

Mindennapok kémiája

Petőcz György

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2
Fototechnikai képrögzítés elve	2
A fekete-fehér, a színes és a különleges felvételek.	6
Fényérzékenység.....	7
Idő-blende értékpárok	8
Fényképezőgépek	10
Gyakorlati fényképezés	15
Laboratóriumi munkák	16

A hagyományos fényképezés

Bevezetés

Az ember ősrégi törekvése, hogy az őt körülvevő világot és önmagát megörökítse. Kezdetben erre csak a különböző színes anyagok segítségével történő rajzolás, festés és a szobrászat lehetősége volt adott. Az így leképezett valóságérzéslet azonban mindig magán viselte az alkotó keze nyomát, benyomását, érzéseit, ezért egyre inkább erősödött a vágy egy kevésbé szubjektív, a valóságot hűen és mindig egyformán tükröző, viszonylag gyorsan kivitelezhető, leképezési eljárás iránt. Ehhez azonban már technikai eszközökre és az anyagok sokoldalú, alapos ismeretére volt szükség. Mielőtt ezekről részletesebben szót ejtenénk, vizsgáljuk meg, hogy egy képpel szemben milyen elvárásaink vannak!

Ahhoz, hogy az ember a látott síkbeli alakzatot képnek értékelje /a képnek nem művészi, hanem a valóság leképezése értelmében/, a következőknek kell egyidejűleg teljesülni:

- a) Eltérő tónusú /színű, színárnyalatú/ pontoknak, ponthalmazoknak kell lenni, hiszen ha valami egyetlen tónusú, akkor ott nincs kép. /Pl.: bármilyen színűre meszelt fal/
- b) Ezen különböző színű, színárnyalatú pontoknak olyan méretűeknek kell lenni, hogy a különálló diszkrét pontokat megkülönböztetni ne tudjuk, tehát egyrészt nagyságuk, másrészt a közöttük lévő távolság kisebb legyen, mint a szemünk felbontóképessége.
- c) Az is feltétlenül szükséges, hogy az így kirajzolódó, eltérő tónusú ponthalmazok hasonlítsanak egy általunk már ismert alakzathoz. /Pl.: ha valaki nem látott sem a valóságban, sem képen cápát, arról nem hallott, olvasott leírást, akkor az nyilván nem is ismerheti fel, bármennyire is hasonlít a kép a valósághoz, ugyanakkor a hasonlóság, a jellegzetes jegyek megléte már elegendő, hiszen ha valaminek van négy kereke, kormányja, ülései és valamilyen burkoló felülete, azt akkor is autónak érzékeljük, ha pontosan olyan külsővel még sehol nem készült ilyen jármű.

Hogy ez mennyire így van, gondoljunk csak a színvakság orvosi vizsgálatára, amikor is a különálló, különböző színű pontokból álló kártyákat mutatják a páciensnek, amelyeket még nem nevezhetünk képnek. Ha képzeletben ezeket a pontokat sűrítjük, miközben egyre kisebbnek gondoljuk őket, előbb-utóbb kirajzolódik egy kép, mely ábrázolja az adott betűt, vagy számot.

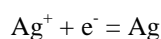
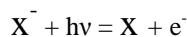
Nyilvánvaló, hogy ha egy óvodás korú gyerek nem ismer fel valamilyen számot vagy betűt, abból még nem következik, hogy ő színvak, hiszen ezekről nincs előző ismerete, azaz nem ismeri a betűket, számokat. Felmerül a kérdés, hogyan lehet fototechnikai úton fenti követelményeknek megfelelő képet létrehozni.

Fototechnikai képrögzítés elve

A fototechnikai képrögzítés azt jelenti, hogy fény hatására – közvetlenül, vagy közvetve – kell bekövetkeznie olyan fotokémiai reakciónak, melynek eredményeképpen formájában, arányaiban, színeiben, színtelítettségében az eredeti látványhoz hasonló képet kapunk. Ehhez nyilvánvalóan kell olyan anyag, mely a rákerülő fény mennyiséggel arányos színváltozást hoz létre. A kémikusok régen észrevették, hogy bizonyos vegyületek fény hatására elbomlanak, és a bomlástermék más színű, mint a bomlatlan vegyület. Ilyenek a fehér, és a világos színű ezüst-halogenidok is, melyekből fény hatására fekete színű ezüst válik ki. Ha egy kémcsőben készítünk ilyen ezüst-halogenid oldatot, és a kémcsőben lévő anyag egyik részét megvilágítjuk, a másik részét pedig fény elől eltakarjuk, akkor a megvilágított részen kiválik az ezüst, a fénytől eltakart rész változatlan marad. Ennek ellenére a kémcsőben lévő egész anyag egyforma sötét árnyalatú lesz, hiszen a különböző színű, bomlott és bomlatlan részecskék egymással szabadon elkeverednek. Ezt a vegyületet képek rögzítésére úgy tehetjük alkalmassá, hogy megakadályozzuk a részecskék szabad elkeveredését, azaz helyhez kötjük az ezüst-halogenid szemcséket. A ma használt fényérzékeny anyagoknál zselatinban finoman eloszlatott ezüst-bromidot visznek fel valamilyen hordozó

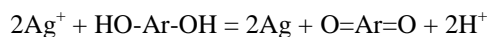
rétegre. Ilyen hordozó rétegnek régebben fémlemezt, üveglapot használtak, ma főleg papírt, cellulóz alapú filmanyagot, de egyre jobban elterjedt a papírhoz hasonló műanyagok használata. A hordozó résztől függően megkülönböztethetünk fotófilmet /síkfilm/ és fotópapírt. Ezek között elvi különbséget nem is célszerű tenni, a gyakorlati különbségek /pl.: eltérő fényérzékenység, a spektrum különböző helyein eltérő fényérzékenység/ az ezüst halogenid hatóanyag mennyiségéből, minőségéből és a különböző adalék anyagok módosító hatásaiból adódnak.

Fényképezéskor a fényérzékeny anyagra vetítjük a valóság arányosan kicsinyített képét, példaként legyen ez most egy T betű. A T legyen fehér, a környezete pedig fekete. A fehér részeken / a T betű nyomvonalán / fény éri a fotóanyagot, így itt elkezdődik az ezüst halogenidek bomlása, míg a T betű környezetében nem éri fény a fotóanyagot, így itt semmi változás nem történik. Mivel az ezüst-halogenidból fény hatására fekete színű finom eloszlású ezüst válik ki, ezért a T betű lenyomatán bizonyos idő múlva szemmel láthatóan is sötétedni fog. Ahhoz azonban, hogy ilyen természetes fény hatására történő spontán bomlás során olyan nagy mennyiségű ezüst váljék ki, mely szabad szemmel is feketének látszik, igen hosszú időre, napokra, hetekre, hónapokra, esetleg évekre lenne szükség. Arra pedig még a gyakorlott fotómodellek sem lennének képesek, hogy napokig, hetekig üljenek elmozdulás nélkül a fényképezőgép előtt, hogy alakjukat megörökítsék. Gyakorlati felhasználásra ez a lehetőség akkor vált alkalmassá, amikor rájöttek, hogy ezt a bomlást vegyszeres kezeléssel meg lehet gyorsítani és le lehet állítani. Ezt a vegyszeres kezelést nevezzük **előhívásnak**, **Exponálás**kor, azaz amikor a fotóanyagra valamilyen módon rávetítjük a képet, csak annyi fényt kell ráengedni, hogy azon minden képi információ nagyon-nagyon apró, szabad szemmel nem látható, kis fekete pontok formájában rögzítve legyen. Ezek az ezüst-halogenid kis mértékű bomlásakor keletkező parányi fekete pontok hozzák létre az exponálásakor keletkező láthatatlan, **látészólagos** úgynevezett **látens** képet. Ez hozzávetőlegesen azt jelenti, hogy minden ezüst-halogenid kristályban, melyben körülbelül 10^{12} nagyságrendű mólnyi ezüst-halogenid található, néhány ezüstatom (10-100 db) válik ki. Ezt a fotokémiai reakciót a halogenid-ionok (X^-) fényabszorpciója során keletkező elektronok fém-ionokkal történő reakciója jellemzi.

