

# Mikroszkóp vásárlási útmutató

## Mi a mikroszkóp?

A mikroszkóp az az eszköz, mely valamilyen technika alkalmazásával egy adott objektum (jelentősen) felnagyított képét állítja elő. Legismertebb közülük a látható fény hullámhossztartományában működő optikai mikroszkóp, mely lencsék segítségével növeli meg a tárgy képét. Ezen a kategórián belül alapvetően két nagy csoportot különböztethetünk meg: biológiai- és sztereo mikroszkópokat.

## Biológiai mikroszkópok



A biológiai mikroszkópokat nagy nagyításokon történő vizsgálatra tervezték: leggyakrabban a 40x-1000x tartományt fogják át, néhány modell akár 1500x, sőt 2000x nagyításra is képes. Fényútjukban több lencsét találunk, mindegyik megnagyítja az előző(ek) által adott képet. A vizsgált tárgyhöz legközelebb az objektív lencse helyezkedik el, míg a megfigyelő az okulár lencsébe tekintve látja a képet. A nagyítás cseréjéhez általában három vagy négy (ritkán öt) különálló objektívet találunk egy elforgatható „tárcsára” szerelve.

A kapott kép kétdimenziós és "feje tetejére állított" (mind a fent mind a lent ill. a jobb-bal irányok felcseréltek). A tárgy vizsgálatához fényforrás szükséges, mely lehet külső eredetű vagy beépített lámpa. Igen vékonynak és átlátszónak kell lennie, mivel leggyakrabban alsó fényforrást használnak mellyel át kell tudni világítani.

## Sztereo mikroszkópok



Az optikai mikroszkópok másik nagy csoportját a sztereo mikroszkópok jelentik. Ezek a műszerek kis nagyításon - általában a 10-80x-os tartományban – használtak, legnépszerűbben a 10x és 40x közötti értékek (pl 10x-20x-40x). Léteznek változtatható nagyítású, ún. zoom modellek is, melyek a nagyítástartományon belül fokozatmentes váltást tesznek lehetővé.

Mivel a tárgy vizsgálatához nem szükséges átvilágítani azt, a sztereo mikroszkópok ideálisak kőzetek, érmék, bélyegek, vagy nyomtatott áramkörök tanulmányozására, de akár bogarakat, növényeket is szemügyre vehetünk bennük.

A mikroszkóp alá helyezett tárgyról valódi háromdimenziós kép tárul elénk, mivel - a biológiai mikroszkópoktól eltérően - két különálló fényút vezet belsejünkben, melyeket a jobb ill. a bal szemünkkel látunk. A felépítésüket tekintve sokban hasonlítanak a biológiai mikroszkópokhoz: a tárgyhöz közel az objektív lencsét, míg a megfigyelő szeménél az okulár lencsét találjuk. A sztereo mikroszkópok is valamiféle megvilágítást igényelnek: sok esetben alsó- és felső lámpát is beépítenek, de akár külső fényforrást is használhatunk.

A sztereo mikroszkópban látott kép egyenes állású (nem fordított) eltérően a biológiai mikroszkópokétól.

## A mikroszkóp részegységei

### Objektív lencsék

Az objektív lencsék a mikroszkóp legfontosabb részei, ezért részletesebben is szólnunk róluk. Alapvető feladatuk, hogy összegyűjtsék a vizsgált tárgyról visszaverődő / átszűrődő fényt és azt a mikroszkóp belsejébe vetítsék. Ezt követően az okulár lencsék nagyítják tovább az emberi szem számára a képet. Már első mikroszkóp esetében is olyat érdemes választani, melynek üvegből készültek a lencsái. Kerüljük a műanyaglencsés változatokat, mivel ezek minősége nagyon sok kívánnivalót hagy maga után.

