

Kako z lupo doseči velike povečave?

dr. Vladimir Grubelnik¹ in dr. Marko Marhl²

¹ Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru

² Pedagoška fakulteta in Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru



Povzetek

V prispevku pokažemo primer uporabe lupe za doseganje velikih povečav. Opozorimo na pomembno vlogo položaja našega očesa in zbiralne leče glede na predmet opazovanja. Kot primer prikažemo opazovanje svetlobnih pik na računalniškem monitorju.

Abstract

The paper shows an example of how a magnifying glass can be used for very large magnifications. Attention is drawn to the importance of the position of our eye and the condenser lens with relation to the subject of observation. Shown as an example is the magnification of pixels on a computer screen.

Uvod

Preslikave predmetov skozi zbiralno lečo dobro poznamo. V šoli je ta tematika pogosto obravnavana na različnih stopnjah izobraževanja. Učenci se že na nižji stopnji izobraževanja srečajo z opazovanjem predmetov skozi lupo. Opazujejo realne in navidezne slike predmetov pri preslikavah skozi zbiralne leče ter ob tem spoznavajo delovanje človeškega očesa in drugih optičnih naprav [1–3]. Na srednješolski stopnji izobraževanja podrobneje obravnavajo lomni zakon, rišejo potek žarkov pri prehodu skozi tanke leče ter spoznavajo odvisnost velikosti in položaja slike glede na položaj leče in predmeta. Spoznajo tudi enačbe, ki opisujejo preslikave skozi različne leče [4].

V tem prispevku se osredotočimo na povečavo zelo majhnih predmetov pri opazovanju skozi zbiralno lečo. Za primer bomo vzeli opazovanje svetlobnih pik na računalniškem monitorju. Primer je na področju izobraževanja aktualen pri prikazu delovanja barvnih monitorjev oziroma pri proučevanju delovanja našega očesa [5].

Če želimo opazovati posamezne svetlobne pike na računalniških monitorjih, jih moramo ustrezno

povečati. Svetlobne pike posameznih barv (rdeča, zelena, modra) lahko ločimo med seboj že z majhno kapljico na monitorju, ki deluje kot majhna leča [6]. Za večje povečave, pri katerih lahko razločno ločimo posamezne svetlobne pike, pa potrebujemo povečevalno steklo z ustrezno povečavo. Velikost povečave, ki jo potrebujemo, je odvisna od velikosti barvnih svetilnih elementov na monitorju oziroma od razdalje med njimi, ki pri računalniških monitorjih znaša manj kot 0,15 mm. To je tudi razdalja, na kateri človeško oko z razdalje 0,5 m ne loči dveh sosednjih svetilnih elementov. Ločljivost očesa je namreč okoli 1'.

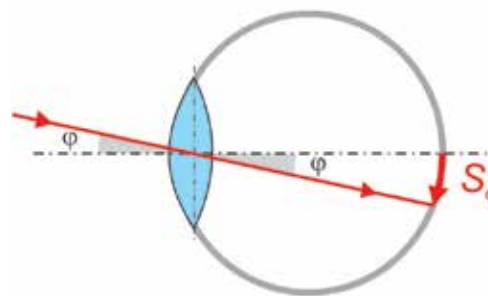
Za opazovanje posameznih svetilnih elementov na monitorju torej potrebujemo lupo z ustrezno povečavo. Da bo pri opazovanju skozi lupo razdalja med posameznimi svetilnimi elementi okoli 1 mm, potrebujemo približno osemkratno povečavo, kar ustreza lupi z goriščno razdaljo 3 cm. V nadaljevanju bomo pokazali, da lahko dovolj velike povečave dosežemo tudi z lupami večjih goriščnih razdalj, pri čemer ima pomembno vlogo položaj našega očesa in zbiralne leče glede na predmet opazovanja. Pri razlagah se osredotočamo na preslikave predmetov na mrežnico človeškega očesa.

