósít meg, például az uszodákban.

A lámpatestek mechanikai védelméről is gondoskodni kell. Olyan szerkezettel lehet ellátni őket, amely labda elleni védelmet nyújt, valamint fényterelőként is szolgál. Szabadtéri világításban legalább az IP 54-es védettségű lámpatestet célszerű alkalmazni. Gondoskodni kell a szükséges karbantartási műveletek egyszerűségéről és gyorsaságáról, valamint a világítótest alkotó elemeinek tartóságáról.

3.3. Elrendezés

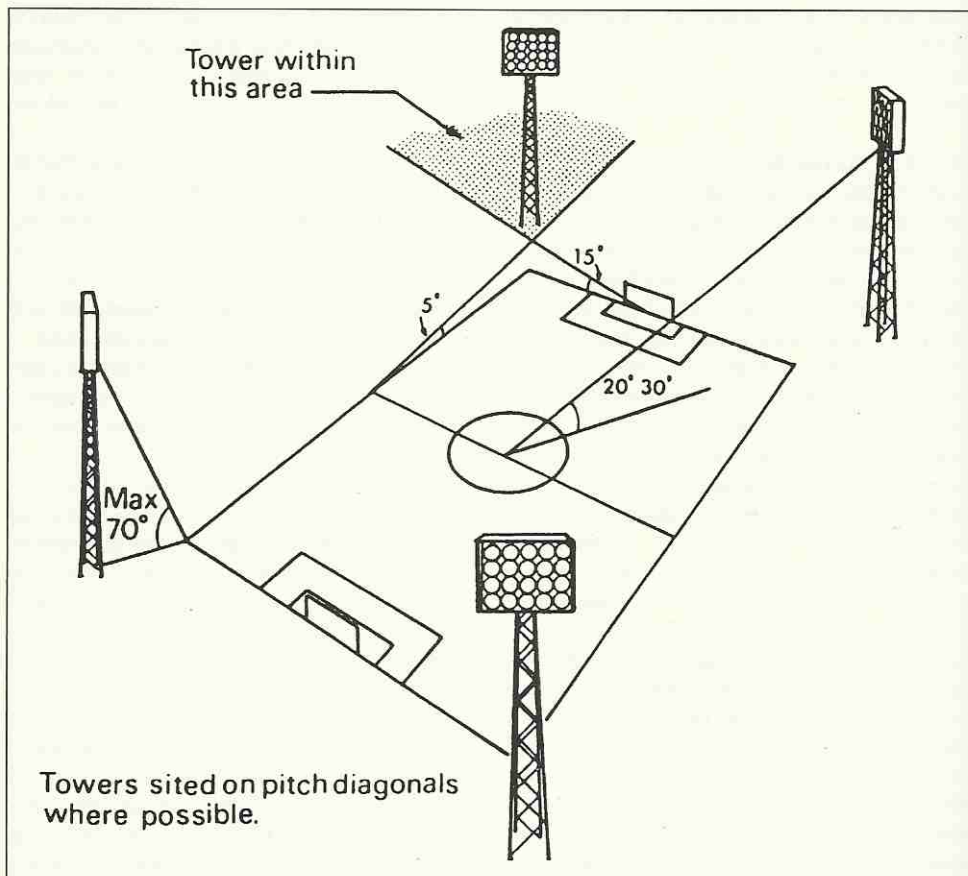
A lámpatestek optimális elrendezése és megfelelő irányú beállítása, melynek célja az egyenletes és zavaró tényezőktől mentes világítás létrehozása, gyakran a sportágtól függ, hiszen a látási követelmények is sportáganként változnak. A belsőtéri létesítményekben ajánlatos a lámpatesteket arányosan elhelyezni a mennyezeten, fénycső esetén a nézési iránnyal párhuzamosan. Az oldalonálk fölött célszerű sűríteni a lámpatestek kiosztását. A világos felületek és részben

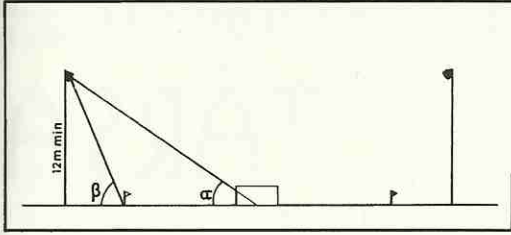
az indirekt fény alkalmazása javítja a látási viszonyokat. Kerülni kell a lámpatestek elhelyezését a játéktér kritikus területe fölött, ahonnan a játékosok gyakran fel szoktak nézni, mint például a röplabda hálójánál. A jobb láthatóság, plasztikus megjelenítés érdekében célszerű biztosítani a megvilágítás vertikális komponensének megfelelő értékét, a pálya fölötti téren kívül felszerelt, de a pályára irányított fényvetők segítségével. Ez különösen szükséges a rangos versenyek lebonyolításához.

