

# A digitális fényképezőgép

## IV. rész

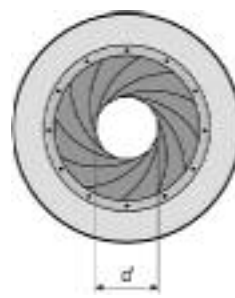
Kiegyensúlyozott tonalitású és részlethű felvételeket csak úgy készíthetünk, ha a képfelvevőre (filmre vagy elektronikus képérzékelőre) jutó fény mennyiségét úgy szabályozzuk, hogy az a helyes expozíciónak megfelelő optimális értéktartományba essen. Ez a fény mennyiség a képfelvevő fényérzékenységevel fordítottan arányos. A tárgy megvilágítását fénymérővel kell meghatározni, a helyes expozíciót pedig a fényerősség és a megvilágítási idő (expozíciós idő) együttesével kell beállítani. A fényerősség szabályozása *fényrekeszszel*, az expozíciós idő beállítása pedig *zárszerkezettel* történik.

### 3.2. Fényrekesz (blende)

A *fényrekesz* szemünk pupillájához hasonlóan működik, segítségével az objektív fényáteresztő felületét változtatjuk és ezzel a megvilágítás erőssége is megváltozik (1. ábra). A fényképezéskor rekesz helyett a német szakirodalomból átvett *blende* elnevezést is használják. A fényrekesz szerkezetileg nagyon vékony, egymásra csúszó 5-20 darab félkör alakú fém- vagy műanyag lemezből áll, amelyet az objektívbe, a lencserendszer főtájkjának közelébe építenek be. A rekesznyílás  $d$  átmérőjét kívülről lehet állítani a rekeszállító gyűrű segítségével. A fénytan törvényei szerint a képfelvevőt érő megvilágítás erőssége egyenesen arányos  $\pi(d/2)^2$ -el (rekesznyílás felületével) és fordítottan arányos  $k^2$ -el (az objektív és a képsík közötti távolság – a képtávolság – négyzetével). Vagyis, a megvilágítás erőssége egyenesen arányos  $(d/k)^2$ -tel. A  $k$  képtávolság csak közelfényképezésnél lesz számottevően nagyobb, mint a fókusztávolság, egyébként  $k \cong f$ , ezért a megvilágítás erőssége  $(d/f)^2$ -tel arányos. Az  $F = d/f$  hányadost *viszonylagos rekesznyílás*nak nevezik, a reciprokl értékét az  $R = f/d$  hányadost pedig *rekeszszám*nak. A rekeszállító gyűrűn minden egyes fokozat rekeszszáma fel van tüntetve. A rekeszszám értékek szabványosítva vannak és egy  $\sqrt{2} = 1,41$  hányadosú mértani sorozatot alkotnak:

**R:** 1 1,4 2 2,8 4 5,6 8 11 16 22 32 45 64

Mivel a megvilágítás erőssége fordítottan arányos az  $R$  rekeszszám négyzetével, ezért a rekeszszámok sorozatában minden következő számnak megfelelő nyílás a megelőzőhöz képest a fény mennyiség felét engedi át. Fontos megjegyeznünk, hogy a rekesz akkor van teljesen nyitva, amikor a rekeszállító gyűrűvel a legkisebb rekeszszámot állítottuk be. Az objektív legnagyobb rekesznyílását a lencsék átmérője határozza. Minden objektív foglalatán feltüntetik a gyártó cég nevén és az objektív fókusztávolságán kívül, a legnagyobb rekesznyílásnak megfelelő rekeszszámot is. Ez az *objektív fényereje*. Egy adott fókusztávolságú objektívnek annál nagyobb a fényereje, minél nagyobbra nyitható a rekesznyílása, azaz minél nagyobb átmérőjűek az objektív lencségei.



1. ábra  
Fényrekesz (blende)

Ha két különböző fókusz távolságú objektív rekesznyílásának azonos a maximális átmérője, akkor nyilvánvaló, hogy a nagyobb fókusz távolságú objektív fényereje kisebb.