Az objektívek nagyítása tetszőleges lehet, a piacon leginkább a 4x, 10x, 20x, 40x, 60x, 100x darabokkal találkozhatunk. A 60x és kisebb változatok ún. "száraz" objektívek, mivel használatukkor levegő van a céltárgy és a lencse között. A 100x objektív ezzel szemben "nedves" objektív, mivel folyékony közeget igényel a lencse és a vizsgált objektum között. Ezt ún. immerziós olajjal, vagy oldattal tudjuk elérni, melyet a preparátum fedőlemezére kell cseppenteni és ebbe beleforgatni az objektívet. Az oldat törésmutatója ui. közel esik az üvegéhez, így az objektívlencse szinte együvé válik a tárgylemezzel. Kizárólag a speciális olaj használható erre a célra, ellenkező esetben akár az objektív is megsérülhet.

A 40x és nagyobb nagyítású objektívek általában rugós megoldásúak mivel igen közel kerülnek a preparátum fedőlapjához a használat során. Ez lehetővé teszi a lencse foglalatának kismértékű visszahúzódnását amennyiben hozzáérne az üveglaphoz, megakadályozva ezáltal a lencse vagy a tárgylemez eltörését.

Az objektívek oldalán számos adatot találhatunk: típus, nagyítás, DIN tubushossz, N.A, fedőlemez vastagság, és univerzális színkód.

Az objektívek használhatóság és árát nagymértékben befolyásolja, hogy mennyire korrigáltak a különböző optikai hibákkal szemben. Az ún. akromatikus objektívek legtöbb esetben megfelelőek, a félapokromatikus vagy apokromatikus objektívek még jobb minőségű képet állítanak elő - áruk is ennek megfelelően sokkal magasabb így leginkább a felsőkategóriás mikroszkópokban találhatunk ilyeneket.

Látómezőgörbület arra utal, hogy a vizsgált objektum a látómező mekkora részében fókuszált, azaz kapunk róla éles képet. Az akromatikus objektív látómezejének 50%-70%-án ad éles képet, azaz míg a közepén éles a kép a látómező pereménél kissé életlen. Természetesen a látómező peremét is élesre állíthatjuk, ez esetben a közepe lesz kissé életlen. A jobb minőségű, ún. semi-plan objektívek a látómező 70-85%-ban adnak éles képet, a plan objektívek gyakorlatilag a teljes látómezőn keresztül.

Az N.A. (numerical aperture) érték, mely megmutatja az objektív mennyire apró részleteket képes egymástól elkülöníteni. Az N.A. mutató növekedésével párhuzamosan a felbontás is növekszik, az egészen kis nagyítású objektív 0.04-es mutatójától kezdve 1.4-ig mely a nagy nagyítású objektíveket jellemzi. A tipikus N.A. értékek az alábbiak: 4x = 0.1; 10x=0.25; 40x=0.65 és 100x=1.25.

Felbontóképesség (tényleges, nem elméleti) azt jelenti, két, egymáshoz közeli apró részlet különállónak látszik-e. Minél nagyobb az érték, annál közelebbi tárgyakat tudunk kettéválasztani. A felbontóképesség az objektívnek köszönhető, nem az okulároknak, mivel utóbbiak csak felnagyítják a kapott képet.

Az objektíven sok esetben egy színes gyűrűt találunk, mely a nagyítás beazonosításában segít. A színkódolásra az alábbi általánosan elterjedt rendszert használják: fekete (1x), barna (2x), piros (4x), sárga (10x), zöld (20x), türkiz (25x), világoskék (40x), sötétkék (60x), fehér (100x). Az objektíven található másik

érték (pl. 0.17) arra utal, hogy milyen vastag tárgylemez fedőlap esetén nyújtja az objektív a legjobb teljesítményt.

DIN (Deutsche Institut Fuer Normung) szabványú objektívek a legnépszerűbbek a különböző szabványok között. Egyik gyártó DIN szabványú objektívje minden probléma nélkül használható más gyártó, DIN szabványú objektívekkel kompatibilis mikroszkópjaiban. A szabvány meghatározza a 45 mm-es parfokális távolságot (erről a későbbiekben szót ejtünk) és az objektív menetet. A 45 mm-es távolság az objektív csatlakozási pontja és a céltárgy között értendő.