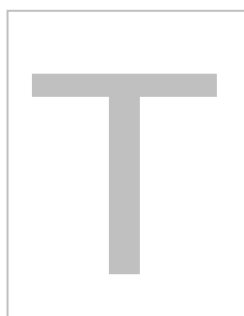


ahol X a halogén atomot jelöli Az első reakcióban képződő halogén atom a zselatinban elnyelődik.

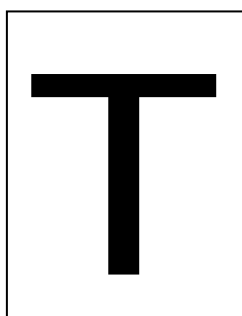
A látens kép láthatóvá tétele vegyszeres kezeléssel történik. A vegyszeres kezelés első részében a szűkebben értelmezett **híváskor** az ezüst kiválás mértékét növeljük meg annyira, hogy az szabad szemmel jól látható legyen. Ezt úgy érzük el, hogy a látens kép kialakításakor megkezdődött ezüst halogenid bomlását vegyszerrel, redukáló szerrel (például hidrokinnal) megnöveljük.



A kristályosodás törvényszerűségei miatt a keletkező ezüst döntő többsége ott válik ki, ahol kristálygócok találhatók, azaz ahol az exponálásakor a fény hatására történő bomlás során már található kivált ezüst. Az ezüst kiválás mértéke a fotóanyag hívófolyadékban töltött idejével és hőfokával és minőségével kényelmesen szabályozható. Minden film és vegyszer esetében az adott körülmények figyelembevételével megadható egy optimális időtartam, ameddig a hívófolyadékban kell lennie a fotóanyagnak. Ha kevesebb ideig kezeljük az anyagunkat, akkor a kiváló kevesebb ezüst miatt a kép világosnak látszik (alulhívott), míg ha az optimális időnél tovább hagyjuk a hívófolyadékban a fotóanyagunkat, akkor sötét, a szélső esetben teljesen fekete lesz (túlhívott).



alulhívott

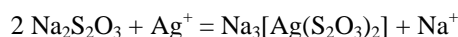


helyesen hívott

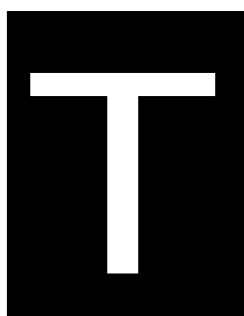


túlhívott kép

A hívás során kapott látható kép még tartalmaz fényre érzékeny ezüst-halogenid részecskéket, hiszen ahol fényképezéskor nem kapott fényt a fotóanyag, -azaz a kép fekete részeinél-, ott nem kezdődött el az ezüst-halogenidek bomlása. Ennek következtében híváskor ott még nem bomlott el az eredetileg jelenlévő ezüst-halogenid, tehát ott még nem vált ki ezüst, azaz az ott lévő ezüst-halogenid részecskék fényre ugyanúgy érzékenyek, mint fényképezés előtt. Ha a hívás során létrejött látható képet megnéznénk, -azaz fényhatásnak tennénk ki-, akkor az ezen részekon lévő, még fény hatására bomló ezüst-halogenid részecskék bomlása következtében kiváló ezüst a képet teljesen tönkre tenné. (Gondoljunk csak az eredeti kép sötét részeire (például a T környezete) ahol a látens kép kialakításakor sem, és a hívási folyamatban sem változott az ezüst-halogenid, tehát ennek fényérzékenységét kell megszüntetni.) Ezt a fényérzékenységet további vegyszeres kezeléssel lehet megszüntetni. Ez lesz a vegyszeres kezelés második fő része, a **rögzítés**, azaz a **fixálás**, ahol a bomlatlan ezüst-halogenideket vegszerrel kioldjuk, eltávolítjuk a fotóanyagról. Erre a célra komplexképző szereket használunk, mint például az erről a felhasználási lehetőségről elnevezett fixíró (nátrium-tioszulfát) megfelelő koncentrációjú oldatát.

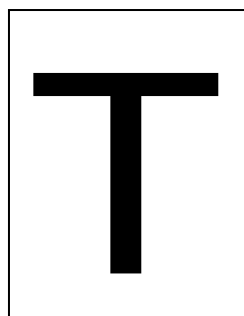


Ilyenkor az ezüst-halogenid ezüst tartalma nátrium-[ditioszulfáto-argentát(I)] komplex-vegyület formájában a fixáló oldatba kerül -mivel ez a komplex-vegyület jól oldódik vízben-, (A használt fixíró oldatból kinyerhető az ezüst.) Az előhívás során kivált feketedést okozó ezüsttel semmi nem történik a fixálás során. Ahhoz, hogy az összes fényre érzékeny ezüst halogenidet eltávolítsuk, bizonyos időre van szükség. Ha ezt az időt kis mértékben túllépjük, semmi káros folyamat nem játszódik le. Abban az esetben azonban, ha a fixálás elégtelen volta miatt fényre érzékeny ezüst-halogenid marad a fotóanyagon, az a fény hatására lassan elbomlik és a kiváló ezüst felhalmozódva évek-évtizedek múltán kezdetben sárga, majd egyre sötétedő barna, fekete foltot okoz a képen. (Bizonyára mindenki látott már régi, sárguló, barnuló fényképet.) Ha az optimális fixálási időt jelentős mértékben túllépjük, akkor a képünk minősége nagymértékben romlik, fátylas lesz. A fixálás után a vegyszeres kezelés során képződött sókat el kell távolítani az emulzióból, ezért **mosni** kell a képet, ellenkező esetben az emulzióban maradó sók a szárítás során kikristályosodnak a képen. (A hívás és a fixálás között is szokták vízzel átöblíteni a fotóanyagot, amit a hívás megszakításának neveznek, ennek elvi szempontból nincs jelentősége, anyagtakarékosági szempontból viszont jelentős lehet. Az előzőek szerint lefényképezett, előhívott, fixált, szárított képet **negatív képnek** nevezzük. Negatív ez a kép azért, mert ami a valóságban világos volt (a T nyomvonala) ott indult meg az ezüst halogenid bomlása, híváskor ott vált ki nagyobb mennyiségű ezüst, azaz ott fekete színű lett, és fordítva, ami a valóságban sötét színű volt (a T környezete/ ott nem vált ki ezüst, fixáláskor innen távolítottuk el az ezüst halogenideket, ezért ez a rész világos lett. Független a negatív-pozitív elnevezés attól, hogy a képet papírhordozóra, vagy cellulózfilm hordozóra vitt fényérzékeny anyagon állítottuk-e elő. A negatív kép értékeléséhez az ember nem szokott hozzá, ezért a legtöbb esetben a pozitív kép előállítását a cél. A pozitív kép a valósággal egyező tónusokat tartalmaz.



pozitív

és



negatív kép

A negatív képből pozitív képet úgy kaphatunk, ha a negatív képet lefényképezzük így a negatív negatívjaként a valóságos színeket, azaz a pozitív képet kapjuk. Ez az átfényképezés a gyakorlatban többféleképpen is megvalósítható:

- a) papírhordozóra vitt fényérzékeny anyagra, azaz fotópapírra vetítik rá a negatív képet, egy erre a célra szerkesztett berendezésben, amit nagyítónak neveznek, magát a műveletet pedig **nagyításnak**.

A nagyítás elnevezése onnan származik, hogy általában a pozitív papírkép mérete nagyobb, mint a negatív kép mérete. (Ennek ellenkezőjére is van példa.)

Az így exponált (megvilágított) fotópapírt a laborműveletek elvégzése után (hívás, fixálás, mosás, szárítás) elvégzése után ránézeti képként használjuk.