Preslikava predmetov na mrežnico človeškega očesa

Zorni kot φ , pod katerim vidimo predmete, določa velikost slike S_o na mrežnici človeškega očesa (slika 1). Bliže kot je predmet, pod večjim zornim kotom ga vidimo in večja slika nastane na mrežnici očesa. Najbližja razdalja, pri kateri lahko oko izostri sliko na mrežnici očesa, je 25 cm. S tem je določen tudi največji zorni kot opazovanega predmeta.

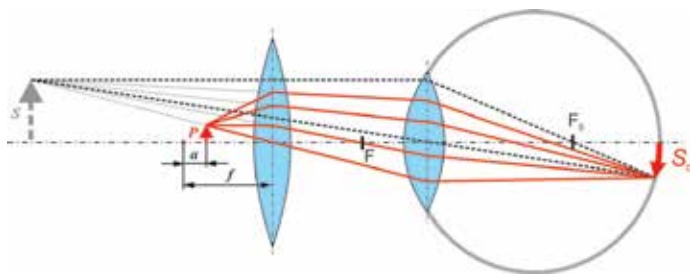
Večji zorni kot lahko dosežemo z uporabo povečevalnega stekla (zbiralne leče). Pri tem običajno zasledimo razlage, da skozi zbiralno lečo opazujemo navidezno sliko predmeta, ki nastane na razdalji 25 cm od očesa [4, 7] (slika 2a). Problem pri tem je, da so dijaki večkrat zmedeni, če predmet postavimo v gorišče leče (slika 2b). Zavedajo se, da takrat nastane navidezna slika predmeta v neskončnosti, vendar se pri tem sprašujejo, kako lahko to sliko potemtakem sploh opazujemo.

Za boljše razumevanje je treba dati večji poudarek zbiranju žarkov v človeškem očesu. Oko je namreč treba obravnavati kot zbiralno lečo, katere gorišče F_o se lahko prilagaja tako, da se žarki zberejo na mrežnici očesa (slika 2).

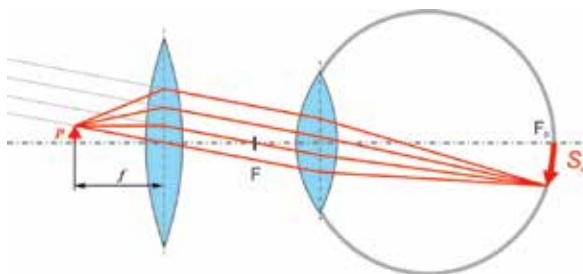


Slika 1: Zorni kot opazovanega predmeta in slika na mrežnici očesa.

a) Opazovanje navidezne slike predmeta.



b) Snop vzporednih žarkov.



Slika 2: Prikaz zbiranja žarkov na mrežnici očesa.

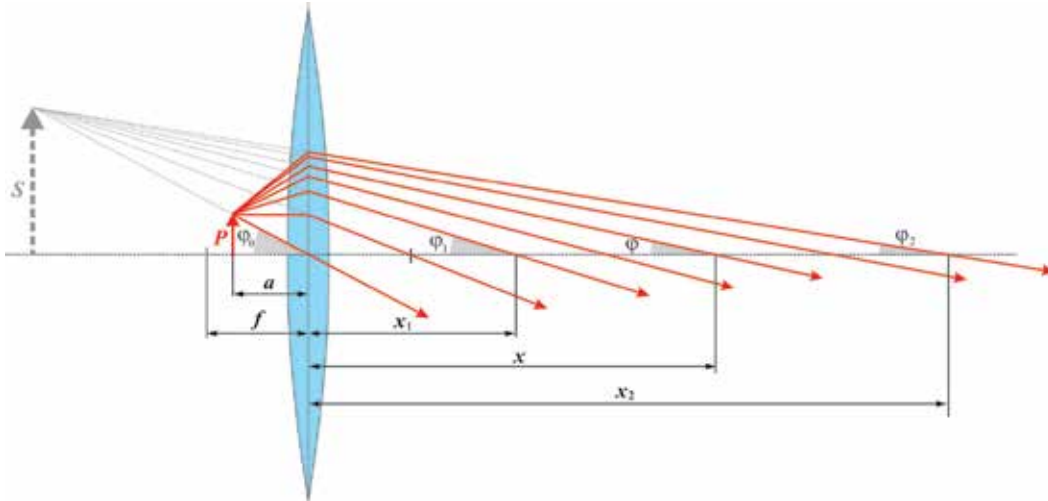
Povečava predmetov v odvisnosti od lege zbiralne leče in očesa

