



Tanár úr idén április 16-án, a Bor Pál-verseny díjátadóján.

*Fizikus Vándorgyűléseken* (1959, 1973, 1983), tanári ankétokon, a szegedi ötvenedikén az Ankét ezüstözött emlékérmét kaptam.

– *Tanár Úr oktatói pályáját végigkísérték a kísérleti eszközök. Említene néhányat, amely a hallgatók számára emlékezetesek lehetnek?*

– A sok közül talán a hőtan előadáshoz készített eszközt említeném. Ez a mechanikai munka hővé ala-

kulását hivatott szemléltetni: egy bambuszcsőbe söréteket raktunk, sokszori forgatás után az egyik végén kialakított nyíláson a hőmérséklet-változást lehet vele kimutatni. Ma már ezt digitális hőmérővel mérjük, és úgy hallom még ma is bemutatják, a segítő demonstrátor „nagy öröme” (100-szor kell forgatni!).

– *Tanár Úr! Az én kiskunhalasi általános iskolám 50 éves osztálytalálkozóján Herke Ilona fizikatanárnőm érdeklődött, hogy van Tanár Úr?*

– Ja igen, emlékszem, szakérettségiként tanítottam talán 1949-ben, egyes lány volt, ő volt a szertáros.

– *A beszélgetésünk idején éppen az ELFT Csongrád megyei Csoportjának szervezésében zajló Bor Pál tanulmányi versenyen adja át a díjakat a diákoknak. Milyen kapcsolata volt a verseny névadójával?*

– *Bor Palkó* (a JGYTF Fizika tanszékén, az akkori legendás szegedi tehetséggondozó „műhely” vezéralakja) jó barátom volt. A háborús időszakban hozzá-mehéztem holmijaimat biciklivel Szegedről Orosházára. És évtizedeken át tarokkos társam volt!

– *Mindenki csodálja Tanár Úr fizikai és szellemi fittségét. Mi a titka?*

– Szerencsés gének? Vagy talán a tarokk? (Ezt a kártyajátékot az Eötvös-kollégiumban kötelező volt megtanulni, és azóta is játszom.) Mint tudjuk „... a tarokk az egy figyelős játék”!

## A FIZIKA TANÍTÁSA

# TUNGSRAM-LÁMPÁK VIZSGÁLATA

Csatári László

Szent József Gimnázium, Szakközépiskola  
és Kollégium, Debrecen

Három, különböző, nagy teljesítményű lámpa által biztosított fény mérése, megfigyelése, értékelése, optimális kihasználása és a fény fizikájának a megértésére irányuló pályázatot írt ki a Tungstram Schréder. A lámpákat *A fizika mindenkié* 2015. április 18-i országos rendezvény kapcsán vizsgáltuk.

A fényforrások LED-es lámpatestek, nátrium-lámpák és kompakt fénycsövek voltak (1. ábra és a többi

is az első, belső, színes borítón található). A nátrium-lámpa OPALO-1 nevű lámpatestbe épített, 70 W teljesítményű izzót tartalmazott. A kompakt fénycsöves ALTRA21 típusú lámpatestbe épített, 36 wattos, míg a LED-es fényforrás VOLTANA1 típusú lámpatestbe épített, 29 watt teljesítményű fényforrást tartalmazott. Az elvégzett mérésekkel a hétköznapi tapasztalatokat kívántuk igazolni.



*Csatári László* 1995-ben fizika – ábrázoló geometria, 1998-ban informatika szakos tanári diplomát szerzett a Kossuth Lajos Tudományegyetemen. A debreceni Szent József Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégiumban tanít. Rendszeres résztvevője a fizikatanári ankétoknak, ezeken több alkalommal tartott műhelyfoglalkozást. Legfontosabb kitüntetései: Színpadon a Természettudomány (2014 – fődíj), Öveges József-díj (2014), Ericsson-díj (2015).

## Bekapcsolási idő mérése

A közvilágítás – sárga színű – nátrium-lámpái bekapcsolás után fokozatosan érik el a legnagyobb fényerejüket. Mi a helyzet a többi fényforrás esetében? Következő mérésünkben ezt vizsgáljuk.

TSL235 fény-frekvencia átalakító, ARDUINO alapú mérőrendszer és LabVIEW nyelven írt kiértékelő program segítségével felvettük a lámpák fényerő-idő karak-

terisztikáját. A szenzor az adatlapja – <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tsl235.pdf> – szerint a fényerővel egyenes arányban álló frekvenciát állít elő. Mi ezt mérjük, tehát a függőleges tengely fényerősséggel arányos adatokat tartalmaz, a vízszintes skála pedig a mérések sorszámát, azaz az időt mutatja. A lámpáktól fél méter távolságra helyeztük el az érzékelőt és árnyékolással biztosítottuk, hogy arra csak a lámpák fénye jusson. A méréssorozat 0,5 másodperces időközönként történt, a kapott grafikonok a 2. *ábrán* láthatók.

Méréseinkből megállapítható, hogy a kompakt fénycső és a LED a bekapcsolást követően szinte azonnal eléri maximális fényerősségét, míg a nátrium-lámpa bemelegedéséhez időre van szükség, továbbá mindhárom lámpa fényereje ebből a távolságból azonos.