- b) A negatív feldolgozásának másik lehetséges útja, hogy nagyméretű, cellulóz film alakú hordozóra vitt fényérzékeny anyagra az úgynevezett síkfilmre nagyítjuk rá a negatív képet. A laborműveletek elvégzése után kapjuk a pozitív síkfilmet, amit átnézeti képként írásvetítő transzparensként használhatunk. Ha az ábra megengedi a negatív síkfilm esetenként még jobban is használható, mint a pozitív. Mind a negatív mind a pozitív síkfilm utólagosan az írásvetítő transzparenshez hasonlóan kiegészíthető, színezhető.
- c) A negatív feldolgozásának a harmadik lehetőség, hogy fényképezőgépbe fűzött fotófilmre fényképezünk, átfordítjuk a filmet. A fordítást erre a célra szerkesztett fordító állványon célszerű elvégezni. Az exponált filmet, mint negatívot kezeljük a laboratóriumi feldolgozás során, melyek eredményeképpen kisméretű átnézeti képet, a diapozitívot kapjuk. Ez a folyamat – tehát hogy a fényképezés után megkapjuk a negatív képet, majd azt újra lefényképezve állítjuk elő a pozitív képet – a diapozitív előállításának a kétszeres negatívos eljárása. Előnye: hogy egyszerű laboratóriumi munkára van csak szükség, egy felvételtől (azaz egy negatív képről) tetszés szerinti számú ugyanolyan diapozitív készíthető. Hátránya, hogy a másodszori fényképezés miatt veszít a minőségéből.

A diapozitív előállításának van azonban egy másik útja is, amit a fordítós fotófilmek elterjedése tett lehetővé. Ilyen filmek használata esetén a kész pozitív képet ugyanazon a hordozón kapjuk, amelyekre az eredeti felvételt készítettük. Ebből következik, hogy ahány diapozitívra van szükségünk, annyi felvételt kell készíteni. Ezek a filmek kétrétegű fényérzékeny anyagot tartalmaznak, ahol a két réteg fényérzékenysége eltérő és a rétegek között egy gyenge fényvisszaverő réteg van. Fényképezéskor a felső fényérzékeny anyagban kialakul a látens kép, ezt egy kétlépcsős laborfolyamat követi. Először előhívjuk a felső rétegbe a negatív képet, majd a vegyszeres kezelést megszakítjuk, és egy erőteljes megvilágítással kialakítjuk az alsó fényérzékeny rétegben a negatív kép látens képét. A negatív képet vegyszerrel leoldjuk, majd az alsó réteg pozitív képét előhívjuk, fixáljuk. A laborműveletek befejezése után a pozitív képet kapjuk. Előnye ennek az eljárásnak a kétszeres negatívos eljáráshoz viszonyítva, hogy jobb pozitív képet eredményez, egyedi képelőállítás esetén olcsóbb és csak egyszer kell fényképezni. Hátránya a bonyolultabb laborálás és az, hogy a negatív kép nem őrizhető meg.

A fekete-fehér, a színes és a különleges felvételek

A tiszta ezüst bromid csak a kék és annál nagyobb energiájú fény /ibolya- és ibolyán túli/ sugarak hatására bomlik. Az ún. érzékenyítők /ezek kis mennyiségű szerves vegyületek/ hozzáadásával azonban az ezüst-halogenid bomlása más hullámhosszúságú sugárzás tartományába is átvihető, illetve kibővíthető, így pl. az ortopán kromatikus filmek /a kiskereskedelemben kapható fotófilmek többsége ilyen/ a látható spektrum minden színére közel azonos mértékben érzékenyítve van. Ha ez nem így lenne pl. ha a fotóanyag a piros és a zöld fényre nem érzékeny (mondjuk film esetében), csak olyan felvételeket tudnánk készíteni, melyek eredetileg piros és zöld színű részt nem tartalmaznak, hiszen a piros és a zöld részek helyén nem lenne „kép”. (Pl. zöld réten piros ruhában lévő személyről nem lehetne képet készíteni.)

Ugyanakkor közismert, hogy a nagyításkor a sötétkamrában piros, vagy zöld fény mellett dolgozunk, mert a fekete-fehér fotópapír ilyen színű fényekre nem érzékeny.

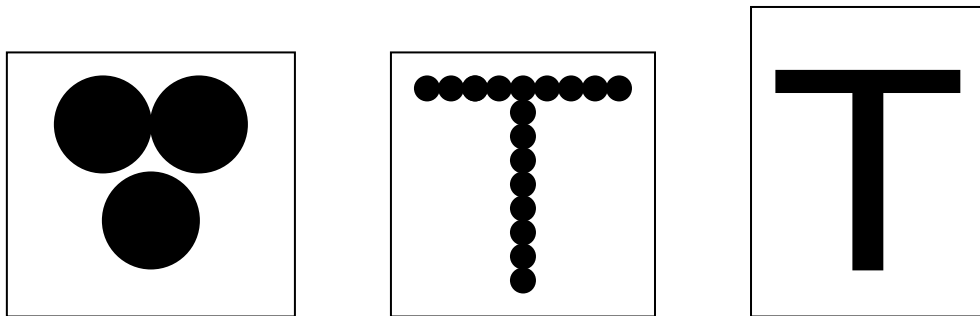
Fotóanyagot érzékenyítenek nem látható tartományra is, infrasugárzásra, hősugárzásra, röntgensugárzásra, stb., melyek segítségével az emberi szem számára láthatatlan tartományban tudunk jó minőségű fényképeket, diákat készíteni.

A színes fényképezés is ezt a lehetőséget használja ki úgy, hogy egy hordozó rétegre három fényérzékeny réteget visznek fel. A három fényérzékeny réteg a három alapszínre /vörösre, zöldre és kékre/ van érzékenyítve. A három alapszín keverékéből bármelyik szín előállítható, illetve fordítva is igaz, bármelyik szín felbontható a három alapszínre. Az előhívás alkalmával az alapszíneknek megfelelő három ezüstkép keletkezik. Az ezüsttel együtt a rétegekben lévő szerves festékanyagokból színes szemcsék is keletkeznek. A kivált ezüstöt (mivel az fekete színű) vegyszerrel kioldjuk, és csak a festékanyag marad vissza, amely a három különböző réteg összegzésével az eredeti felvétel kiegészítő, komplementer színét adja. Színes negatív nagyításkor lehetőség van különböző színszűrők segítségével a képződő színek befolyásolására, korrigálására. Ennek mintegy fordítottja áll elő színes felvételek fényképezésekor, exponálásakor, ugyanis a tárgyról visszaverődő fény színösszetétele a tárgy színén túlmenően a

megvilágító fény összetételétől függ. A megvilágítás lehet természetes vagy mesterséges, ezt a film fényérzékenyítésekor figyelembe veszik és eszerint gyártanak napfényfilmet, illetve műfény filmet.

Fényérzékenység

A látens kép keletkezése alapján belátható, hogy fényképezéskor nem mindegy az, hogy mekkora fényt engedünk a fényérzékeny anyagra, azaz milyen mennyiségű ezüst-halogenid bomlik el. Pontosán annyi fényt kell a fotóanyagra juttatni, hogy minden olyan ezüst-halogenid kristályban melynek a képen feketének kell lennie, néhány molekulányi /10-100 közötti/ ezüst-halogenidból kiváljon az ezüst. Figyelembe véve, hogy a teljes fényérzékeny felületet le kell fedni ezüst-halogenidból kristályokkal, az adott kor technikai, technológiai színvonalán a fényérzékenységet alapvetően az ezüst bromid szemcsék nagysága határozza meg. Gondoljunk csak a fehér T-re, amit fényképezünk. Ha a kristályok nagyok, tegyük fel olyan nagyok, hogy a T betű fényérzékeny anyagra vetített képe csak három nagy kristályon helyezkedik el, akkor a látens kép kialakításához viszonylag kevés fényre van szükség. Az előhívás során az a három nagy kristály teljesen fekete lesz, a többi nem változik. A kapott képen három fekete pont elhelyezkedése hasonlít ugyan az T alakjára, de ezt T-nek még nem mondhatjuk.