A szabadtéri sportlétesítmények világítása a játéktéren túl eső oszlopokon, illetve a nézőtér tetőszerkezetén felszerelt lámpatestekkel történik. Labdarúgó stadion esetén a négy oszlop elhelyezése és magassága határozza meg a fénynyalábok

beesési szögeit, melyek döntően befolyásolják a megvilágítás horizontális és vertikális komponenseinek megfelelő arányát, valamint elfogadható szintre csökkentik a káprázást. A legalacsonyabban elhelyezett körszimmetrikus fényvető a pálya középpontjába irányított optikai tengelye és a játéktér síkja között bezárt szög legalább 20° legyen, de a káprázás minimalizálása érdekében ajánlatos 30° -os szöget betartani. (6. ábra). Oldalról történő világítás esetén, melyet tetőszerkezetről vagy alacsonyabb oszlopokról hoznak létre, célszerű az aszimmetrikus fényeloszlású lámpatestek alkalmazása. A pálya hossz tengelyére és a szélére vonatkoztatott beesési szögek javasolt értékei a mellékelt ábrán láthatók (7. ábra). A lámpatestek szerelési magassága a

6. ábra





7. ábra

$$\alpha = \min 20^\circ, \text{ preferred } 25^\circ$$

$$\beta = \min 45^\circ, \text{ max } 75^\circ$$

szükséges beesési szögek értékeiből számolható vissza.

3.4. Határoló felületek kialakítása

A megfelelő látási körülmények megteremtéséhez lényeges a környezeti felületek kedvező kialakítása. Szabadtéri pályáknál nem igazán van erre lehetőség, mert ott gyakorlatilag csak a direkt világítás valósul meg. A belsőtéri sportlétesítmények indirekt felületei azonban jelentős szerepet játszanak a megfelelő nagyságú vertikális és horizontális megvilágítás létrehozásában, jó kontrasztviszonyokat, kisebb káprázást és kellemes közérzetet biztosítanak. A terem belső felületeit általában világosra kell színezni. Kerülni kell a padló, a fal és a mennyezet közötti nagy fénysűrűség-különbségeket. A környezeti felületek kedvező reflexiósi tényezői:

mennyezet	0,6
falak	0,3 - 0,6
padló	0,2

Az asztalitenisz, tenisz és tollaslabda esetén kedvező a háttérfal kisebb reflexiósi tényezője (kb. 0,2), mely az ezen játékoknál használt világos színű labdákkal jó kontrasztot ad. A felületek matt kiképzésűek legyenek, a közvetett káprázás elkerülése végett.

3.5. Természetes világítás

A mesterséges világítás tervezésekor figyelembe kell venni a természetes fény hatásával kapcsolatos problémákat:

– A sportolási területre ne jusson a zavaró fény- és hőhatást okozó közvetlen nap-

sugárzás.

– A játékosok fő nézési irányában ne legyenek nagy fénysűrűségű ablakok.

– Célszerű összehangolni a fényforrások színhőmérsékletét a természetes fényével az esetleges egyidejű alkalmazásuk esetére.

– A nézőtérrel és a tv-kamerával szemben lévő ablakok nagy nappali fénysűrűsége erős közvetlen és a fényes padlón keresztül közvetett káprázást, a kamerákban túlexponálást, valamint a negatív kontraszton alapuló látást eredményeznek. Sötétedés után azonban a lámpatestek képe jelenhet meg az üvegen. Ezeknek megakadályozására ajánlatos világos színű vastag szövetből készült függönyök alkalmazása.

A természetes fény kiegészítő világításnak is elképzelhető abban az esetben, ha a bevilágítók elhelyezése távol esik a gyakoribb nézési irányoktól, pl. a tetőszerkezetben.

A fenti anyag nem túlzottan részletezve próbálta meg összefoglalni a sportvilágítással kapcsolatos általános tudnivalókat. Minden felsorolt témához külön fejezetet lehetne írni, nem beszélve a meg nem említett kérdésekről, mint pl. a vilamos táphálózat kialakítása, a világítási rendszer vezérlése és szabályozása.

Buczny Grzegorz
OSRAM Kft.

Irodalomjegyzék: (21-29)