

Doprovodné materiály k semináři

Seznam experimentů

Barevné vidění	2
Proužky moaré	11
Úžasné divadlo fyziky - ÚDiF	25
Zdroje inspirace	27

Barevné vidění

Vojtěch Hanák

V této části představíme několik pokusů s barevným viděním lidského oka. Část z nich vyžaduje tmu a část z nich je dobré promítat nebo zobrazovat na monitoru. K žádnému z nich ale nepotřebujete speciální vybavení.

Jak vidí oko barvy

Co vidí oko

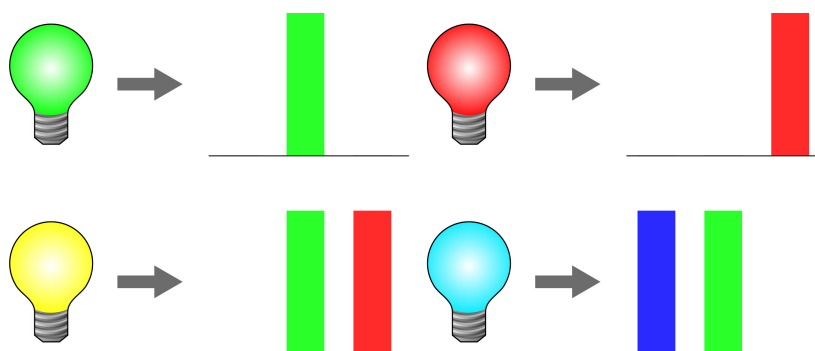
Lidské oko vnímá světlo pomocí dvou druhů buněk na své sítnici - tyčinek a čípků. Tyčinky jsou buňky, které vnímají jenom intenzitu světla, na všechny barvy jsou citlivé stejně a vidí tedy jen černobíle. Naopak čípky existují trojího druhu podle citlivosti na konkrétní barvy. Jeden druh je nejcitlivější na červenou oblast barev, druhý je citlivý v zelené části spektra a třetí v modré části spektra. Citlivost jednotlivých čípků ukazuje následující obrázek.



Obr. 1: Barevná citlivost lidského oka.

Pokud do našich očí dopadá červené světlo, podráždí červené čípky a ty pošlou mozku signál, že vidí. Dopadá-li do našich očí zelené světlo, podráždí zelené čípky a modré světlo podráždí modré čípky.

Žluté světlo leží v duze mezi červenou a zelenou. Spadá do citlivosti červených i zelených čípků, ale nikoliv modrých. Dopadne-li do našich očí žluté světlo, vybudí signál v červených a zelených čípcích, ale modré ho neuvidí.



Obr. 2: Podráždění čípků sítnice barevným světlem.

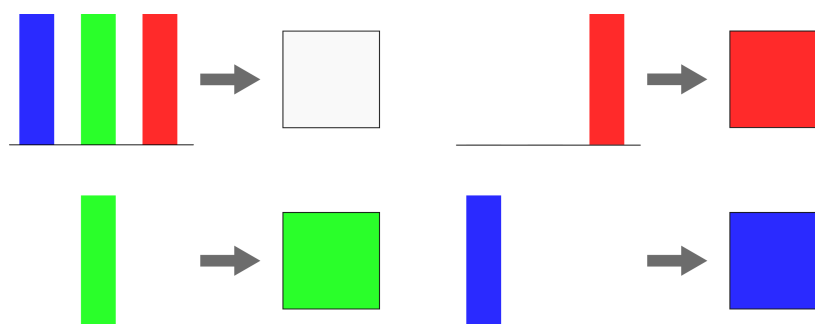
Podobně to dopadne s tyrkysovým světlem. To je v duze mezi modrou a zelenou a mohou ho tedy detekovat modré a zelené čípky.

Bílé světlo obsahuje všechny barvy duhy. Musí být proto schopné podráždit všechny tři typy čípků v našich očích. Pokud tedy vidí červené, modré i zelené čípky, vnímáme ho jako bílé světlo.

Jak si to přebere mozek

Nemůžeme to chápat tak, že bychom viděli jen červenou, zelenou a modrou barvu. Mozek si signály z jednotlivých čípků skládá a výsledek nějak interpretuje. Jediné, co mozek ví, je kolik světla vidí modré, zelené a červené čípky.