Pri običajnem pogledu skozi zbiralno lečo se predmet nahaja med lečo in njeno goriščno razdaljo ($a < f$, slika 3a). Na sliki 3a vidimo, da je snop žarkov, ki prihaja iz točke predmeta, pri prehodu skozi lečo divergenten. Z oddaljevanjem od leče žarki sekajo optično os pod čedalje manjšimi koti ($x_2 > x_1$, $\varphi_2 < \varphi_1$). S tem se na mrežnico očesa projicira čedalje manjša slika predmeta.

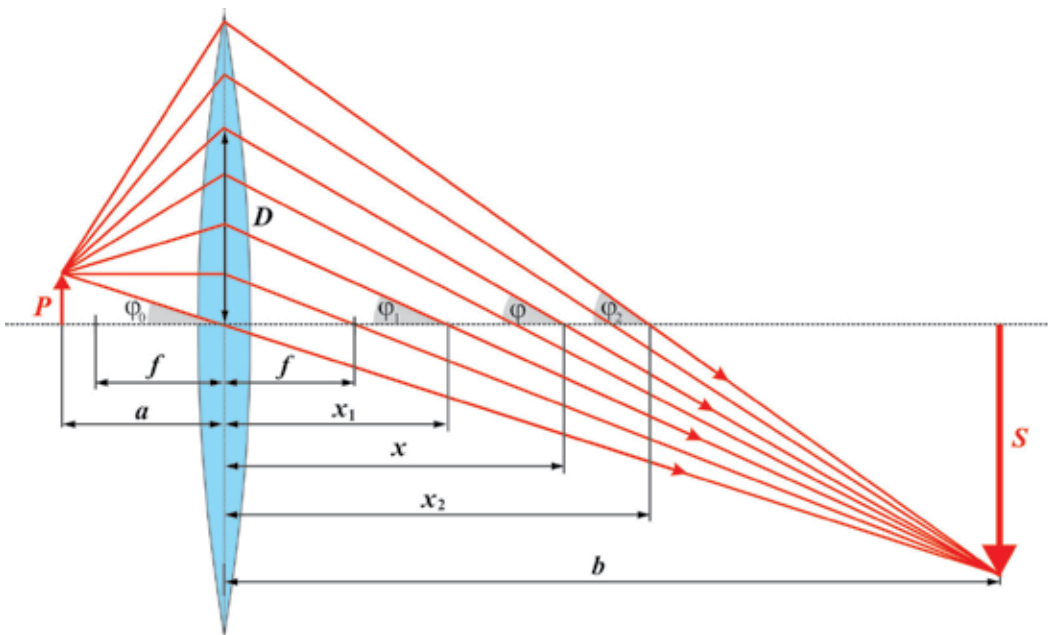
Kadar je razdalja med predmetom in lečo nekoliko večja od goriščne razdalje leče ($a > f$), pa dobimo pri prehodu skozi lečo konvergenten snop žarkov. Ti se sekajo na razdalji b od leče, kjer nastane realna slika predmeta (slika 3b). Z oddaljevanjem od leče ($x < b$) žarki sekajo optično os pod čedalje večjimi koti ($x_2 > x_1$, $\varphi_2 > \varphi_1$; glej slika 3b), pri čemer se na mrežnico očesa projicira čedalje večja slika predmeta.

Najbližja razdalja, pri kateri lahko oko izostri sliko na mrežnici očesa, je 25 cm. S tem je določen tudi največji zorni kot opazovanega predmeta.

a) Predmet se nahaja med lečo in njenim goriščem. Z oddaljevanjem od leče se zorni kot φ zmanjšuje.



b) Predmet se nahaja dlje, kot je gorišče leče. Z oddaljevanjem od leče se zorni kot φ povečuje.



