

A szem periférikus észlelési küszöbének a vizsgálata LED fényforrásokkal tekintettel az éjszakai járművezetésre

(internetes változat)

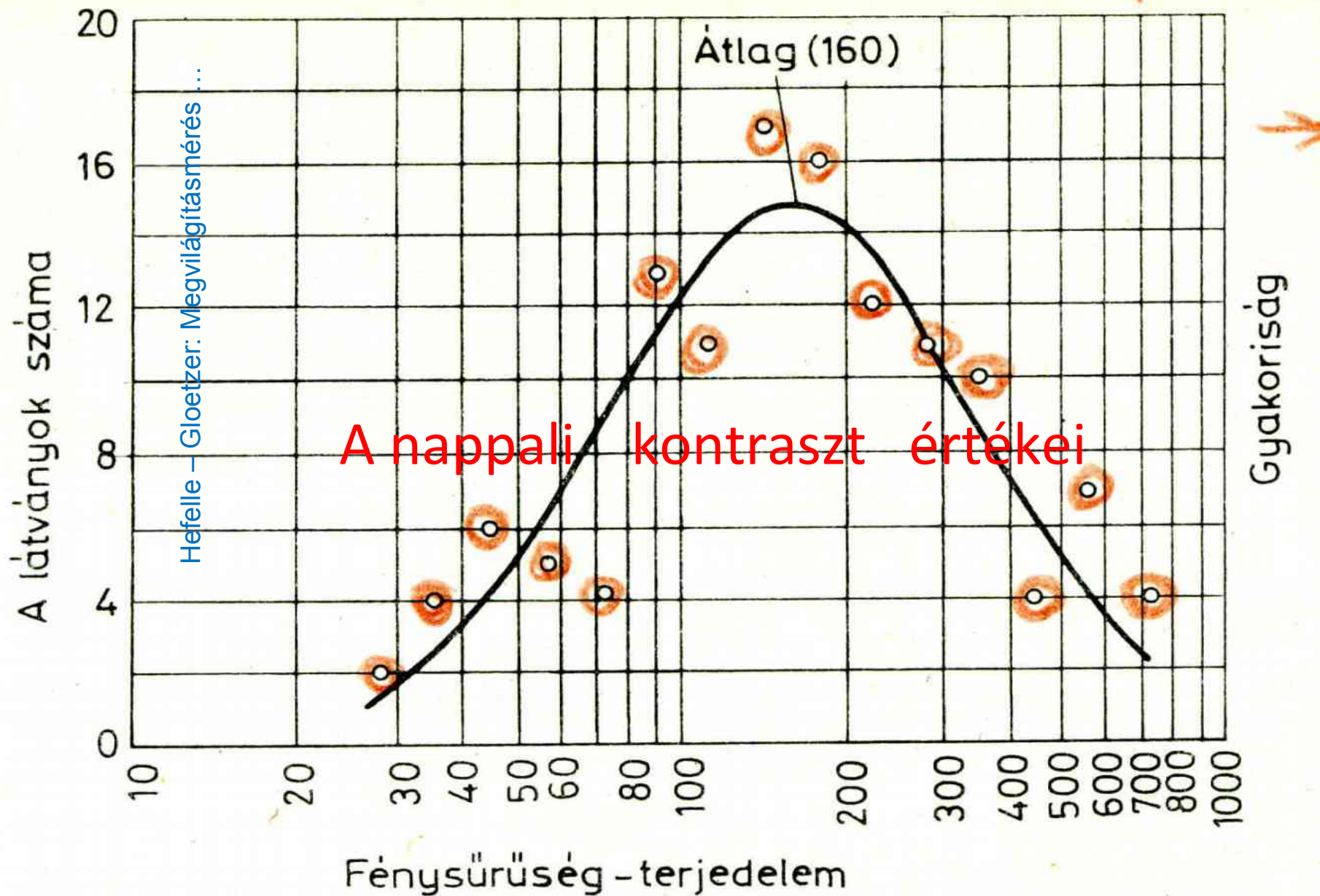
Erbeszkorn Lajos

Az előadás részei:

- * A szem észlelésére vonatkozó alapismeretek.
- * A vizsgálatot kiváltó csillagászati megfigyelés.
- * A jelenség alapján az éjszakai járművezetésre vonatkozó lényeges szempontok ellenőrzése LED-ekkel és egyszerű, képernyős szimulációval.
 - Az észlelések a szemem adottságait tükrözik.
 - A mérőműszerek amatőr szintűek (luxmérő, adott térszögű foto-fénymérő), valamint közepes és jó minőségű fényképezőgépek (100 illetve 100, 200 és 400 dinamikai értékkel) összehasonlítási célokra.