Vidí-li světlo zároveň červené, zelené i modré čípky, pak nám musí do očí dopadat světlo obsahující všechny barvy, tedy světlo bílé barvy. Pokud ale mozek ví, že pouze červené čípky jsou ty jediné, které vidí světlo, je jasné, že se díváme na červené světlo. Pokud světlo vidí pouze zelené čípky, vidíme zelené světlo. Pokud vidí pouze modré čípky, vidíme určitě modrou.

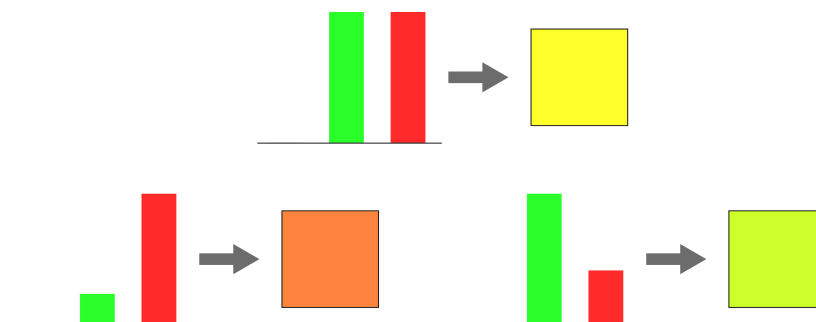


Obr. 3: Co vidí čípky a jakou barvu vnímá mozek.

Pokud ale mozek ví, že světlo vidí červené i zelené čípky, interpretuje to jako žlutou barvu. Jakým způsobem ale byly červené a zelené čípky nabuzeny, to mozek neví a mohlo se stát hned několik možností. Do našich očí může dopadat červené a zelené světlo, ale žádné žluté světlo. Může do nich dopadat jen úzký proužek žluté části duhy, ale žádné červené ani zelené světlo. Může do něj dopadat všechno světlo od červené do zelené včetně žluté. Která možnost nastala, mozek neví. Ve všech případech ale díky interpretaci mozku vidíme žlutou.

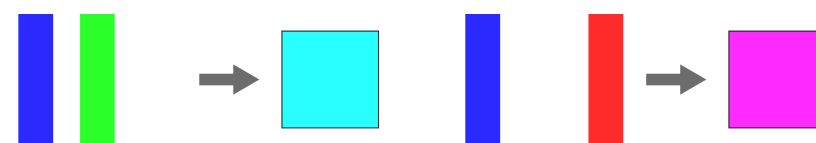
Podle této logiky mozek rozlišuje i odstíny. Pokud vidí zelené čípky více světla než ty červené, dopadá nám nejspíš do očí světlo, které je v duze posunuté od žluté směrem k zelené. Pokud

ale vidí červené čípky více světla, bude ono světlo posunuté spíš k červené a tedy od žluté do oranžové.



Obr. 4: Různá množství červeného a zeleného světla.

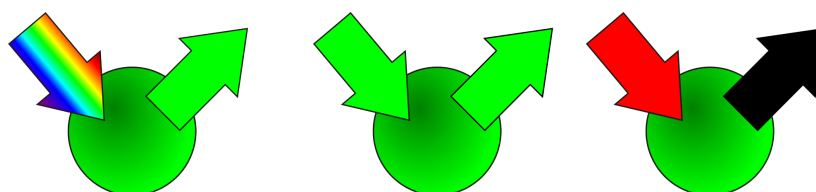
S modrou a zelenou je to podobné. Pokud vidí zelené a modré čípky, mozek nám nabídne barvu, která je v duze mezi modrou a zelenou, tedy tyrkysovou. Složitější situace nastane, pokud vidí pouze červené a modré čípky, ale zároveň zelené čípky světlo nevidí. Pokud bychom pokračovali podle stejné logiky, mozek by opět měl vidět barvu, která je v duze mezi červenou a modrou. Tou barvou je zelená. Jenže zelené čípky žádné světlo nevidí, takže zelená barva nám do očí určitě nesvítí. Mozek to vyřeší tak, že si vymyslí barvu, která v duze není. Této barvě se říká purpurová nebo magenta.



Obr. 5: Tyrkysové a magentové světlo.