Amennyiben a fényérzékeny anyagon a kristályok mérete kisebb /ötöde, tizede, százada/ az előzőnek, akkor már az T ugyanakkora képe nem három, hanem 15, 30, 300 kristályt takar, amiből következik egyrészt az, hogy a látens kép kialakításához szükséges fény mennyiség is ötszöröse, tízszerese, százszorosa lesz az előzőnek, másrészt viszont előhívás után az T betű 15, 30, 300 fekete pontból fog felépülni, azaz szarai ugyan még körívekkel határoltak, de egyre jobban hasonlít a T betűre, tehát egyre jobb minőségű képet kapunk. A kristályszemcsék méretének csökkentésével tehát egyre nagyobb mennyiségű fény szükséges a látens kép kialakításához, viszont egyre jobb minőségű képet eredményez. Mivel az apró szemcsés, finom szemcsés fotóanyagának több fényre van szüksége a látens kép kialakításához, ezért ezek a fényre kevésbé érzékenyek, azaz alacsony érzékenységek, az így kapott kép jó minőségű, kevésbé szemcsés, jól nagyítható.

Fordítva is igaz, ha nagyok durvák a szemcsék, akkor a fényképezéskor kis fény mennyiség is létrehozza a látens képet, ezek a nagy vagy magas érzékenységű filmek a kapott kép viszont szemcsés, kevésbé jó minőségű, kis mértékben nagyítható.

A kép szemcsézettsége és nagyíthatósága egymástól nem független. Ha azt mondjuk, hogy egy kép kevésbé szemcsés mint a másik, akkor ugyanolyan nagyítási arányt feltételezünk, ha azt mondjuk, hogy egy negatív kép jobban nagyítható, ezalatt az ugyanolyan szemcsézettség eléréséhez szükséges nagyítási arányt értjük. A fényérzékenység jellemzésére tulajdonképpen a látens kép kialakításához szükséges fény mennyiséget használjuk. Ez mint a fentiekből kitűnik, egy adott technikai színvonalon, adott technológia alkalmazása esetén arányos a szemcsenagysággal. A fejlődést főleg az ezüst-halogenid érzékenyítésének változása hozta magával, hogy pl. egy mai 24 DIN érzékenységű film olyan szemcsenagyságú, azaz úgy nagyítható, mint egy húsz évvel ezelőtti 15 DIN-es. A technikai, technológiai különbségek a különböző cégek gyártmányai között is. Pl. A Kodak filmek kevésbé szemcsés, mint az ugyanolyan érzékenységű Forte filmek. A gyakorlatban a fényérzékenység kifejezésére a különböző országok szabványainak rövidítése terjedt el, így a fényérzékenységet kifejezhetjük DIN, GOSZT, ASA skálával. A DIN a német szabvány, /Deutsche Industrie Norm/ szerinti fényérzékenységet jelöli. Három DIN

érzékenység változásnál a film fényérzékenysége 2-szeresére nő, illetve felére csökken, ezzel együtt a látens kép kialakításához szükséges fény mennyiség a felére csökken, illetve kétszeresére nő. A GOSZT a szovjet szabvány szerinti /Gaszdarsztvennij Obscseszozjuznij Sztandard/, az ASA az Amerikai szabvány /American Standards Association/ szerinti fényérzékenységet jelöli. Ezek a skálák lineárisak a mérőszám duplázásával, illetve felezésével a fényérzékenység is duplázódik, illetve feleződik. A film fényérzékenységét kifejező mérőszámok három különböző szabványban rögzített mérés eredményeként adódnak, ezért közöttük nincs átszámítási lehetőség /függvénykapcsolat/. Azt azonban meg lehet csinálni, hogy egy darab filmet mely ugyanazzal a fényérzékeny anyaggal van bevonva, tehát fényérzékenysége is azonos, három felé vágva mindhárom szabvány szerint meghatározzuk az érzékenység mérőszámát és az így kapott értékeket táblázatba foglaljuk.

DIN	ASA	GOSZT
15	25	20
18	50	20
21	100	80
24	200	160
27	400	320
30	800	640

A szemcsemérettel szorosan összefügg a fényérzékenységen kívül a felbontóképesség és a feketedés mértékét a megvilágító fény mennyiség függvényében kifejező gradáció.

A felbontóképesség azt fejezi ki, hogy a felvételi anyag milyen mértékben képes az egymással szomszédos vonalakat torzulásmentesen határozottan különválasztani. Mértéke a vonalpár/milliméter. Értékét befolyásolja a felvevőobjektív, a megvilágítás és a hívás is. Nagy nagyításnál különösen fontos ezen tulajdonságnak a magas értéke.

A feketedés jellemzésére az anyagra eső, és rajta keresztüljutó fény mennyiség hányadosának logaritmusát használjuk.

$D = \lg \left(\frac{I_0}{I} \right)$ ahol D a feketedés, I_0 a beeső, I az átérésztett (papír esetében a visszavert/ fény intenzitása. A megvilágítás és a feketedés közötti összefüggést grafikusán megadva kapjuk a gradációs görbét.

Azonos feketedés eléréséhez azonos fény mennyiség szükséges, mely az I fényerősség /Lux/ és az idő (Sec) szorzataként adható meg.

Idő-blende értékpárok

Egy adott fotófilm minden egyes képkockájának a látens kép kialakításához ugyanakkora fény mennyiségre van szüksége, hiszen teljes hosszában ugyanolyan minőségű, szemcsézetttségű anyaggal van bevonva. Függetlenül attól, hogy milyenek a fényviszonyok, azaz süt-e a nap, vagy borús-e az idő, világos van-e, vagy félhomály. A fényképezőgépek az egyik feladata éppen az lesz, hogy figyelembe véve a meglévő fényintenzitást a film fényérzékenysége által meghatározott mennyiségű fényt engedje a filmre. A fény mennyiség egyenesen arányos a fényerősséggel és a megvilágítás idejével. Ez azt jelenti, hogy ugyanakkora mennyiségű fény, azaz ugyanolyan feketedés elérése érdekében jó fényviszonyok között, viszonylag nagy fényerősséget csak nagyon rövid ideig, míg gyenge fényviszonyok esetén a kis fényerősséget hosszabb ideig kell a filmre engedni. A filmre kerülő fény mennyiségét tehát szabályozhatjuk, egyrészt az exponálási idővel, másrészt a blendenyírással.

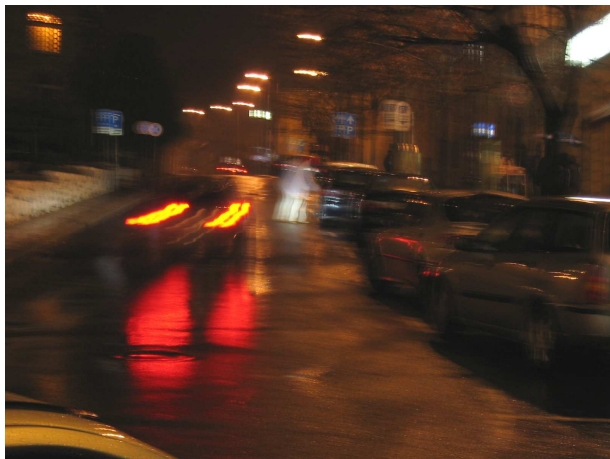
Az exponálási idő jelenti azt az időtartamot, ameddig ténylegesen fény éri a filmet. Ezt az időtartamot széles határok között egyszerűen tudjuk szabályozni a fényképezőgépbe épített zárszerkezet segítségével. A fényképezőgépben található időállítási lehetőségek: 8, 15, 30, 60, 125, 250, 500, 1000, géptípustól függően még több lehetőség is adott.