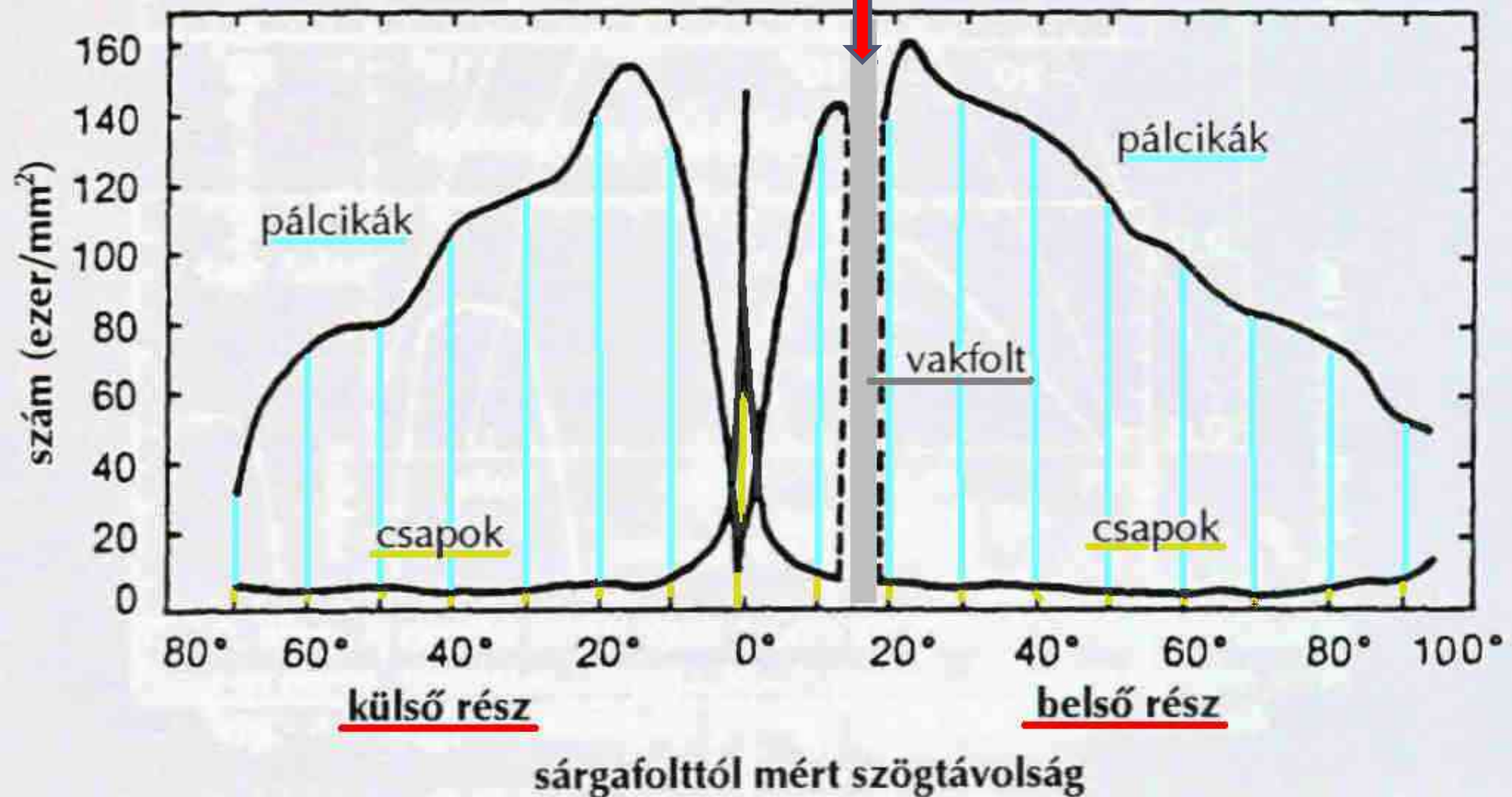
Az emberi szem tíz nagyságrendnyi alkalmazkodásának tényezői:

- * Azonnali dinamikus, a szinapszisok és a pupilla átmérő vezérlésével kiegyenlítést biztosító fényérzékeny **ganglion sejtek**.
- * A háromfajta fényérzékeny pigmentet tartalmazó **csapok**, amelyek áttételesen a színérzetet szolgáltatják az agynak.
- * A **pálcikák**, amelyek a csapoknál lassúbb regenerációs képességűek, de a nagyobb energiájú fény fotonokra jelentősen érzékenyebbek.