Barevné věci odráží část světla

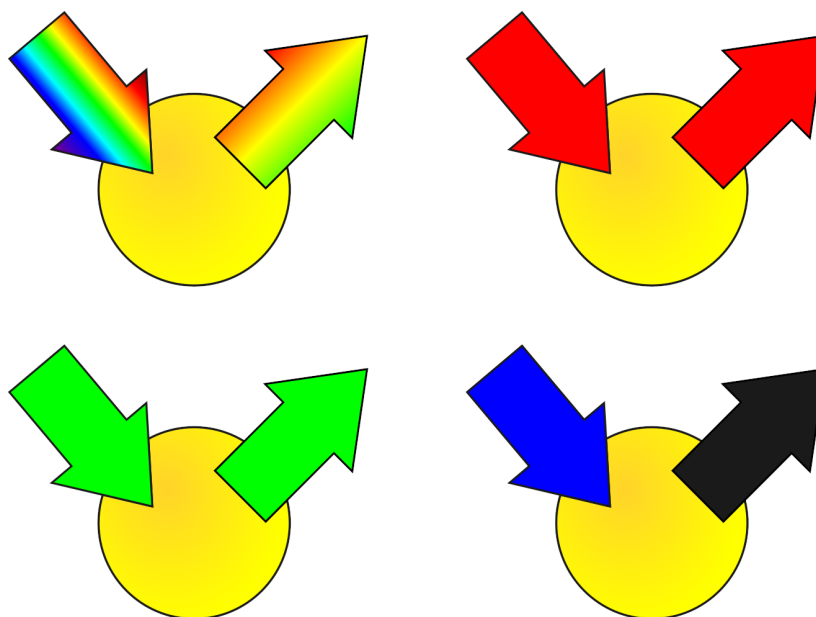
Jak se stane, že vidíme červené rajče a zelenou okurku? Na okurku dopadá světlo všech barev. Abychom před sebou viděli zelenou, musí do našich očí dopadat jen zelené světlo. Povrch okurky tedy ze všeho dopadajícího světla odráží jen zelenou. Ostatní barvy, červenou a modrou, pohlcuje a neodráží je.



Obr. 6: Zelený míček odráží pouze zelenou, červenou neodráží.

Červené rajče odráží červenou a pohlcuje zelenou a modrou. Žlutá pampeliška se nám zdá žlutá. Proto musí do našich očí odrážet ty barvy, které nám v mozku vytváří žlutou. Těmi jsou červená spolu se zelenou.

Bílé předměty musí odrážet světlo jakékoliv barvy. Čím více světla předmět odráží, tím světlejší se nám zdá. Funguje to i naopak. Černé předměty všechno světlo pohlcují a žádné neodráží.



Obr. 7: Odraz světla na žlutém míčku.

Tato jednoduchá pravidla si můžeme vychutnat, když ve tmavé místnosti začneme svítit barevnými světly na barevné předměty. Pokud předmět barvu našeho světla odráží, bude se nám zdát světlý, jasný. Pokud ale tuto barvu pohlcuje a neodráží, uvidíme ho tmavý až černý.

Červená paprika bude pod červeným světlem zářivě jasná, ale pod modrým a zeleným světlem ztmavne. Žlutý banán bude světlý pod zeleným a červeným světlem. V modrém světle bude ale tmavý. Samostatnou kapitolou je nechat děti třídít lentilky podle barev pod barevným osvětlením.

Pokud nemáte možnost zatemnění, můžete se zkusit na barevné předměty podívat přes barevné filtry nebo folie. Přes červenou folii projde jen červené světlo a přes modrou jen modré. Červené jablko odráží jen červené světlo. Při pohledu přes červenou folii se tedy bude jevit světlé, ale za modrou folii bude tmavé

Barevná zvířátka a Y/A

V semináři svítíme jasným barevným světlem na nápis Y/A na bílém papíře. Bílý papír musí odrážet každé světlo, kterým na něj posvítíme. Červené písmeno ale odráží jen červenou a modré jen modrou. Pokud papír nasvítíme červeným světlem, papír ho odráží a bude se nám zdát červený. Červené písmeno na červeném papíře zmizí. Modré písmeno ale červenou pohlcuje. Bude se nám zdát černé a na červeném papíře bude dobře vidět. Když vyměníme červené světlo za modré, písmena se vystřídají.