Slika 3: Prikaz zornega kota φ , pod katerim vidimo predmet pri opazovanju z razdalje x .

Za primer si pogledjmo opazovanje napisa na računalniškem monitorju. Lečo s premerom 7 cm in goriščno razdaljo $f \approx 13$ cm pritrdimo na stojalo in jo postavimo na razdaljo $a \approx 14$ cm pred računalniški zaslon (slika 4).



Slika 4: Lečo postavimo nekoliko dlje od računalniškega zaslona, kot je njena goriščna razdalja.

Pri takšni postavitvi zbiralne leče, kot jo prikazuje slika 4, je povečava predmeta odvisna od razdalje, s katere opazujemo skozi lečo (glej sliko 3b). Rezultat prikazuje slika 5, kjer lahko vidimo, da z večanjem razdalje, s katere opazujemo napis skozi lečo, le-ta postaja vse večji.

a) Opazovalec se nahaja na razdalji $x \approx 15$ cm od leče.



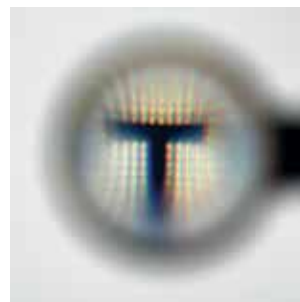
b) $x \approx 30$ cm



c) $x \approx 0,5$ m



d) $x \approx 1$ m



Slika 5: Opazovanje napisa »OPTIKA« na računalniškem zaslonu, kot je to prikazano na sliki 3b in 4.

Pri večji povečavi lahko lepo razločimo tudi posamezne svetlobne pike računalniškega monitorja, kar lahko s pridom uporabimo pri prikazu delovanja barvnih monitorjev oziroma pri proučevanju delovanja našega očesa [5]. Opazna je tudi popačenost slike, kjer je predel ob robu leče nekoliko bolj povečan kot na sredini. To je posledica tega, da je goriščna razdalja za žarke, ki prehajajo skozi središče leče, nekoliko večja kot za žarke, ki prehajajo ob robu leče [7], vendar se temu v prispevku ne bomo podrobneje posvečali.

Diskusija

Pokazali smo, da lahko z ustrezno postavitvijo zbiralne leče in izbiro položaja opazovanja dosežemo večje povečave kot pri običajnem pogledu skozi lupo. To je še posebej zanimivo za uporabo v šolah, kjer običajno nimamo povečevalnih stekel z velikimi povečavami. Pri tem velja omeniti, da mora biti predmet opazovanja dobro osvetljen, saj osvetljenost slike upada obratno sorazmerno s kvadratom povečave. Pri opazovanju svetlobnih točk na monitorju seveda s tem nimamo težav. Omeniti velja še, da smo se pri položaju opazovanja omejili le na območje med lečo in mestom, kjer nastane realna slika predmeta. Če bi opazovali z večje razdalje, bi opazili, da se slika predmeta obrne. To si lahko preprosto razlagamo tako, da opazujemo obrnjeno sliko, ki je nastala pri preslikavi skozi zbiralno lečo.

Literatura

- [1] B. Bajd, I. Devetak, M. Kralj in S. Oblak, *Naravoslovje 7*, Modrijan, 2003, str. 86–97.
- [2] A. Kolman idr., *Naravoslovje 7*, Založba Rokus, 2003, str. 99–106.
- [3] S. S. Krajšek idr., *Naravoslovje 7*, Tehniška založba Slovenije, 2005, str. 90–99.
- [4] R. Kladnik, *Fizika za srednješolce 2 – Energija, toplota, zvok, svetloba*, DZS, 2000, str. 194–240.
- [5] V. Grubelnik in M. Marhl, Kako delujejo barvni monitorji?, *Fizika v šoli*, 1 (12), 2006.
- [6] A. Muller, Sneezing, Pixel Spacing, and Geometric Optics, *The Physics Teacher*, 36, 1998, str. 509–511.
- [7] R. Kladnik, *Visokošolska fizika. III. del. Valovni pojavi, akustika in optika*, Državna založba Slovenije, 1989, str. 130–143.