3-8. ábra. 126 látvány fénysűrűség-terjedelmének statisztikus értékelése

Agyi interpoláció (egyszemes nézés)



13.17. ábra. A pálcikák és csapok eloszlása a retinán egy vízszintes vonal mentén. A szaggatott vonalak a vakfoltot jelölik

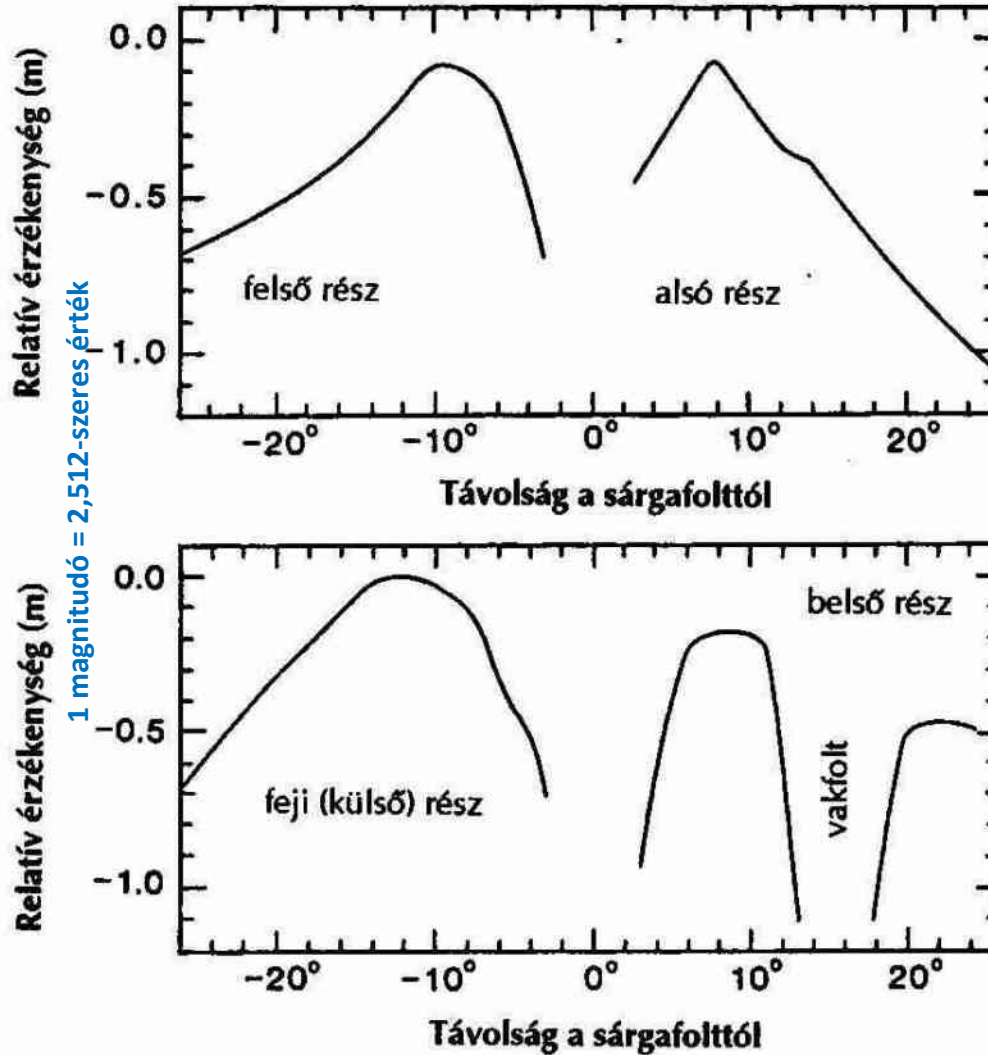


Csapokra vonatkozó értékek, a periférián a felbontóképesség jelentősen romlik.

FIGURE 7-1. Visual acuity of the retinal periphery. Continuous black lines indicate points of equal visual acuity. Note that the gradient of visual acuity is steepest in the upper half of the retina. The decline in acuity with eccentricity is least on the temporal side. The broken line indicates the peripheral limits of the visual field. (Data from Wertheim T: Über die indirekte Sehschärfe. *Z Psychol Physiol Sinnesor* 7:172, 1894; modified from Hofmann FB: Die Lehre vom Raumsinn. In Axenfeld T, Elschnig A, eds: *Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, ed 3, vol 3. Berlin, Springer-Verlag, 1925.)