JIS (Japanese Industrial Standard) kevésbé elterjedt szabvány. 36 mm-es parfokális távolságot használnak. RMS (Royal Microscopical Society) szabvány 33 mm-es parfokális távolságot határoz meg. Az azonos szabványú okulárok egymás között probléma mentesen cserélhetőek.

A parfokális kifejezés arra utal, hogy az objektívek változtatásakor az élességen egyáltalán nem, vagy csak minimális mértékben kell állítani. A parcentrális kifejezés azt jelenti, hogy a céltárgy a látómező közepén marad a nagyítás cseréjekor.

Sztereo mikroszkópok esetében nagyításonként kettő objektív szükséges és rendszerint egy vagy két (ritkábban három) objektív-párral rendelkeznek. Ezek kis nagyításúak, általában 1x, 2x, 3x, vagy 4x. Zoom modellek esetében az objektív nagyítása egy tartományban (pl 0.7-4.5x) változtatható.

### **Objektívrevolver**

Az objektívrevolvert a tárgyasztal fölé szerelik és a nagyításokhoz szükséges objektívek „tárolására” szolgál. A megfelelő darabot a fényútba helyezve tudjuk a nagyítást váltani.

Biológiai mikroszkópok esetében általában három vagy négy - ritkán öt - objektívet találunk itt melyek elméletileg tetszőleges nagyításúak lehetnek, a gyakorlatban azonban a 4x, 10x, 40x és 100x-os összeállítás a legelterjedtebb.

Sztereo mikroszkópok esetében 1x-2x-3x-4x objektívek közül találunk 1-3 párat a revolverben, ezek cseréje kevésbé jellemző.

### **Okulár**

Az okulár a mikroszkóp tetején található optikai elem, melyet több lencsetag alkot. Feladata az objektív által előállított és nagyított kép további felnagyítása. Az objektív lencséhez hasonlóan kerüljük a gyenge minőségű műanyag lencsés változatokat. Az okulárnak számtalan típusa létezik, mint pl. Huygens, Ramsden, Kellner, orthoszkópikus, plössl stb. Ezek mindegyike használható mikroszkópban, a különbségek kevésbé jelentősek, mint csillagászati távcsövek esetében.

Az okulárok nagyítása rendszerint 5x és 20x közötti, a pontos érték rá van írva. Léteznek nagylátómezőjű változatok is (ezeket WF-el jelölik), melyek a hagyományos modelleknél nagyobb látómezőt képeznek le.

Az okulárok pupillatávolsága azt az értéket adja meg, mennyire közről kell a megfigyelőnek beletekinteni az optimális képminőség érdekében - a nagyobb pupillatávolság különösen szemüvegesek számára előnyös.

Gyakran találkozhatunk gumi szemkagylóval az okulárokon, mely a külső szórt fények elleni védekezésben nyújt hatékony segítséget. Szemüvegen keresztül használatkor ezeket el kell távolítani.

### **Okulárkihuzat**

Az okulárkihuzat a mikroszkóp felső részén található, ebbe helyezzük az okulárokat.

### **Mikroszkópfej**

A mikroszkópfej az okulár és az objektív között elhelyezkedő részegység. Magában rejtje a prizákat melyek az objektív által összegyűjtött fényt „terelik” a megfelelő irányba. A kényelmes használat érdekében az okulárkihuzat a függőlegeshez képest sok esetben 30° és 60°-közötti mértékben megdöntött.

Drágább modellek esetében a mikroszkópfej 360°-ban körbeforgatható, így többen is beletekinthetnek a mikroszkópba anélkül, hogy ténylegesen odébb kellene tenni.