Barevnými světly můžete také svítit na barevně tisknutá zvířátka na bílém papíře. Je potřeba vyladit barvu tisku, aby odpovídala barvě vašeho světla (každá barevná tiskárna to bude mít trochu jinak), ale pokud se vám podaří světlo a tisk sladit, získáte hezký efekt. Děti mohou zkoumat pod kterou barvou světla jim mizí různě barevná zvířata. Zdrojům barevného světla věnujeme samostatnou část.

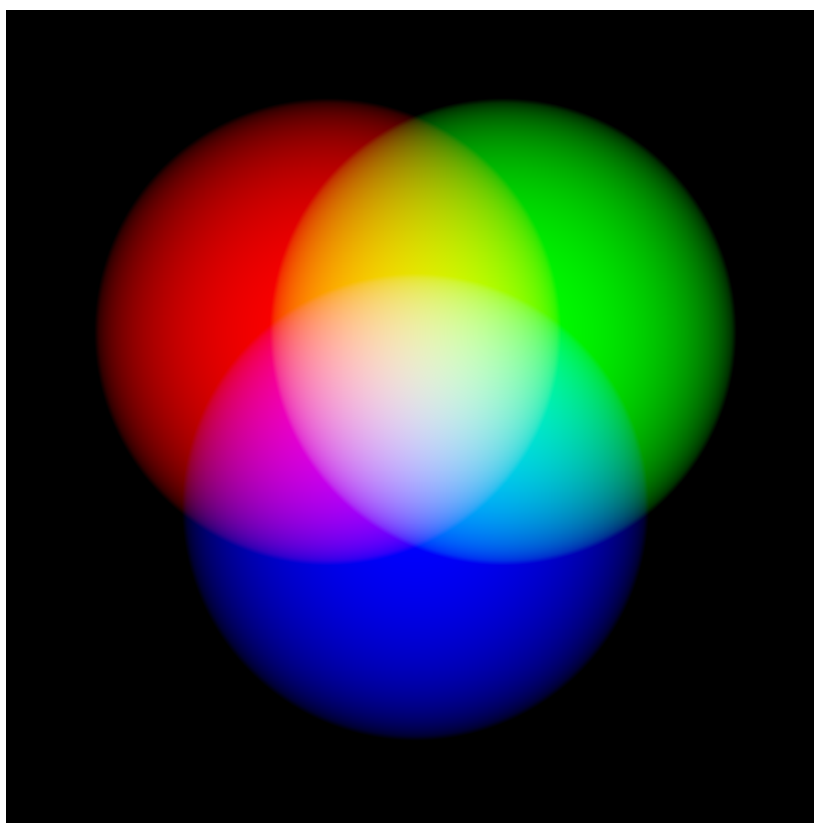
Míchání světél RGB

Míchání barev máme ze zkušenosti spojené s mícháním barviv a pigmentů. Naše zkušenost velí, že pokud smícháme dvě barvy dohromady, výsledkem je tmavší barva. Proto také malíři používají k míchání světlé barvy a hlavně spoustu běloby.

Míchání světél je ale pravým opakem této zkušenosti. Pokud přes sebe přeložíme dva světelné kužely, výsledkem musí být více světla a tedy světlejší barva. Opět to budeme popisovat tak, jak to vidí naše oči a interpretuje náš mozek. K míchání světél budeme používat barvy, které většina z nás zná jako základní - červenou, modrou a zelenou. V angličtině Red, Green a Blue, tedy RGB.

Pokud do jednoho místa svítí modré a červené světlo a odráží se do našich očí, musí nám v očích podráždit modré a červené čípky a my uvidíme purpurovou barvu neboli magentu.

Pokud takto přeložíme přes sebe červené a zelené světlo, v oku dojde k podráždění červených a zelených čípků a my uvidíme žlutou. Modré a zelené světlo vytvoří na zdi modrozelenou barvu.



Obr. 8: Míchání světél - červená, zelená a modrá.

Tam, kde se překrývají všechna tři světla, vznikne oblast, ze které do našich očí dopadá červené, zelené i modré světlo. Naše oči tuto plochu uvidí jako bílou. Opět připomínáme, že takto funguje míchání světél, nikoliv míchání barviv. Pokud bychom smíchali červenou, zelenou a modrou temperu, získáme hodně tmavou až černou barvu.