A korszerű fényképezőgépek automatikus rekeszállítási lehetőséggel rendelkeznek. A rekeszállító gyűrűre egy fogaskereket szerelnek, amelyet egy miniatűr szervomotor forgat. A motor meghajtását a fényképezőgép mikroprocesszoros vezérlő áramköre végzi, aszerint, hogy az objektív által befogott képen mekkora a fényerősség és milyen hosszú expozíciós idővel fogunk fényképezni. Az expozíciós időt az adott témától függően általában mi határozhatjuk meg.

### 3.3. Zárszerkezet

A *zárszerkezet* segítségével a pontos megvilágítási időt lehet betartani. A zár az exponálás előtt és után is a képérzékelőt a fénytől elzárja. Amikor megnyomjuk az exponáló gombot, a zár kinyílik egy rövid időre, legtöbbször a másodperc tört része alatt, a fényt a képérzékelőre engedi és ezután becsukódik. Ezt az időt, amíg a zár nyitva van, *megvilágítási-, expozíciós-,* vagy *záridőnek* nevezzük. A szabványos expozíciós idő értékei  $\frac{1}{2}$  hányadosú sorozatot alkotnak:

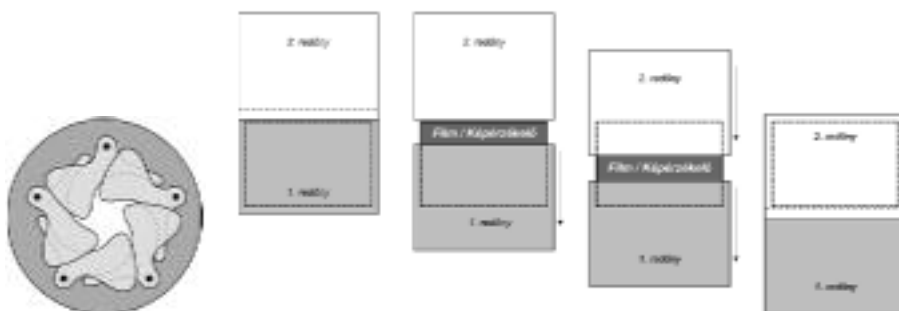
$T_E : 1 \quad 1/2 \quad 1/4 \quad 1/8 \quad 1/15 \quad 1/30 \quad 1/60 \quad 1/125 \quad 1/250 \quad 1/500 \quad 1/1000 \quad 1/2000 \quad \text{sec}$

Rövidebb expozíciós idők felé mindegyik fokozat az előzőhöz képest fele időtartamú. A fényképezőgépeken a záridők jelzését egyszerűsített formában találjuk meg, csak a nevező értékét tüntetik fel. Például az  $1/60$  másodperc jelzése csak 60, ezért a nagyobb számok rövidebb időket jelentenek. Egy másodpercnél hosszabb megvilágítási időt a zárszerkezet „B” jelzésre való állításával érhetjük el. Ebben az állásban az expozíció addig tart, amíg a zárkioldó gombját lenyomva tartjuk.

A zárszerkezetek két alaptípusa van elterjedve: *központi zár* és *redőnyzár*. A központi zárat az objektívba, vagy közvetlenül annak háta mögé építik be és 3-7 fémlemezkekből áll (2. ábra). A lemezek nyitáskor az objektíven áthaladó fényáramnak egyre nagyobb keresztmetszetet nyitnak meg, majd záraskor ezt a keresztmetszetet fokozatosan csökkentik. Emiatt a központi zárnál a tényleges expozíciós idő a rekesznyílással is változik. A viszonylagos változás annál jelentősebb, minél rövidebb az expozíciós idő. Ezért szükségessé vált a relatív expozíciós idő fogalmának a bevezetése. A megállapodás szerint, ezt az időt 50%-os nyitási helyzetből 50%-os zárési helyzetig számítják. A leg-rövidebb expozíciós idő a nyitás és a zárési idő összegének a fele, amely a leggyorsabb központi zárszerkezetnél sem kisebb  $1/500$  sec-nál. Rövidebb expozíciós időt redőnyzárral lehet elérni.