Ezek a számok reciprok másodpercet jelentenek, tehát 1/8, 1/15, 1/30, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000 másodpercet. Ezek az idők a napi időszámításunkhoz képest nagyon rövid időtartamok, felmerülhet a kérdés, miért ne lehetne ennél sokkal hosszabb idővel fényképezni, hiszen 1-2 másodpercig mindenki meg tud állni a felvétel idejére, és akkor sokkal több fény kerülhetne a fotóanyagra fényképezéskor, következésképpen használhatnánk alacsonyabb érzékenyséű filmet, melynek eredményeként jobb minőségű képet kaphatnánk. A gyakorlatban azért nem lehet ezt a lehetőséget követni, mert fényképezéskor az esetek túlnyomó többségében az ember a fényképezőgépet a kezében tartva fényképez, és az emberi szervezet mozgásából, lüktetéséből adódó elmozdulás a képen látható oly módon, hogy mindennek több körvonala látszik. Ha mindennek több körvonala van, akkor semmit nem látunk élesen, a kép értékelhetetlenné válik. Az expozíciós idő tényleges értékét úgy kell megválasztani, hogy a fényképezendő tárgyhoz viszonyítva a fényképezőgép ezen időtartamon belüli elmozdulását a képen ne lehessen észrevenni. Gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy kézben tartott géppel álló tárgyat fényképezve 1/60-ad secundum és annál rövidebb idővel való fényképezés esetében elmozdulás nem érzékelhető. Minél nagyobb a fényképezendő tárgy és a fényképezőgép közötti elmozdulás, annál rövidebb idővel kell exponálni. Ebből az 1/60-ad secundumból kiindulva az értékeket felezve illetve duplázva alakult ki az alábbi értéksor:

1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000.

A fényképezőgépen az 1/ nincs jelölve, csak a nevezők számértékét írják ki. Ma már 1/10.000-ed secundumnál rövidebb idővel is készülnek felvételek, amelyen például a puskából kilőtt golyó elmozdulása szinte alig látszik. 1/30-ad secundummal a gyakorlottabbak még tudnak kézben tartott géppel álló tárgyat fényképezni. Ennél hosszabb idejű expozíciónál a gépet célszerű valamilyen módon rögzíteni. (Valamihez hozzáfogni vagy állványra tenni.)

Az expozíciós idő állítása lehetőséget teremt számunkra a mozgás érzékeltetésére. Ha például egy motorversenyen a versenyző motorost úgy örökítjük meg, hogy a fényképezőgéppel folyamatosan követjük a motorost, és ezen folyamatos mozgás közben exponálunk, akkor a fényképezőgéphez viszonyítva a motoros nem mozdult el, így annak csak egy körvonala látszik a felvételen, viszont a háttér a fényképezőgéphez viszonyítva elmozdult, így annak sok körvonala látszik, elhúzott lesz. Ha ezen a motorversenyen egyik néző jelenlétét akarjuk megmutatni, akkor mozdulatlanul tartott fényképezőgéppel olyankor célszerű exponálni, amikor a motoros éppen beér a képmezőbe. Ilyen felvételeken a nézőknek látszik egy körvonala, a motoros viszont elmozdul a felvétel közben, tehát sok körvonala látszik. Hasonló figyelhető meg esti utcarészletet tartalmazó felvételeken is, mivel kevés a rendelkezésre álló fény, ezért hosszú expozíciós idővel készülnek ezek a felvételek, a közben elhaladó járművek világító lámpái fénycsíkot húznak a felvételen. (Le lehet mérni az expozíció alatt megtett utat.



Ezek az esti felvételek ugyanazon a helyszínen készültek, a bal oldali szabadkézben tartott géppel készült. A hosszú expozíciós idő miatt a képen szinte semmi nem látszik rendesen, mindennek több körvonala figyelhető meg. Nézzük meg a kép közepén a parkoló autóhoz közelítő embert, vagy az úttest szélén elhelyezett közlekedési jelzőtáblákat. A képen látható piros és sárga csíkok egy pont akkor elhaladó jármű fényei. A jobb oldali képnek a készítésekor a fényképezőgép állványon volt, így csak a mozgó tárgyak képei nem látszanak jól. Az autó, ami a fényképezés közben a látómezőben haladt, alig látszik, de lámpáinak elmozdulása jól kivehető.



Ennél a felvételnél hiába volt a fényképezőgép állványon mert a felvétel készítésekor eléhajtó busz szinte mindent eltakar, ráadásul mozgása miatt a buszból is csak a lámpáinak fényhúzása látszik. A nem elég körültekint exponálás könnyen okozhat hasonló meglepetéseket.

A blendenyílás az a keresztmetszet, amelyen keresztül fényképezéskor a fény bejut a filmre. Nagyobb, tágabb nyílás esetén több fény, kisebb, szűkebb nyílás esetén kevesebb fény kerül ugyanannyi idő alatt a fényérzékeny anyagra. (Ha egy ablakot félig eltakarunk sötétítő függönnyel, kevesebb fény jut be.) A blendenyílás változtathatóságának jelentősége azonban túlnő a filmre kerülő fény mennyiség szabályozásán. Arról van szó, hogy a blendenyílás változtatásával befolyásolni lehet a mélységélességet, azaz az élességi mélység tartományát. Ez nem más, mint az élesre állított fősík (ahol a fényképezendő téma van) előtti és mögötti térrészlet élessége. Ha nagy az intervallum, ami élesen látszik, akkor nagy mélységélességről, ellenkező esetben kis mélységélességről beszélünk. Kis mélységélességre van szükség, pl. igazolványképek, portrék készítésekor, hogy a háttérben lévő textilmintákat vagy fal egyenetlenségeket ne lehessen látni. Nagy mélységélesség elérése lehet a cél pl. libasorban közlekedő gyerekcsoport fényképezésekor. Az élességi mélység terjedelme befolyásolhatja a kép mondanivalóját is. Pl. erdőben lefényképezünk valamilyen szempontból jellegzetes egy darab fát. Kis mélységélességgel készítve a felvételt, ez az egy fa élesen látszik, a többi életlen lesz. Ugyanarról a helyről nagy mélységélesség esetén az összes fa éles lesz, emiatt a képen egy erdőrészletet látunk. Ezen a képen aztán már mutogathatjuk, hogy balról az ötödik fa ilyen vagy olyan, ez senkinek nem tűnik fel.



A bal oldali kép nagy mélységélességű, szinte minden élesen látszik annak ellenére, hogy a legközelebbi és a legtávolabbi pontok közötti távolság több száz méter. A jobb oldali képnél zavaró lenne, ha a háttér is élesen látszódná.

Természetesen a kép mondanivalóját a kép kivágás is nagymértékben befolyásolja. A kettő együttes alkalmazása egész különleges perspektívát nyújt. A bal oldali képet nézve senkinek nem tűnik fel a kis virágok szépsége.



Minél szűkebb a blendenyílás, annál nagyobb lesz a mélységélesség, és fordítva, minél tágabb a blendenyílás, annál kisebb lesz a mélységélesség. A mélységélesség tényleges terjedelme a blendenyíláson kívül függ még az objektív fókusztávolságától és a tárgytávolságtól is. Minél kisebb fókusztávolságú az objektív, annál nagyobb lesz a mélységélesség. Minél messzebb van az élesre állított tárgy, annál nagyobb környezete látszik élesen a képen. (Természetesen az összehasonlításoknál a mélységélességet befolyásoló többi tényezőt állandónak tekintettük.)