Tímto způsobem míchají barvy téměř všechny barevné displeje, ať už v televizi, na monitoru u počítače nebo ve vašem mobilním telefonu. Každý pixel sestává ze tří svítících plošek - červené, zelené a modré. Jas těchto plošek se mění podle toho, jakou výslednou barvou má pixel svítit.

To, že se v barevných displejích používá právě červená, zelená a modrá, má samosebou příčinu právě v tom, jak vidí naše oko. Pokud si naše oči skládají barvy z těchto tří základních barev, nedává žádný smysl používat v displejích jakékoliv jiné barvy. Volba červené, zelené a modré je dána tím, že se na displej dívají lidé. Jiní živočichové ale nemusí mít stejný barvocit. Například pes nebo kočka vidí pouze ve dvou barevných kanálech (modrá a žlutá), červené pixely by jim tak byly k ničemu.

Zdroje barevného světla

V této části představíme několik možností, jak získat pro výuku zdroje barevného světla.

Barevné filtry představují nejprostší cestu, jak z bílého světla odříznout jen ty barvy, které chceme. My používáme osvětlovačské filtry firmy LEE Filters. Jsou dostupné v mnoha barvách a velikostech. Důležité je ale hlavně to, že jejich katalog obsahuje také spektrum filtru. Můžeme si tedy přesně vybrat, které barvy má filtr propouštět a které ne. V česku je dodává například firma Prodance, jejíž eshop zobrazuje u filtrů také jejich spektra. Pro naše účely jsou vhodná tato katalogová čísla a jména filtrů:

Barva	Číslo	Název
Červená	029	Plasa red
Zelená	139	Primary green (světlější)
	124	Dark green (tmavší)
Modrá	716	Mikkel blue
Žlutá	101	Yellow
Tyrkysová	116	Medium blue-green
Magenta	797	Deep purple

Tabulka 1: Katalogová čísla a názvy barevných filtrů firmy Lee.

Tyto filtry můžeme nalepit například na kapesní svítilnu, přes ledku telefonu nebo na lampičku. Získáme tak zdroj světla konkrétní barvy. Nevýhodou ovšem je fakt, že pro různé barvy musíme měnit filtry nebo používat více zdrojů světla.

RGB LED neboli barevné ledky jsou druhou možností. Za nevelké peníze můžete pořídit RGB barevný ledkový pás i s dálkovým ovládním pomocí kterého můžete nastavovat barvu, kterou ledky svítí. Existují i kompaktní provedení RGB ledek, které lze zašroubovat do stolní lampičky a barvu také ovládat dálkovým ovladačem.

Osvětlovací technika je profesionální varianta v řádu vyšších stokorun. Jedná se o efektivní barevná světla pro osvětlování divadel a koncertů. Tato cesta je komplikovanější na řízení barev, které je možné pomocí přepínačů přímo na světle nebo dálkovým řízením z osvětlovacího pultu. Pokud chcete se světlem a barvami provádět složitější věci, tato cesta se vyplatí. Pokud chcete pouze smíchat barevná světla a posvítit si barevným světlem na ovoce, doporučujeme kterékoliv jednodušší řešení.

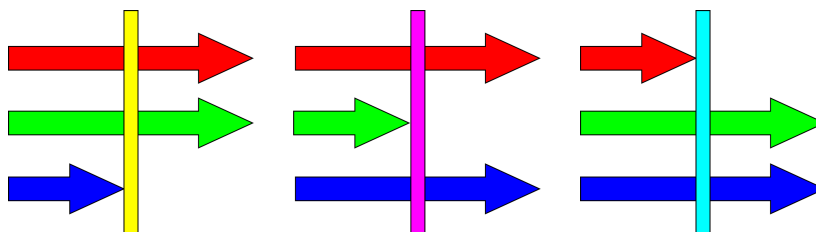
Barevné tiskárny a CMYK

Barevná tiskárna nepoužívá k tisku červenou, zelenou a modrou. Tisk na nás totiž nesvítí, ale naopak odebírá světlo, které se odráží od bílého papíru. Když jsme míchali světla, vznikala nám

vždy světlejší barva. Tiskárna ale vrství pigmenty (barviva), takže nám musí vznikat tmavší barva. Proto v tiskárně musíme používat světlejší barvy. Tedy filtry, které propouští více barev.