A mikroszkópfejből is többféle típus létezik:

- **Monokuláris változatok** esetében egy okulárt találunk a mikroszkópfejen, így egy szemmel tudjuk a vizsgálatokat elvégezni. Kedvező árúak, általános használatra teljesen megfelelőek. Sok esetben második, függőleges benéző-nyílás is található a fejen, ezen keresztül egy második személy (pl. tanár) ellenőrizheti az előző ember munkáját, vagy akár fényképezőgép is csatlakoztatható.
- **Binokuláris fejfel ellátott** mikroszkópba mindkét szemünkkel egyszerre tudunk beletekinteni, ezáltal kényelmesebb használatot tesznek lehetővé, mint a monokuláris változatok. A szemtávolság bizonyos keretek között állítható.
- **Trinokuláris fejfel rendelkező** mikroszkópok binokuláris fejen egy harmadik „nyílást” is találunk kamerák csatlakoztatására. Számos modell lehetővé teszi az ide jutó fény mennyiség szabályozását.

Binokuláris benézők minden esetben dioptria korrekcióval is rendelkeznek, ennek használatával a megfigyelő eltérő dioptriájú szeméihez lehet élesre állítani a képet. Általában a bal oldali okulár van ellátva ezzel a lehetőséggel. A pontos élességállítás az alábbiak szerint végezhető el: csukja be a bal szemét, majd a jobb oldali okulárba pillantva állítsa be az élességet a szokásos módon. Ezt követően a jobb szemét hunyja le, majd a bal okulárba tekintve a dioptria-állító gyűrű használatával álljon élesre. Az ezt követő fókuszáláskor mindkét szeme számára éles képet kap.

## Tárgyasztal

Az objektívek alatt található kis felület az ún. tárgyasztal, erre kell a vizsgálandó preparátumot vagy tárgyat helyezni. Sima felülettel rendelkezik melynek alakja lehet négyszögletes vagy kör.

Legtöbb biológiai mikroszkóp esetében a tárgyasztal mozog fel-le és az objektívfej marad egy helyben, de néha fordított megoldást alkalmaznak. A tárgyasztalon egy nyílást találunk melyen az alsó megvilágítás fénye át tud haladni. A legegyszerűbb változat csak a tárgylemez rögzítését teszi lehetővé kis csiptetőkkel, az ún. mechanikus változat ennél sokkal kifinomultabb: egy-egy tekerőgomb segítségével lehetővé teszi két tengely mentén (előre-hátra ill. jobbra-balra) a tárgyasztal igen precíz mozdítását. Ez igen kritikus nagy (400x-os feletti) nagyítások esetén, mivel kézzel meglehetősen nehézkes a preparátum megfelelő pontjának objektív alá állítása. Sok esetben a tárgyasztal mellett skálát találunk, mellyel a vizsgált tárgy méreteit is meg lehet határozni.

Sztereo mikroszkópok esetén a tárgyasztal közvetlenül az alsó megvilágítás felett helyezkedik el, általában tejüvegből készül, melyen az alsó megvilágítás fénye átszűrődik. Sok esetben fekete-fehér oldalú műanyag korongra kicserélhető, mely a ráhelyezett objektum kontrasztját növelheti meg felső megvilágítás használatakor.

## Kondenzor lencse

A biológiai mikroszkópok tárgyasztala alatt gyakran egy lencse, vagy lencserendszer található, melynek feladata a mikroszkóp beépített lámpája által kibocsátott fényt tárgyra fókuszálása.

A nagy nagyítású objektívek lencséje igen kicsi méretű, emiatt jelentősen koncentrált fényt igényelnek a megfelelő működés érdekében. A legegyszerűbb kondenzor fix beépítésű. Ennek drágább és precízebb változata, ún. Abbe kondenzor, mely egyrésztől függőleges tengely mentén mozgatható másrésztől el van látva íriszes fény szabályzóval (ún. diafragma) is. Az írisz átmérőjét változtatva valamint a kondenzort mozgatva pontosan beállítható a vizsgált tárgyon átmenő fénykúp mérete és fókuszpontja. Különösen 400x-os nagyítások felett elengedhetetlen az Abbe-féle kondenzor használata.