## Lámpák színvisszaadása

A nátrium-lámpa szemmel láthatóan sárga fényt bocsát ki. Előszereettel használják közvilágításra, hiszen kis fogyasztás mellett (70 W) nagy fényerőt produkál. De gondoljunk egy kivilágított utcán elkövetett bűncselekményre. Hogyan írják le az elkövetők ruháját a szemtanúk? Vajon hogyan néznek ki a különböző színű tárgyak a lámpákkal megvilágítva? Erre kerestünk választ a következő mérésünknel.

Színes papírlapokat világitottunk meg a lámpákkal (3. *ábra*) és fényképezéssel dokumentáltunk. Figyelembe kellett venni, hogy a fényképezőgép minden kép készítése előtt fehéregyensúlyt állít, így az azonos körülmények érdekében a lámpák egyszerre világitottak, és árnyékolással (a csomagoló doboz oldalával) biztosítottuk, hogy a lámpák fénye a papírlapok megvilágítása közben ne keveredjen. Összehasonlításképp képszerkesztő programmal a fényképen található, egymásnak megfelelő színű lapokból kivágott négyzeteket egymás alá rendeztük. A sorrend fentről lefelé haladva: LED-es, Na-, fénycsöves lámpa (3. *ábra*). Az alsó sorba beadtuk a napfényenél készített referenciafényképről is odamásoltuk a megfelelő színeket.

Megállapítható, hogy a nátrium-lámpa színvisszaadása a legrosszabb. A színek jelentősen módosulnak zöld és kék papírlap esetén. A természetes fényviszonyokhoz legjobban a LED-es lámpa fénye hasonlít.

## Spektrális vizsgálat

Vajon milyen a fényforrások fényének spektrális eloszlása? Ehhez a vizsgálathoz saját spektroszkópot készítettünk DVD-lemezből és ráhelyezhető kartonlapból. Mindenki látta már, hogy a CD- és DVD-lemezek megfelelő szögben tartva szivárványszínben tündökölnék. Ezek a lemezek a gyártás során olyan „spirális adatszerkezetet” (pit-land) kapnak, ahol a spirálok közötti távolság CD esetén 1,6  $\mu\text{m}$ , DVD esetén 740 nm. Ez az az „optikai rács”, ami a fehér fényt színeire bontja. A jelenséget részletesebben megvizsgálva azt tapasztalhatjuk, hogy a lemez síkjával körülbelül 20-

25 fokkal beérkező fehér fényt a CD és a DVD a lemez síkjával körülbelül 50 fokkal bezárt irányban bontja színeire. Az adatokat kihasználva sötét kartonból tortaszelet formájú árnyékolót készítettünk, amin az irányoknak megfelelő egy-egy rés szolgált a fény behatolására és a színek észlelésére (5. *ábra*). A színeire bontott fénynyalábra mobiltelefonnal nyugodtan bele is fotózhatunk! Méréseinket mi is így dokumentáltuk.

Az egyes lámpák spektrumát a 6. *ábra* képei mutatják. A lámpák sorrendje balról: LED-es, Na, kompakt fénycsöves és végül referenciaként a természetes napfény. Vizsgálataink alátámasztják a színes mérésnél kapott eredményt: a legjobb színvisszaadást a LED-es fényforrás esetén kaptuk, hiszen ennek spektruma jól közelíti a természetes fényét. A nátrium-lámpa esetén csak kevés színt tartalmaz a spektrum, így a színvisszaadás sem lehet tökéletes.

## Megvilágítási terület meghatározása

A modern világítótesteknél fontos, hogy a fény a megfelelő helyre kerüljön. Egy magasan elhelyezett lámpa nem csak az utat világítja meg, de a házak falát is, sőt az ablakon is bevilágítva vagy az ég felé sugározva fényszennyezést okoz. A régebbi típusoknál a fénycsőva irányítását tükrökkel oldották meg, míg a LED-es lámpa esetén lencserendszert alkalmaznak.

Mérésünkben az adott lámpák által megvilágított terület fényerősség-eloszlását térképeztük fel. A mérést úgy végeztük, hogy a függőlegesen felállított lámpák fényét fehér felületre irányítottuk, majd a felületen 5×5 cm-es raszterekben lemértük a fényerőt. Erre a célra szintén a TSL235 fény-frekvencia átalakítóval felépített áramkört használtuk. A kapott értékeket táblázatkezelő programba betöltve készültek el a 3D (felület) grafikonok.

Méréseinkből kiderül, hogy mindegyik lámpa erősebben egy jól meghatározott téglalap alakú területen világítja meg a felületet. Ez a nátrium-lámpánál a legnagyobb (7. *ábra*, középen), a fénycsöves lámpánál már kisebb (7. *ábra*, jobbra), az irányított fényű LED-es világítótestnél a legkisebb (7. *ábra*, balra). Vagyis a megvilágított területre eső fényerő itt a legkedvezőbb.

## Összefoglalás

A világítótestek hétköznapunk részeivé váltak. Természetesnek vesszük, ha naplemente után nem kell a sötét utcákon botorkálni. Fontos, hogy a megvilágítás a gazdaságossági célon túl minél észszerűbb legyen. A megfelelő terület megvilágítása, a jó színvisszaadás a korszerű fényforrások segítségével ma már megoldható. Azt, hogy mennyire jók a fényforrások, akár otthoni kísérletekkel, mérésekkel is tudjuk igazolni. Ebben szerettünk volna segítségét adni.