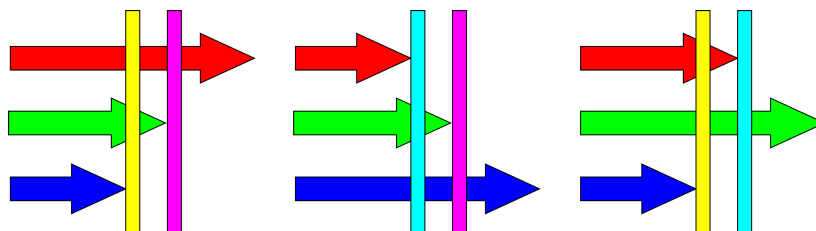
Tiskárny používají žlutou, tyrkysovou a magentu (v angličtině Cian, Magenta a Yellow, tedy CMY). To jsou právě ty, které získáme mícháním červeného, modrého a zeleného světla. Pokud se v tomto textu už orientujete, mělo by být jasné, jak se z nich získají ostatní barvy. Ukážeme si to opět na barevných osvětlovačských filtrech.

Přes žlutý filtr projde červené a zelené světlo, modré světlo se pohltí. Přes magentový filtr projde modré a červené světlo, ale zelené se pohltí. Přes tyrkysový filtr projde jen zelené a modré světlo.

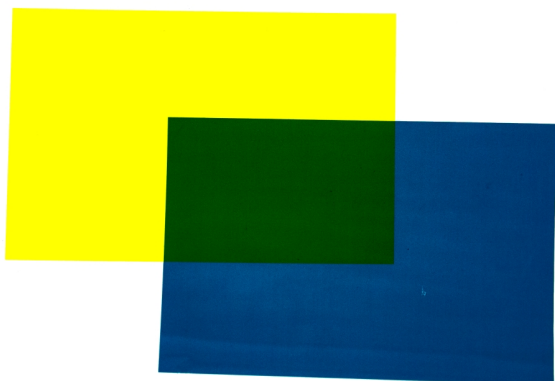


Obr. 9: Průchod světla přes barevný filtr.

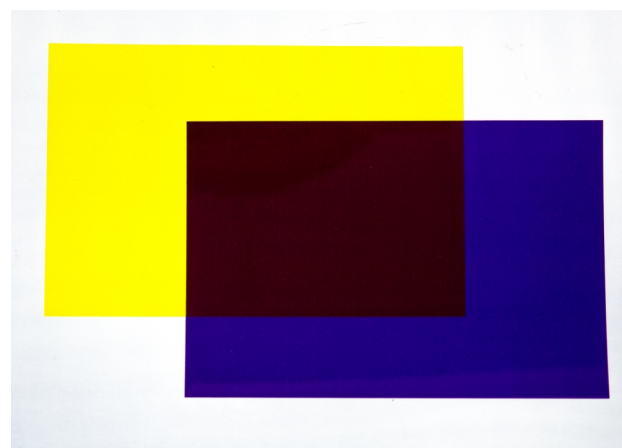
Položme nyní dva filtry přes sebe. Vyberme například filtr žlutý a magentový. Přes žlutý filtr projde červená a zelená. Přes magentový filtr projde červená a modrá. Přes oba filtry tedy může projít jen červené světlo. Když tyto filtry položíme přes sebe, uvidíme červenou. Ostatní barvy si určitě zvládnete takto rozebrat sami.



Obr. 10: Průchod světla přes barevný filtr.



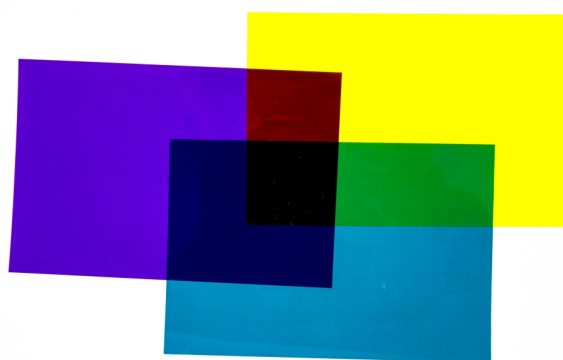
Obr. 11: Průchod světla žlutým a tyrkysovým filtrem.



Obr. 12: Průchod světla žlutým a magentovým filtrem.



Obr. 13: Průchod světla magentovým a tyrkysovým filtrem.