A kondenzor jellemezhető egy N.A. értékkel, melynek egyenlőnek, vagy nagyobbak kell lennie, mint a használt objektív hasonló értéke. A belépőkategóriás kondenzor N.A. értéke 0.65, mely teljesen elfogadható 400x-os nagyításig. Nagyobb nagyítások esetén 1.25-ös N.A. értékű Abbe kondenzor javasolt. Még jobb minőségű megvilágítást tesznek lehetővé az ún. aplanatikus akromatikus változatok, mivel nagyon sík megvilágított felületet tesznek lehetővé, sajnos az árak ennek megfelelően igen magasak.

## Diafragma

A diafragmát a tárgyasztal alá szerelik, segítségével a vizsgált objektumra eső fény mennyisége szabályozható. Különösen nagy nagyítások esetén van jelentősége.

A biológiai mikroszkópok az alábbi típusok egyikét használják: korong diafragma - a legegyszerűbb és legolcsóbb megoldás: egy elforgatható korongból áll, melyen 5-10, különböző átmérőjű lyuk található. A fény intenzitása szabályozható azáltal, hogy a fényforrás elé a megfelelő átmérőjű lyukat forgatjuk. Az írisz

diafragma a jobb és drágább megoldás: a szem íriszéhez, vagy a kamera blendéjéhez hasonlóan lépésköz nélkül változtatható az átmérője, ezáltal jobban beállítható az optimális képélességhez és kontraszthoz szükséges fény mennyisége.

## Megvilágítási rendszerek

A mikroszkóp alá helyezett objektum vizsgálatához valamiféle megvilágítás elengedhetetlen. Ez ideális esetben világos és a látómezőn keresztül egyenletes fényű. Olcsóbb mikroszkópok esetében elterjedt megoldás erre a feladatra valamiféle külső fényforrás (lámpa, Nap) alkalmazása. Ekkor a mikroszkóp egy tükör segítségével irányítja a külső fényt a tárgyra. Noha egyszerű megoldásnak tűnik sok esetben bonyolult a megfelelő megvilágítás megtalálása és beállítása.

Drágább és elterjedtebb a beépített vagy utólagosan csatlakoztatott fényforrás használata, mely közvetlen és intenzív megvilágítást tesz lehetővé. A biológiai mikroszkópok leggyakrabban alsó világítást alkalmaznak, ezáltal - szó szerint - átvilágítják a preparátumot. Sztereo mikroszkópok esetén szóba jöhet felső megvilágítás is, sőt sok esetben mindkét fajta világítással ellátottak. A fény erőssége lehet fix, vagy változtatható mértékű is.

A fényforrás típusa szerint az alábbiakat különböztethetjük meg:

- **Wolframszál izzólámpa** a legegyszerűbb, és legolcsóbb típus. Kissé sárgás árnyalatú fényt bocsát magából illetve hajlamos melegedni. Általában 15W vagy 20W teljesítményű.
- **Halogén lámpák** fénye különösen fehér és koncentrált, de szintén melegednek. Tipikusan 15W vagy 20W-osak.
- **Fénycsöves megvilágítás** szinte egyáltalán nem bocsát ki magából hőt. Erős fehér, a szemnek kellemes fény jellemzi. Ragyogóan használható élőlények vizsgálatához. Tipikusan 5W - 10W-os, de ugyanazt a fénymennyiséget bocsátja ki mint a wolframszál vagy halogén lámpák.
- **LED megvilágítás** gyakorlatilag nem termel hőt, fénye hideg és fehér árnyalatú. Elemről is működtethető így zsinór nélküli (terep) használhatra ideális.