Tekintettel arra, hogy a fényképezéskor a használt objektív fókusztávolságát nagyon ritkán változtatjuk a mélységélesség befolyásolása miatt, és rendszerint a tárgy távolságánál is ez a helyzet, ezért a mélységélesség változtatását leginkább a blendenyílás szűkítésével-tágításával érzük el. A mélységélességet az objektíven lévő mélységélességi skálán olvashatjuk le. Természetesen a blendenyílás változtatásával az időegység alatt bejövő fény mennyisége is változik, amit beállításakor figyelembe kell venni. A blendenyílás értékei:

1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22

Blendenyílás csökken
 —————→
 Mélységélesség nő

Minél kisebb a számérték, annál tágabb a nyílás, és annál kisebb a mélységélesség. Ezek az értékek ránézésre nem látszik ugyan, de ezek is úgy vannak megállapítva, hogy egyik értékéről a közvetlen mellette lévő másikra áttérve az időegység alatt bejövő fény mennyisége duplázódik illetve feleződik. Például 5,6-os blendéhez viszonyítva a 8-as értéknél fele, 11-nél negyede fény kerül ugyanannyi idő alatt a filmre. Adott érzékenyséű film minden képkockájának ugyanakkora mennyiségű fényre van szüksége a látens kép kialakításához, ezért állandó fényviszonyok mellett ugyanolyan érzékenyséű filmet használva a blendenyílást az expozíciós időtől függetlenül változtatni nem szabad. Tegyük fel, hogy 100 ASA-ás, azaz 21 DIN-es érzékenyséű filmet használva adott fényviszonyok között 5,6-os blendével és 125-ös idővel fényképezve jól exponált képet kapunk. Kérdés, hogy ha szeretnénk 250-es idővel fényképezni (mert olyanok a mozgásviszonyok) akkor ehhez milyen blendenyílást állítsunk be. A válaszhoz az alábbiakat kell végiggondolni: a film fényérzékenysége nem változik, ezért ugyanakkora fényerősségre van szükség, a látens kép kialakításához. A fényviszonyok sem változnak, ezért ha fele-akkora idővel fényképezünk (125-ről 250-re térünk át) akkor a blendenyílást úgy kell változtatnunk, hogy kétszeres mennyiségű fény kerüljön be, ez pedig az 5,6-nál eggyel tágabb nyílás, azaz a 4-es. Ezt a megfontolást ugyanígy folytatva eljuthatunk az alábbi idő-blende értékpár-sorhoz:

Idő:	8,	15,	30,	60,	125,	250,	500,	1000
Blende:	22,	16,	11,	8,	5,6	4,	2,8	2

Fenti idő-blende értékpár-sor csak egy adott filmérzékenység és adott fényviszonyok mellett eredményez helyes expozíciót. Az értékpárok közös tulajdonsága, hogy bármelyiket választom is, mindig ugyanannyi fény kerül a filmre, tehát a kép ugyanolyan jól vagy rosszul exponált lesz. Melyikkel célszerű akkor fényképezni?

Kérdés ez annál is inkább, mert a külső fénymérőről ez az összetartozó idő-blende értékpár-sor olvasható le. Azt, hogy melyik lesz az-az idő-blende érték, amellyikkel a felvétel készül, azt mindig a fotós dönti el.

A döntéshez az alábbiakat kell figyelembe venni:

- Milyen adottságai vannak a gépnek? Ez a gyakorlatban nem okoz problémát, mert ha például nincs a gépben 1/1000-ed másodperc, akkor ez az érték nyilván szóba sem jöhet.
- Milyen a fényképezendő tárgy és a fényképezőgép egymáshoz viszonyított mozgása? Ez az időlehetőségeket szűkítheti le. Pl. ha gyakorlatlanok vagyunk és álló tárgyat fényképezünk, akkor az 1/30-os és az ennél hosszabb idők nem megfelelőek.
- Milyen mélységélességet kívánok elérni a felvételen? Példánknál maradva, a viszonylag legnagyobb mélységélességet az 1/60-ad időhöz tartozó 8-as blendenyílás adja. (Hiába lenne nagyobb a mélységélesség a 22-es blendénél, ha ott az 1/8 másodperc alatt elmozdul a gép, és emiatt semmit nem lehet tisztán látni.) A viszonylag legkisebb mélységélességet az 500-as időhöz tartozó 2,8-as blende beállításával kapjuk.
- Amennyiben mindegy az, hogy milyen idővel fényképezek, mert a gép rögzítve van és a tárgy sem mozdul el, és mindegy a mélységélesség is, mert a fényképezendő téma az adott élesség fókuszjában van, és ezért a legtágabb blendenyílás beállításánál is minden éles lesz, akkor figyelembe szokták venni, hogy az objektív torzításából adódó lencsehibák 5,6 – 8-as blende között a legkisebbek. Az ilyen eset, hogy mindegy az idő és a blende is, nagyon ritka, de a reprodukciós felvételek ilyenek, ezeknél célszerű ezt a szempontot is figyelembe venni.

A fenti értékpár-sor feltételezésünk szerint a 21 DIN-es 100 ASA-s film használatakor eredményezett helyes expozíciót. Ha az ilyen érzékenységű film helyett 18 DIN-es, azaz 50 ASA-s filmre fényképezünk, ugyanazon fényviszonyok mellett, akkor ennek megfelelően az értékpár-sor is módosul.

A film fényérzékenysége felére csökken, a látens kép kialakításához tehát kétszer annyi fényre van szükség, így vagy az időt növelem kétszeresére, vagy a blendenyílást tágítom egy blendével. Az így kialakuló értékpár-sor:

Idő:	4,	8,	15,	30,	60,	125,	250,	500,
Blende:	22,	16,	11,	8,	5,6	4,	2,8	2

Fényképezőgépek

Az előbbieken már szó volt róla, hogy a fényképezőgép egyik feladata a filmre kerülő fény mennyiség szabályozása. A másik feladata az optikai leképezés, azaz a háromdimenziós, a térbeli valóságnak megfelelő jó

minőségű kétdimenziós síkbeli képet vetítsen a filmre. További feladata, hogy biztosítsa a film sötétkamrában való tárolását, továbbítását és a képkeresést. Ezen feladatoknak megfelelően alakították ki a gép főbb részeit.

A gép váza, melyben kialakítják a sötétkamrát, és amibe építik a további egységeket. A kialakított sötétkamrába helyezhető filmméret szerint a fényképezőgépek lehetnek:

- a. Síkfilmes (lemezes) gépek, ahol a negatív mérete meglehetősen nagy. (9x12-13x18 cm) Speciális, professzionális igények kielégítését szolgálják. Ide sorolhatók a polaroid gépek is, melyek fényképezés után pár perccel a kész pozitív képet adják eredményül.
- b. Roll filmes (tekercesfilmes gépek), melyekbe általában 6 cm szélességű (régebben alkalmazták a 4,5 cm szélességűt), piros-fekete fényzáró papírral orsóra tekercselt filmet használnak. A fényzáró papírcsík teszi lehetővé, hogy a filmcsere világosban is elvégezhető legyen. Nagy méretű negatívok készíthetők (6x9, 6x6, 4,5x6). Ilyen filmet használnak az egyszerű bokszerű gépek (pl. Pajtás, Ljubljitel) és a professzionális gépek egy része is pl. Hasszelblad, Mamiya).
- c. Kisfilmes gépek jelenleg a legelterjedtebbek. 24x36 mm-es képmérete lehetővé teszi a jó minőség mellett a gazdaságos felhasználást. A film 24 v. 36 képkocka készítésére alkalmas hosszúságban kazettába töltve kerül felhasználásra. A kereskedelem forgalmaz kazetták utántöltésére készített kazetta nélküli filmet is. Ilyen gépek pl. Zenit, Praktika, Canon.
- d. Pokett vagy zsebgépek. Általában kazettapárba helyezett különböző extra kisméretű filmeket használnak fel.