Csillagászati megfigyelésre adaptált szem

Amatőr csillagászok
kézikönyve



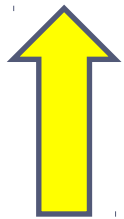
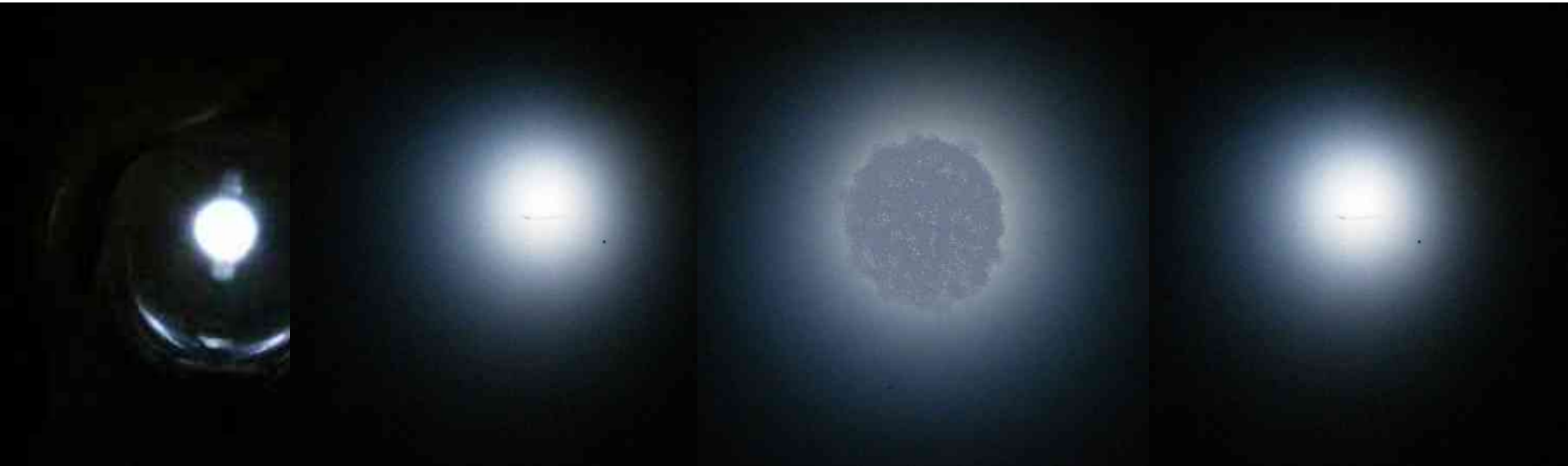
Pálcikákra
vonatkozik

Bakos
Gáspár: A
mély-ég
világa

13.18. ábra. A retina legérzékenyebb területe a sárgafolttól a fül irányában 8° és 16° közé esik. Látható, hogy a felső és alsó negyedek majdnem ilyen érzékenyek, azonban a vakfolt iránya a meredek maximum miatt veszélyes lehet. Ezek szerint célravezető úgy elfordítani a látásunkat, hogy az objektum látszólag az orrunk felé essen

Látásérzetek szimulálása, bemutatása az éleslátás, a periférikus látás és a vakfolt területén egy LED mozgásával

A kontraszt a LED és a háttér között 10000-es érték.
10-es kontrasztnál a vakfolt még tényleg vakfolt, a LED eltűnik!



sárga folt (nézési irány)



vakfolt



közvetlenül a vakfolt mellett

Kisebb tárgy vagy rövidebb észlelési idő nagyobb fényűrűséget igényel az észrevételhez!

2.2 CHARACTERISTICS OF VISION

2.2.1 Magnitude effects

**Az észlelési küszöbhöz adott fény mennyiség kell!
(Ricco és Bunsen – Roscoe törvényei)**

Visual threshold. A fundamental question concerning vision is what is the smallest amount of light needed to evoke the sensation of light, given optimum seeing conditions for the observer. These conditions are that the observer shall have been in the dark for a sufficiently long time to be fully dark-adapted (Sect. 2.2.2). This matter involves the probability of seeing and the differences between individuals (Sect. 2.2.3), but values can be stated for a 50% chance of sensation being evoked for 50% of the population. A large object exposed for a long period can be seen when its luminance L is of the order of 10^{-6} cd/m². This is a useful value to quote in the context of lighting practice, with the general qualification that the smaller the object or the shorter the time it is exposed, the higher the luminance must be for visual sensation.

For small stimuli of short duration, up to 1° in size and up to 0.1 s in exposure time, threshold luminance values follow Ricco's law ($L \times \text{area} = \text{constant}$) and the Bunsen–Roscoe law ($L \times \text{time} = \text{constant}$), spatial and temporal summation being said to be complete. The threshold value of 10^{-6} cd/m² for a large object implies that several thousand quanta of light are absorbed per second by several million rod receptors: vision scientists have sought to define threshold in terms of quantum absorption by individual receptors.