## Élességállítási lehetőségek

Minden mikroszkóp rendelkezik valamiféle élességállítási mechanizmussal. A drágább biológiai modelleken kétfélet is találunk: egyikkel a gyors, durva beállítást, a másikkal pedig a precízebb fókuszálást végezhetjük el. Utóbbit finomfókuszírozónak is hívják, 400x-os nagyítás felett szinte kötelező tartozék. Sztereo mikroszkópokon nincs ilyen megoldás, mivel kis nagyításokon használtak.

## Kar

A kar (más néven állvány) közvetlenül a mikroszkóp talapzatához csatlakozik és a mikroszkóp stabilitásáért felelős. Tartalmazza a fókuszáló szerkezetet, tartja a tárgyasztalt valamint a mikroszkópfejet. A mikroszkóp mozgásakor ezt a részt kell megfogni, míg a másik kézzel a talapzat alját tartani.

## Talapzat

A talapzat a mikroszkóp legalsó része: biztosítja az egyensúlyt és a merevséget. Magában rejt a megvilágításhoz szükséges elektromos alkatrészeket.

## Mikroszkópokkal kapcsolatos kifejezések

**Nagyítás** - a mikroszkóp nagyítását az objektív és az okulár nagyításának szorzata adja. Például egy 40x objektív lencse és 10x-es okulár használatakor a kapott nagyítás 400x-os. Másképpen kifejezve, a nagyítás megadja, hányszor nagyobbak látjuk a vizsgált tárgyat mikroszkópon keresztül, mint szabad szemmel.

Kis nagyítások világosabb, élesebb képet adnak és nagyobb látómező érhető el. Nagy nagyítások esetén a kapott kép ugyan nagyobb, de egyúttal fényszegényebb és a látómező is kisebb. Megfigyeléskor a legkisebb nagyítással kezdjük a munkát és fokozatosan haladjuk a nagyobbak felé. Egy ponton túl hiába növeljük a nagyítást, újabb részletek nem jönnek elő, csak a kapott kép lesz nagyobb, ekkor üres nagyításról beszélünk.

Adott nagyításhoz mindig a nagyobb nagyítású objektívet használjuk semmint egy kisebb nagyításút de nagyobb nagyítású okulárral. Például, 40x objektív és 10x okulár párosítása jobb képet ad mint egy 20x objektív és 20x okulár, noha a nagyítás mindkét esetben 400x-os.

**Látómező** - annak a körnek a méretét adja meg, melyet a mikroszkópba tekintve látunk. Kis nagyítások nagyobb látómező elérését teszik lehetővé, mely a nagyítás növelésével párhuzamosan csökken. A nagylátószögű okulárok nagyobb látómezőt képeznek le a hagyományos okulárokhoz képest.

**Mélység-élesség** - megadja a látómezőben élesen látható legközelebbi és legtávolabbi pont távolságát. A kis nagyítású objektívek nagyobb mélység-élességgel rendelkeznek.

**Képsík** - azt jellemzi, hogy mennyire "sík" a látómező, azaz a peremén és a közepén mennyire tér el egymástól a képélesség.

**Tárgytávolság** – a tárgy távolsága az objektívtől éles kép esetén.

**Fényerő** - megmutatja mennyire világos vagy sötét a kapott kép. Szoros összefüggésben van a megvilágítás típusával, valamint annak N.A. értékével. Minél nagyobb az N.A. érték, annál világosabb a kapott kép nagy nagyítások esetén.

**Kontraszt** - a világos és a sötét területek közti intenzitáskülönbségre utal. Szintén a megvilágítás típusával van összefüggésben.

**Kollimáció** - kifejezi, hogy a mikroszkóp optikai elemei mennyire vannak egy tengelyre igazítva.

Szarka Levente

**MAKSZUTOV.HU Távcső- és Mikroszkóp Bolt**

[www.makszutov.hu](http://www.makszutov.hu)

1/707-85-12 és 20/5-981-941

1096 Budapest Thaly Kálmán u. 34. (Klinikák metro megállónál)