Kereső-rendszer, melynek feladata, hogy a kép beállítását megkönnyítse, azaz a filmre kerülő képet mutassa. Sajnos a keresők egy része csak megközelítően mutatja azt a képet, ami a filmre kerül. A keresőben látott kép és a filmre kerülő kép közötti különbséget parallaxis-hibának nevezzük. A parallaxis-hiba általában nézési, leolvasási hibát jelent, tehát az egyén sajátja. A fényképezésben azonban a gép jellemzője, mely a keresőrendszer és a leképező objektív optikai tengelyének eltéréseiből adódik. A kereső-rendszer illetve az élességállítás módja szerint a fényképezőgépeket feloszthatjuk egyaknás és kétaknás rendszerekre. A kétaknás gépekben két sötétkamra rendszer van, egyikben a film foglal helyet, másik a kereső-rendszer számára van kiképezve. Ezeket a gépeket a két egymás alatt elhelyezett objektívról lehet megismerni, melyek a távolság állításával együtt mozdulnak el. A rollfilmes gépeknél gyakori ez a rendszer. Az alsó objektív vetíti a képet a filmre, a felső a keresőre. Ebből adódóan, ha az alsó objektív elé nyúlik valami (pl. faág, falevél, kabát sarka), akkor a keresőben ezt nem lehet észrevenni, de a képen látszik. Az ilyen gépek parallaxishibája különösen közeli felvételeknél általában nagy, de gyártanak olyan kétaknás gépeket is, amelyeknél a távolság állításával együtt a két optikai tengelyt döntik egymáshoz viszonyítva, így ezek szinte parallaxishiba mentesek. A kétaknás gépek fényképezőgépek közötti elhelyezése nem egyértelmű, bizonyos szempontok alapján a tükörreflexes gépek közé is besorolhatók. Az egyaknás rendszerekben levő egyetlen sötétkamra a film számára van kiképezve, ezeket további alcsoportokra oszthatjuk

A léptékes vagy vak gépek csoportjába tartoznak az olcsóbb típusok. A keresőrendszer teljesen független a leképező optikai résztől, a távolság becsléssel állapítjuk meg, amit az objektíven elhelyezett skálán kell beállítani (a saccolt értéket). Parallaxis hibájuk jelentős lehet, különösen közeli felvételek esetében. Kezelésük egyszerű, keresőjük világos, torzításmentes képet mutat. Az ilyen típusú gépek objektívje nem cserélhető.

A táv mérős gépeket jellemzi, hogy a beépített távmérő segítségével az élesség beállítása gyors, egyszerű, és még szegényes fényviszonyok esetén is könnyű és pontos. Az ilyen típusú gépek (pl. Fed, Kiev) keresőjében látható fényerős képen egy fényszegényebb elszínezett képrészlet is látható, melyet az objektív által mozgatott tükör vetít oda. A távolság beállítása akkor pontos, ha az elszínezett képrészlet az eredeti képen az annak megfelelő képrészlettel fedésbe kerül. Hátrányuk, hogy ez a távmérő csak az alap objektívvel használható, közgyűrű vagy másik objektív alkalmazása esetén a gép „léptékessé” válik. Parallaxis hiba e csoportnál is tapasztalható.

Tüköraknás vagy tükörreflexes gépek esetében az objektíven bejövő fényt egy tükör a kereső matt üveglapjára vagy egy pentaaprizmán keresztül a kereső lencséjére vetíti. (Fényképezéskor a tükör felcsapódik). Ebből adódóan a keresőben mindig (más objektív, közgyűrű alkalmazása esetén is) azt látni, ami a filmre kerül, tehát szinte parallaxis hiba mentesek (ezért reprodukciós felvételek készítésére ez a gépcsalád alkalmas) (pl. Praktika, Canon, Chinon). Élesség állítása úgy történik, hogy a távolságállító gyűrűt addig forgatjuk, míg a keresőben a legélesebb kép jelenik meg. Az élesség beállítása kis gyakorlatot igényel. Hátránya, hogy gyenge fényviszonyok esetén a keresőben látott kép fényszegény, emiatt a beállítás nehézkes. Hasonló okból a távolság beállítást mindig teljesen nyitott blendénél kell elvégezni. Az újabb típusokon már fényösszpontosító és fénytörő rendszerekkel segítik az élesre állítást.

Zárszerkezet, melyet egybeépítenek a filmtovábbító és képszámláló mechanizmussal. A zárszerkezet biztosítja, hogy a filmet pontosan a beállított ideig érje fény, ezért ezt a részt általában a film előtt közvetlenül, ritkábban az objektívben helyezik el. Technikai megoldását tekintve kétféle terjedt el:

Központi zár, mely kettő-öt lamellából álló szerkezet. Exponálásakor a lamellák szétnyílnak, a beállított időnek megfelelően nyitva maradnak (ez a fő megvilágítási idő), majd összezáródnak. A szétnyílás és összezáródás is időt igényel, amely alatt is kap fényt a film, ezért a megvalósítható legrövidebb expozíciós idő 1/1000-ed sec. körül van.

Redőnyzár, amely fényt át nem eresztő gumivászonból vagy fémlamellákból készül. Exponálásakor a film elől egyenes mozgással elfut az egyik redőny, majd a beállított expozíciós időnek megfelelően utána fut a másik redőny. Rövidebb idők esetén a teljes képfelület egyidőben nem is kap megvilágítást, csak egy fénycsík (amelynek a mérete a két redőny közötti távolság) fut végig a filmen. Hosszabb időknél (1/30-ad, 1/125-öd sec.) van csak a teljes képfelület nyitva. Villanólámpás felvételeknél szükséges, hogy a villanás pillanatában a teljes felületen nyitva legyen a zár, ezért a redőnyzáras gépeknél 1/30-ad vagy 1/60-ad, esetleg 1/125-öd sec. beállításánál szinkronizált a zárszerkezet a vakuval.

Objektív a blendével. Ma már szinte kizárólag a szektoros rekeszt (íriszblendét) alkalmazzák, amelyet az objektívlencse tagjai közé építenek be.

Az objektívek jellemzésére a gyújtótávolságon és a látószögön kívül az ún. fényerőt, más néven a nyílás-viszonyt használják. Ez egytagú lencse esetén a gyújtótávolság és a lencse szabad átmérőjének hányadosa. Összetett lencsénél meghatározása bonyolult, de értékéből következtetni tudunk az objektív minőségére. Minél kisebb ennek a számértéke, annál jobb az objektív, annál nagyobb a fényerő. Az objektívek felületét általában tükrözésgátló, ún. T-réteggel látják el. Használják a többszörös (MC) rétegű bevonattal készített objektíveket is. Az objektíveket látószögük alapján három csoportra osztjuk. A látószög a fókusztávolságtól és a képmérettől függ, az alábbiakban feltüntetett gyújtótávolságok a leginkább elterjedt kisfilmes gépekre vonatkoznak.

- a. A normál objektív látószöge (45-60°) megegyezik az emberi szem látószögével, ez az objektív közelíti meg legjobban a szem képalkotását. A nem cserélhető objektívek és az alapobjektívek általában ilyenek. A fókusztávolságuk közelítőleg megegyezik a képátmérővel. Kisfilmes gépek esetében ez 50 mm körüli.
- b. A nagylátószögű objektívek gyújtótávolsága kisebb, mint a képátló, illetve mint a normál objektívéké (28-35 mm). Látószögük nagyobb 60°-nál. Közelről nagy tér leképezésére alkalmasak, ezért használatuk szűk helyen előnyös. Nagy mélységélességet produkálnak. Speciális fajtájuk a halszemoptika, amelynek érdekessége, hogy látószöge meghaladja a 180°-ot, aminek következtében a teljes kép kör alakú kivágást kap. A kör szélein fellép a nagylátószögű objektívekre jellemző torzítás, mely hajlítja az egyeneseket. A kép közepén az a rész, amelyet ugyanilyen távolságból normál objektívvel látnánk, itt is torzításmentes.
- c. A teleobjektívek nagy fókusztávolságú, nagyméretű objektívek. Látószögük nem éri el a 30°-ot. Képalkotása olyan, mintha látcsövön keresztül néznénk; távolabbi tárgyak képeit közelebb lévőnek látjuk. Kisebb fajtái a portré objektívek, a nagyobbakat fotopuskának nevezik. Ez az elnevezés onnan származik, hogy ezek már nagyméretű objektívek, és a gép megfogásával nem tarthatók meg, ezért az objektívra egy puskatus-szerű válltámaszt szerelnek.
- d. Egyre inkább terjednek a változtatható fókusztávolságú objektívek, melyeket varioobjektívnek vagy zoom optikának neveznek. Fókusztávolságuk, látószögük a fenti csoportok közül kettőt, esetleg mindhármát átfedi, így 2-3 objektívet helyettesíthetnek. Minőségük általában nem éri el az egyedi objektívek minőségét, bár az utóbbi időkben e téren is változás tapasztalható. A videotechnika szinte kizárólag ilyen objektíveket használ.