LANT (LYRA) csillagkép

Object Information

General | Multimedia

Object: SAO 67143

Type: Star Magnitude: 6.98

Right Ascension: 18h 35m 44.63s Declination: +38°54'31.64"

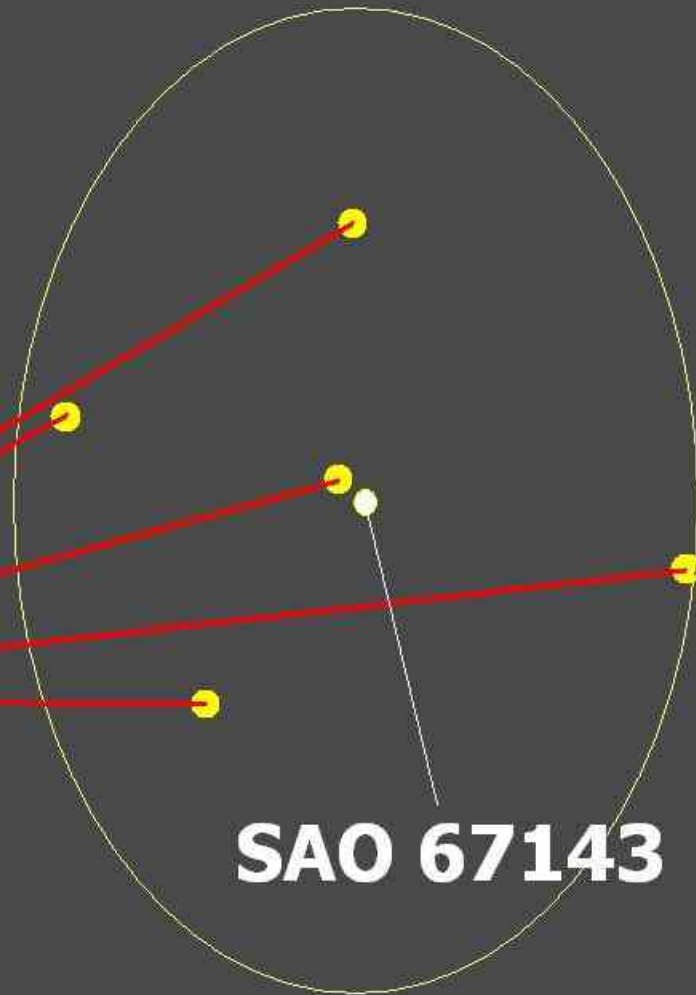
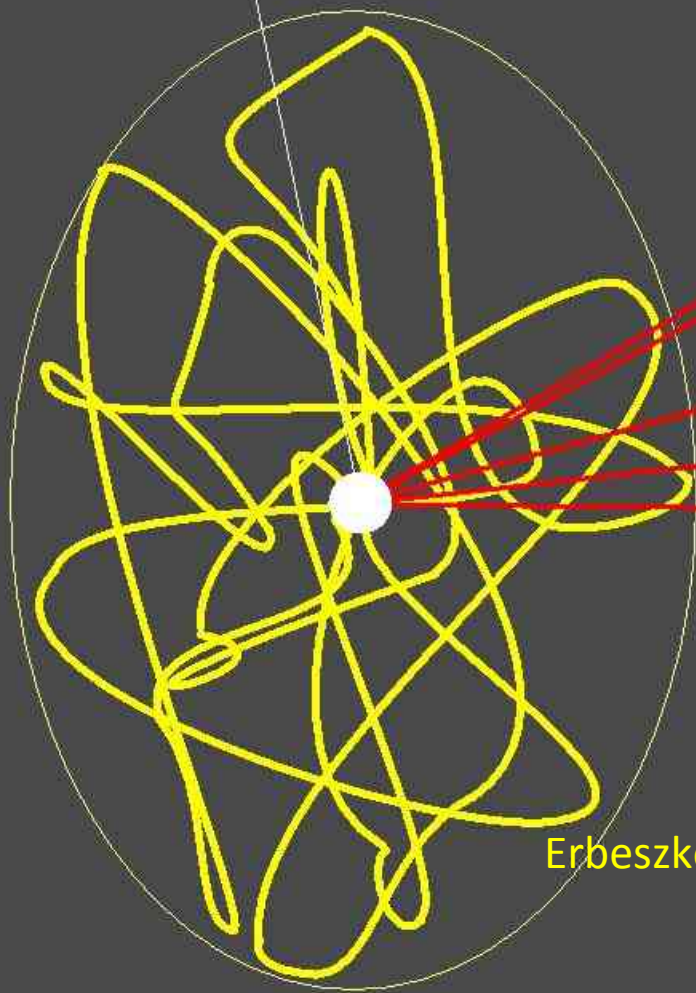
Azimuth: 238°43'27" Altitude: +75°42'05"