A professzionális gépeket általában redőnyzárral szerelik fel. A redőnyzár lényegében két redőnyből áll, amelyek közvetlenül a képérzékelő síkja előtt helyezkednek el (3. ábra). Alapállásban, vagyis exponálás előtt a két redőny zárva van és a képérzékelőt az alsó redőny teljesen eltakarja, exponáláskor ez a redőny lefut, és a képfelvevőt fény éri. Az expozíciós idő leteltével a felső redőny is lefut és ezzel elzárja a fény útját a képfelvevő felé. A zár felhúzásakor a két redőny a kiinduló alaphelyzetbe tér vissza, összecuszkodva. A redőnyök mozgási sebességei egy adott zárszerkezetnél azonosak, vagyis mind a két redőny lefutási ideje egyforma és független a beállított expozíciós időtől. A redőnyzár működése eltérő hosszabb és rövidebb expozíciós időknél. Amikor az expozíciós idő kisebb a redőny lefutási idejénél, akkor a második redőny még azelőtt elindul mielőtt az első már leérkezett volna. Ilyenkor a képérzékelő síkja előtt a két redőny között kialakuló rés halad végig. Az expozíciós idő csökkentésével a rés mind keskenyebbé válik. Minél keskenyebb a rés, annál kevesebb ideig éri a képérzékelőt a fény. A rés a redőnyök lefutási sebességével halad el a képérzékelő előtt, így a képérzékelő kü-

lönböző pontjainak, helyesebben sávjainak megvilágítása egymás után és nem egyetlen időpontban történik meg. A redőnyzárás gépek nagy előnye, hogy az objektívet gond nélkül cserélhetjük, ugyanis a képfelvevő előtt elhelyezkedő redőnyök zárva vannak és nem engedik át a fényt. Egy másik, ugyancsak fontos előnye a redőnyzárnak, hogy nagyon rövid megvilágítási időket is meg lehet valósítani, akár 1/8000 másodpercet is. A lefutási időt a redőny-lemezek súlyának csökkentésével lehet rövidíteni. Minél könnyebb a redőny, egy adott erő annál nagyobb gyorsulást képes eredményezni. Ezért a redőnyzárakat igen ellenálló, különleges fémötvözetből állítják elő, amely lehetővé teszi a nagyon vékony, igen könnyű és egyúttal rendkívül ellenálló redőny-lemezek megvalósítását. A legmodernebb gépek zárszerkezetét elektromágnes működteti, és ezáltal az expozíciós időt automatikusan lehet vezérelni.



2. ábra  
Központi zár

3. ábra  
Redőnyzár

A fénytán törvényeit figyelembe véve, a képérzékelőt érő fény mennyiség nem változik meg, ha a megvilágítás erősségét és az expozíciós idő szorzatát nem változtatjuk meg. Így, ha a rekesznyíláson egy szabványos fokozatot szűkítünk (például 4-ről 5,6-ra), akkor az objektív fele annyi fényt enged át mint előtte és a képérzékelő kétszer annyi ideig kell fényt kapjon, ezért a megvilágítási időt egy fokozattal meg kell hosszabbítanunk (például 1/60-ról 1/30 másodpercre). Ez természetesen fordítva is érvényes, amennyire megnyitjuk a rekesznyílást, annyira kell az expozíciós időt is csökkentenünk. Láthatjuk, hogy ugyanaz a fény mennyiség több rekesz-idő értékpárral állítható be (lásd az 1. táblázatban foglalt példát) – ezt *viszonyossági törvénynek* nevezzük.

<b>R :</b>	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
<b>T<sub>E</sub> :</b>	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2

a).

<b>R :</b>	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
<b>T<sub>E</sub> :</b>	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15

b).