Ugyanaz az épület normál látószögű (bal oldali kép) és kisebb teleobjektívvel (jobb oldali felvétel) megörökítve.



A két kép ugyanarról a helyről fényképezve egészen mást mutat. A bal oldali kisebb teleobjektív közelre hozza a torony látványát. A jobb oldali kép nagylátószögű képalkotása hajlítja a képet. A tornyok nem párhuzamosan állnak, összetartanak, a kép alján az épület mintha domború felületen állna.

Gyakorlati fényképezés

A film kiválasztásakor a fényviszonyoknak még megfelelő legkisebb érzékenységűt célszerű előnyben részesíteni. Színes film esetében gondoljunk arra is, hogy napfénynél vagy műfénynél fogunk-e fényképezni. A film gépbe

fűzésénél a kisfilmes gépeknél két dologra kell vigyázni, egyrészt a perforáció akadjon a csillagkerékre, másrészt a film végét valamilyen módon rögzíteni kell a feltekereselő orsón. (A gép hátlapját kinyitni az esetek többségében a visszatekerő kar felhúzásával lehet.) Mielőtt a gép hátlapját lecsuknánk, nézzük meg a film fényérzékenységét, és még fényképezés előtt a fénymérőn állítsuk be a megfelelő értéket. A hátlap becsukása után kétszer továbbítsuk a filmet, hogy a befűzéskor fényt kapott film a feltekereselő orsón legyen, azaz az objektív által vetített kép helyén olyan film legyen, amely befűzéskor még a kazettában volt. A fényképezendő téma kiválasztása után állítsuk be a képkivágást és az élességet. A képkivágás azt jelenti, hogy a képen mi lesz látható és mi nem. A felesleges, oda nem tartozó dolgok képre kerülését éppen úgy kerüljük, mint a témához tartozó részek lemaradását. A képkivágást a fényképezőgép témához közelítésével, vagy távolabb vitelével állítjuk be. Ezek után következhet a fénymérés.

Akármilyen (gépbe épített vagy különálló) fénymérőnk van is, a fénymérést mindig azzal kezdjük, hogy

- Először is beállítjuk a film fényérzékenységét,
- Bekapcsoljuk a fénymérőt, miközben a fényképezendő tárgy felé fordítjuk annak érzékelőjét,
- Végül az idő-blende értékek egymáshoz viszonyított helyzetének megváltoztatásával a műszer kijelzőjét egyensúlyi helyzetbe hozzuk. (A műszer kijelzése sokféleképpen megvalósítható (pl. fedje egymást két mutató, egy mutató egy körben legyen, zöld legyen, ne piros stb.)
- Legvégül a fénymérő kikapcsolt állapotában leolvassuk az időblende értékpárokat a külső fénymérő esetében, és a korábban megadott szempontok alapján kiválasztjuk azt az egyet, amivel fényképezni fogunk. Belső, azaz fényképezőgépbe épített fénymérő esetében azt az egy időblende értékpárt olvashatjuk le, amire a gép éppen be van állítva. Ha ez nem megfelelő, a korábbiak alapján más értékpárra állítjuk. (pl. blende szűkül, idő nő)

A fénymérés a gép helyéről mérve akkor megfelelő ha a téma árnyalati terjedelme átlagos (egyik tónus sincs a többihez viszonyítva túlsúlyban). Ha ez nem teljesül, célszerű a témáról visszaverődő fényt közvetlen közelről is megmérni, és a két mérés eredményének átlagával fényképezni. Jól használható, a „szürke lap” módszer is. Lényege, hogy egy közepesen szürke tárgy fényvisszaverését mérjük a fényképezendő téma helyén. Külső fénymérő esetén mód van a megvilágító (beeső) fény mérésére is. Ilyenkor a fénymérőhöz mellékelt áttetsző lapot, félgömböt amit diffuzornak neveznek, a fény útjába kell húzni. Ennek a diffuzornak a fényelnyelése megegyezik egy közepesen szürke tónusú tárgy fényelnyelésével.

A fénymérés után a megfelelő értékeket beállítva következik a fényképezés. Kézben tartott gép esetében a fényképezőgépet szorítsuk a szemünkhöz, a könyökünket pedig a törzsünkhöz. Az exponáló gombot határozott egyenletes mozdulattal nyomjuk le, vigyázva nehogy közben a gépet is elmozdítsuk. Ha nem áll rendelkezésre kellő fény, akkor ezen lámpákkal, reflektorokkal vagy villanó használatával segíthetünk. A villanó nagyon rövid ideig (1/10.000 másodpercig) a napfényhez hasonló összetételű fényt bocsát ki. A redőnyzárás gépeknél szükséges, hogy a villanás pillanatában a redőnyzár teljesen nyitva legyen, ezért az időt a géptől függően 1/30, 1/60, esetleg 1/125-re kell állítani. A zárnyitás és a villanás összehangolása a szinkronizálás, amikor a vaku és a gép között elektromos kapcsolat van (zsinór, vagy papucs segítségével).

A villanón lévő parázslámpa kigyulladás jelzi, hogy a villanó kondenzátora feltöltődött, azaz villantásra kész állapotban van. A villanófény a távolság négyzetével fordított arányban világítja meg a tárgyat, ezért a blendenyílás a vaku energiájára s a film fényérzékenységére jellemző kulcsszámból és a tárgy távolságának hányadosából kapjuk meg.

$$\text{Rekesz} = \frac{\text{kulcsszám}}{\text{távolság}}$$

Az újabb komputeres vagy automata vakuk érzékelik a fényképezendő tárgyról visszaverődő fényt, és a villanás fényét úgy szabályozzák, hogy a megadott blendenyílással adott érzékenységű filmre bizonyos távolságon belül az expozíció helyes lesz.

Laboratóriumi munkák

A film és a papírkép kidolgozása között elvi különbség nincs, de méretük, színérzékenységük miatt más eszközökben és eltérő megvilágításnál dolgozhatunk. Mindegyik esetben a következőket kell végezni:

- a) Hívás a hívó oldatban

- b) Megszakítás vízöblítéssel
- c) Rögzítés fixáló oldatban
- d) Mosás folyóvízben
- e) Szárítás

A film hívását tekintettel arra, hogy a spektrum minden részére érzékeny, teljes sötétben, illetve fénytől elzárt „tankokban” végezzük. Először a filmet sötétben egy orsóra feltekerjük, amely biztosítja a filmrétegek közötti hézagot, ahol majd a vegyszeroldatok áramolhatnak. Az orsóra tekert filmet beletesszük az előhívó tankba, és lezárjuk. A tank teteje úgy van kiképezve, hogy fény nem, de a folyadék be tud jutni a filmfez. Világosban megfelelő sorrendben a vegyszereket az előírt ideig tartjuk a hívótankban. Mosás után csepptelenítővel átöblítjük, majd kiakasztjuk száradni.

A papír vörös illetve zöld fényre nem érzékeny, ezért ilyen színű sötétkamra lámpa világíthat a kidolgozás során. (Természetesen a színes papír esetében nem). A negatívot nagyítógép vetíti rá a papírra. Célszerű először papírcsíkokkal a rávezetési idejét tapasztalati úton meghatározni. A vegyszerek nyitott tálakban vannak, és a papírt tesszük egymás után a megfelelő helyre. A hívás során a kellő feketedést elért képet öblítjük, majd a fixáló oldatba kerül. Hosszabb mosás után krómlapra tesszük, gumihengerrel kinyomjuk a vizet a krómlap és a kép közül, majd felmelegítve szárítjuk. Az újabb műanyag bevonatú RC papírokat csak szobahőmérsékleten fényezés nélkül szárítjuk.