SAO 67143
GSC 3105:820, PPM 81526, HD 171872, B+38 3229
Spectral: B9IV
**** Data from Tycho Catalog ****
Proper motion (mas/yr): RA = -3,30, Dec = -5,70
Magnitudes Bt: 7,008, Vt: 6,978
Parallax: 1,400 mas, 714,2857 pc
Distance: 2329,69 light-years, 147332271,57 astronomic
Magnitude: 6.98

VEGA

Alapészlelés: A VEGA melletti csillag 20-szoros nagyítás mellett különböző távolságokban és szögekben jelent meg a VEGÁ-hoz viszonyítva (1/600-ad fényességű a VEGÁ-hoz képest).

VEGA



SAO 67143

Erbeszkorn Lajos: Világítástechnika a szemhez igazítva,
Elektrotechnika, 2012/07-08, 18. oldal

Fotó: 100-as dinamika

A járdák megvilágítása télen jó!

< Észlelési hely: féktávolság ? + 14 méter

Mit ér a szabványban előírt útmegvilágítási homogenitás esős időben? Miért nem a legrosszabb körülményekre tervezik a közút megvilágítását? LED-es lámpatestekkel igazán nem probléma!!!

Észrevételek a vakfolttal és a mezopos látással kapcsolatban

- * Egyszemes nézésnél a vakfoltot az agy a vakfolt környezetéből jövő információk alapján kitölti. Programozott képernyőábrák alapján érezhető, hogy ha a vakfolton egy éles, színes határvonal halad át, ez a vakfolt területén is folyamatosan megjelenik.
- * Kétszemes nézésnél viszont a vakfolt területére a másodperc töredéke alatt a másik szemből származó információ kerül. Természetesen így ez a terület „zajosabb”, az észlelési küszöbhez nagyobb fény mennyiség tartozik. Példa: binokuláros és monokuláros megfigyelés különbsége.
- * A mezopos látásnál az agy a látványnak megfelelően az érzékelő-rendszereit pillanatról-pillanatra optimalizálja a maximális információ kinyeréséhez. Nyilván az éjszakai közúti környezetet úgy kell kialakítani, hogy - ismerve a szem tulajdonságait - biztosítani kell az érzékelési küszöb minél alacsonyabb szinten tartását a periférián!!!

A pálcikák legérzékenyebb területe (barna körökkel jelölve).

B

B

J

Vakfolt

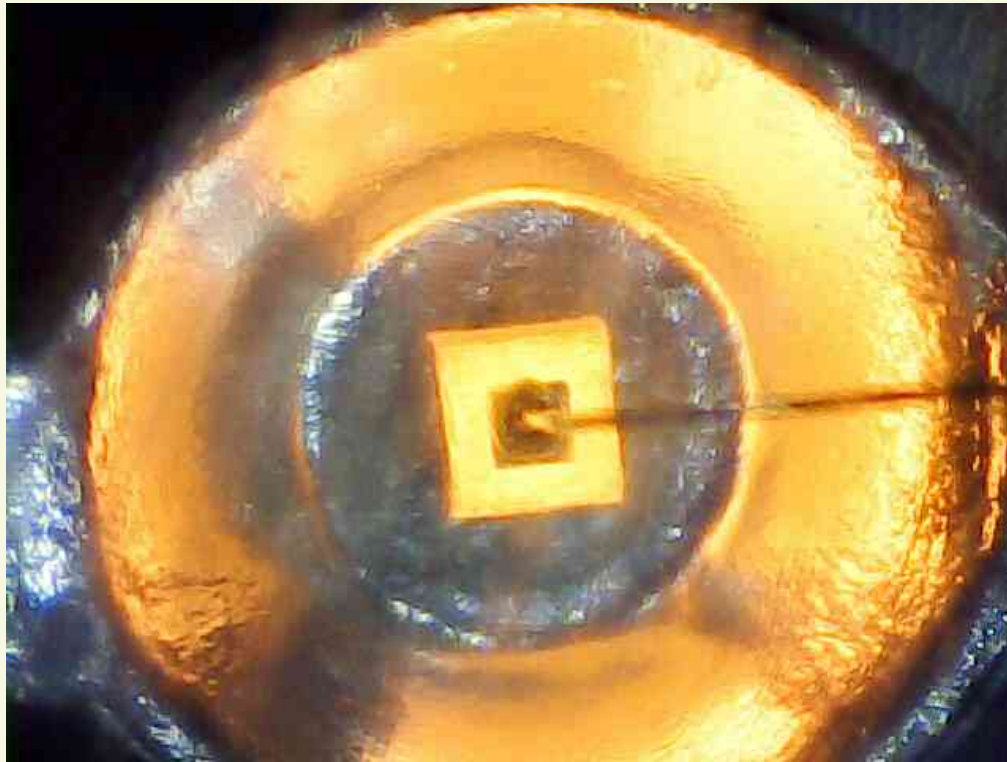
Vakfolt

Hova kerülnek a vakfolt területek, ha a figyelmeztető táblára koncentrálnunk?