1. táblázat Rekesz-zár-idő páros egy adott megvilágításnál (a) és annak 8-szorosánál (b)

A helyes expozíciós értékpárok kiválasztásához meg kell állapítani a megvilágítást. A képet érő fényerősséget egy fénymérővel meg kell mérni. Régebben a fénymérőt külön kellett beszerezni, de a jelenlegi korszerű gépekbe be van építve, kivételt csak az olcsó amatőr gépek képeznek. A beépített fénymérő a rekesznyílás beállításához az egész

képterületről vesz fénymintát. Átlagoló fénymérésnél, a gép az egész kép felületén érzékelt fényssűrűség átlagából számítja ki az expozíciót. Amikor csak a megcélzott tárgy fényviszonyait kell figyelembe venni, vagyis a környezet fényviszonyai nem érdekelnek, akkor a gépet át kell állítani szelektív fénymérésre. A legtöbb típusú fényképezőgépnél a fénymérő értékeitől igényeinknek megfelelően el is térhetünk.

### Irodalom

- 1] *Baráth B.*: Hagyományos Fotográfiai Alapismeretek; Berzsényi Dániel Gimnázium Honlapja, Budapest, 2000, <http://berzsényi.tvnet.hu/tanszek/szam/BARBALI>
- 2] *Dékán L.*: Fotótechnikai alapok; Fotóvilág, <http://www.fotovilag.com>
- 3] *Holló D.* – *Kun M.*, – *Vásárhelyi I.*: Amatőrfilmes zsebkönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1972
- 4] *Megyesi L.*: Hagyományos fényképezés; ELTE TTK Oktatástechnika Csoport – UNESCO Információtechnológiai Pedagógiai Központ, Budapest; <http://felis.elte.hu/dept/hu>
- 5] *Pethő B.* – *Sümegei A.*: Digitális fényképezés; ELTE TTK Oktatástechnika Csoport – UNESCO Információtechnológiai Pedagógiai Központ, Budapest; <http://felis.elte.hu/dept/hu>
- 6] *Schroiff, K.* – *Vilin, Y.*: Camera Technology; Photo Zone, <http://www.photozone.de/bindex3.html>
- 7] *Shockley W.*: Félvezetők Elektronfizikája, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1958
- 8] *Szalay B.*: Fizika; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1982
- 9] *Vas A.*: Fotográfia távoktatási modul fejlesztése: III. Modultankönyv, 2000, Dunaújvárosi Főiskola; <http://indy.poliod.hu/program/fotografia/tankonyv.htm>

Kaucsár Márton

## Kozmológia

X. rész

### A mikrohullámú kozmikus háttérsugárzás

Sorozatunk egyik előző részében (FIRKA 3/2002), a Metagalaxisban előforduló anyagformák ismertetésekor, röviden már szóltunk a mikrohullámú háttérsugárzásról. Ezen sugárzás kiemelkedő kozmológiai fontossága miatt célszerűnek tartjuk részletesebben is foglalkozni vele.

A kozmológiai elméletek sorában az 1920-as évektől ismert volt az Ősrobbanás (Nagy Bumm), vagy forró Univerzum elmélet, amely szerint a Világmindenség valamikor igen kis méretűre összezsúfolva, igen különleges körülmények közt kezdte — a mai állapotokhoz elvezető, — kezdetben őrült ütemben, később lassabban táguló létezését, az Ősrobbanást követően. Ez az elmélet sokáig háttérbe szorult az állandó állapotú Világegyetem elmélete mellett, ugyanis ez utóbbi teljes mértékben kikerülte a keletkezés kényes problémáját. Az 1950-es évektől komolyabban vett Ősrobbanás-elmélet térhódításában nem kis szerepe volt a mikrohullámú háttérsugárzás felfedezésének, ami napjainkban széles körben elfogadott egyértelmű bizonyítékot szolgáltat a Világegyetem forró, heves és hirtelen születésére. A háttérsugárzás tanulmányozása terén az utóbbi években elért eredmények egy egész sor igen érdekes információt szolgáltattak az Univerzum fejlődésére és általános szerkezetére vonatkozóan is.