10 fok

10 fok

A beltéri vizsgálódáshoz csillagok, kültéri lámpatestek helyett LED-eket célszerű alkalmazni: kis-teljesítményű LED-ek az optikai előrész nélkül, polírozott felülettel.



5 mm külső átmérő - régi gyártású - nem használtam a vizsgálathoz

3 mm külső átmérő, 0,5 mA



Relatív „etalon”

A beltéri vizsgálatokhoz használt LED



Összehasonlító fotó

LED

Na -lámpa

50 cm távolságra a LED a fényképezőgéptől kb. azonos
fényűrűséget mutat a közeli Na-lámpáéval

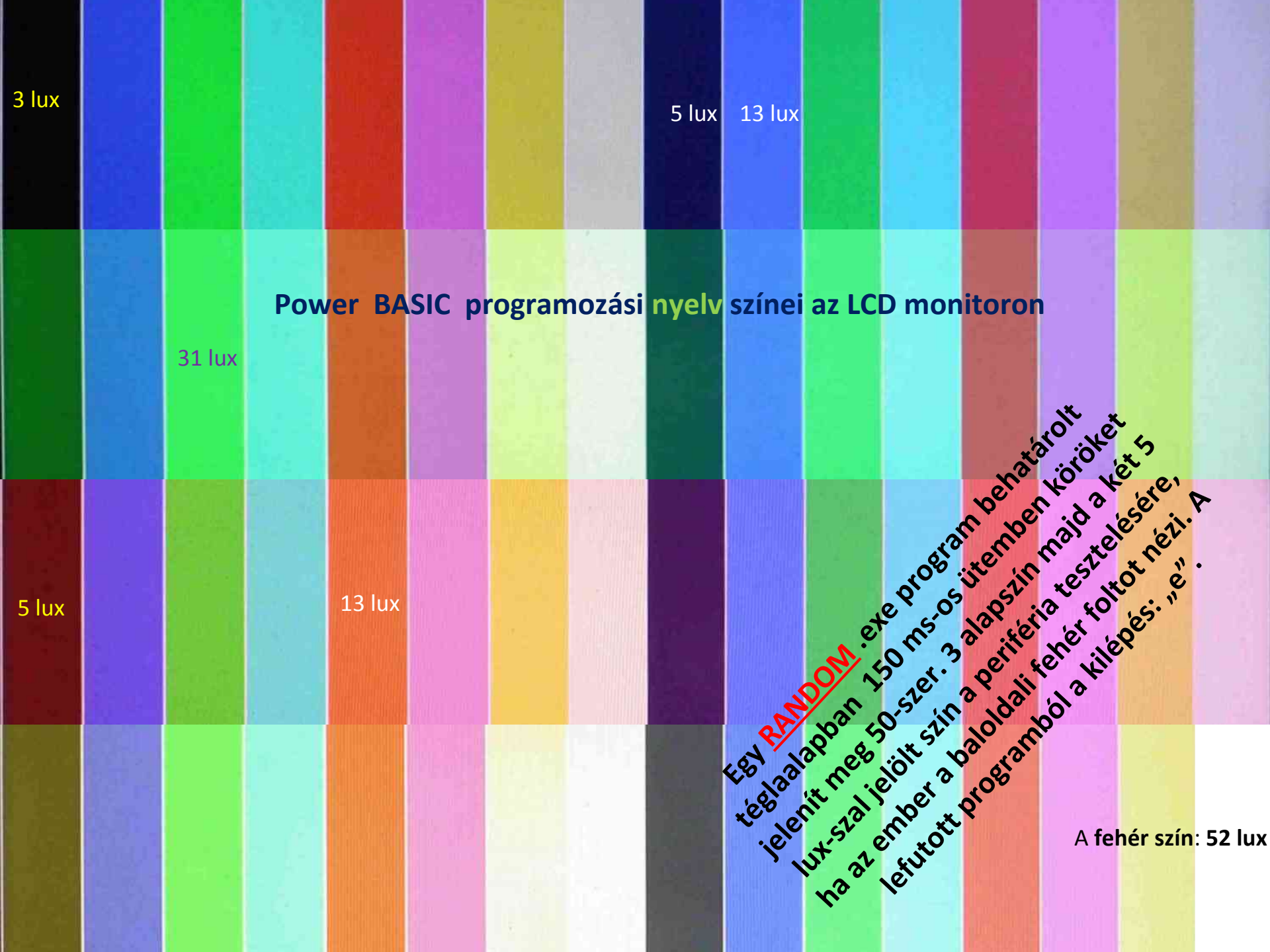
Referencia LED és a monitor fehér foltjának összehasonlítása

Monitor fehér foltja

16-szoros arány fénymérővel (a kép világosság átvitele torzított!)

LED képe

| Tulajdonság | Érték |
|----------------------|--------------------------------|
| Kép | |
| Szélesség | 3072 képpont |
| Magasság | 2304 képpont |
| Vízszintes felbontás | 72 dpi |
| Függőleges felbontás | 72 dpi |
| Bitmélység | 24 |
| Képkockaszám | 1 |
| Készülék típusa | FUJIFILM |
| Fényképezőgép típusa | FinePix 55700 5700 |
| Szerzői jog | |
| Létrehozó szoftver | Digital Camera FinePix 5570... |
| Színreprezentáció | sRGB |
| Zársebesség | 1/158 mp |
| Rekesznyílás | k/3,5 |
| Vakumód | |
| Fokális távolság | 22 mm |
| F-szám | k/3,5 |
| Expozíciós idő | 1/160 mp |
| ISO érzékenység | ISO-400 |



3 lux

5 lux

13 lux

Power BASIC programozási nyelv színei az LCD monitoron

31 lux

5 lux

13 lux

Egy **RANDOM**.exe program behatárolt téglalapban 150 ms-os ütemben köröket jelenít meg 50-szer. 3 alapszín majd a két 5 lux-szal jelölt szín a periféria tesztelésére, ha az ember a baloldali fehér foltot nézi. A lefutott programból a kilépés: "e".

A fehér szín: 52 lux

Két „fehérfényűnek” nevezett LED közvetlen fotója, valamint spektrumaiknak fotói



Referencia , álló LED



1,8 eV 2,1 eV 2,7 eV

Egy mozgó LED („halvány csillag” utánzására).



A nagyobb energiájú (kék) komponens dominál a kisebb energiájúakhoz képest.

A becsült észlelési küszöbök a periférián

- * A periféria legérzékenyebb részén történt a vizsgálat. A színlátás is működött.
- * A perifériás LED mozgatása kézzel történt.
- * A kiválasztott LED-ek világító felületeinek arányában korrekciót alkalmaztam.
- * A három perifériás LED kontraszt értéke az eltűnéskor (a mozgatáskor):
 - 1/600 a központi referenciához (660 nm-re becsült értéknél). Feltételezhető, hogy a csillagászati megfigyeléskor, 110 méteres tengerszint feletti magasságon a légkör a sugárzás kék tartományát szétszórja és nem jut már az ember szemébe.
 - 1/8000 a kontraszt, ha a referencia fényforrással azonos típusú LED-et alkalmaz az ember.
 - 1/15000 a kontraszt az előző ábra erősen kék sugárzást kibocsátó LED-jével.

Nyilván az adatok bizonytalansága rendkívül nagy. Mivel azonban nagyságrendnyi eltérések mutatkoznak, ez az egyszerű megfigyelés is rávilágít arra, hogy a periféria észlelési küszöb térképének pontos meghatározására szükség van.

Felmerül a kérdés: Vajon az éjszakai autóvezetéshez kapcsolódó perifériás észlelési küszöb foton-energia függése leírható-e a más úton meghatározott szkotopos – pálcikákra vonatkozó – $V'(\lambda)$ láthatósági függvényvel?

Következtetések:

- * A mezopos látásnál a sötétebb részeken a gyors, kis térszögű észleléshez adott fény mennyiség kell (Ricco valamint Bunsen-Roscoe összefüggés) kiegészítve azzal, hogy a fotonok energiája is lényeges!
- * A szem alapvető tulajdonságait a közutak világításánál, a jelzőtáblák elhelyezésénél figyelembe kell venni. A vezetést befolyásoló események általában nem ott keletkeznek, ahova éppen nézünk. Az utóképeket eredményező, erős fényfoltként észlelt lámpatestek alkalmazását kerülni kell.

An aerial photograph showing a large-scale forest fire. The ground is covered in intense orange and yellow flames, with thick, dark grey smoke rising from the burning areas. The fire appears to be spreading across a large, irregularly shaped area of land. The background shows some green vegetation, likely unburned forest, contrasting with the fiery foreground.

**Köszönöm megtisztelő
figyelmüket!**

Quelle **NASA**