Obr. 14: Průchod světla žlutým, tyrkysovým a magentovým filtrem.

Afterimage

Anglické slovo afterimage (česky bychom přeložili jako následný obraz) je efekt který pozorujeme pokud se podíváme do příliš jasného zdroje světla. Například do žárovky nebo do slunce. Jde o ony barevné mžitky před očima, které nám chvíli zůstávají v zorném poli. Jejich původ je daný tím, jak oko detekuje světlo na molekulární úrovni.

Jak vlastně čípky v naší sítnici reagují na světlo? V čípku jsou molekuly rodopsinu (opět jsou tři druhy rodopsinů). Pokud tato molekula pohltí světlo, překloupí se její tvar mezi stavy, které chemici popisují jako cis a trans. Jednoduše si to můžeme představit jako plíšek, ve kterém to lupne a přeskočí. V trans stavu molekula setrvá po krátkou dobu a během této doby nemůže pohltit další světlo. Po uplynutí této relaxační doby se překloupí nazpět do stavu cis a může opět vidět. Tyto vlastnosti nyní začneme využívat a zneužívat.

Představme si, že se upřeným zrakem díváme na modře svítící displej. V našich očích se spotřebovává modrý rodopsin. Když se pak podíváme na bílou zeď, měli bychom vnímat, červené, zelené a modré odražené světlo stejně jasně. Modré světlo teď ale nemáme jak a čím vnímat. Proto před sebou na zdi uvidíme afterimage - obdélník červeného a žlutého světla, tedy žlutý obdélník.

Pokud tento efekt chcete dotáhnout k dokonalosti, je dobré se naučit základní manipulaci s obrázky v počítači. Nejprve potřebujete hodně barevný přehledný obrázek. Výborné jsou vlajky, my používáme obrázek babočky pavího oka nebo letícího papouška. Z tohoto obrázku vytvoříme dvě verze. První bude ta, na kterou se budeme upřeně dívat. Ta má spotřebovat rodopsin těch barev, které pak v afterimage nechceme vidět. Potřebujeme tedy z našeho původního obrázku vytvořit negativ (některé editory to nazývají inverze barev). V tomto negativu také potřebujeme mít něco, na co se naše oči zafixují, aby netěkaly (náhodné pohyby očí by afterimage rozmazaly). Stačí malý puntík kontrastní barvy uprostřed obrázku.

Už takto by afterimage fungoval při pohledu na bílou zeď. Efekt ale ještě vylepšíme zvýšením kontrastu. Druhý obrázek, který k tomu použijeme bude černobílá verze původního obrázku (některé editory tomu říkají desaturace). Černobílý obrázek nám dodá kontrast a kontury a afterimage v naší sítnici vytvoří dojem barev, které ale v obrázku, na který se díváme, vůbec nejsou.



Obr. 15: Původní obrázek motýla.



Obr. 16: Negativ obrázku s invertovanými barvami.



Obr. 17: Na tento obrázek se studenti dlouze dívají.



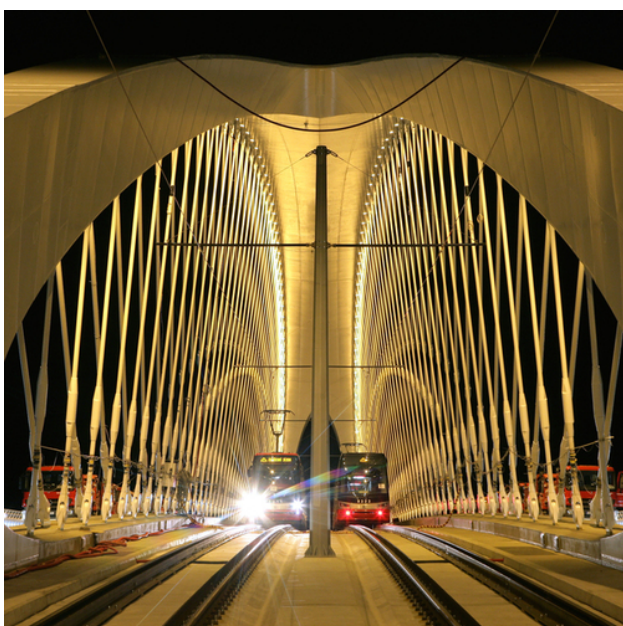
Obr. 18: Černobílá verze původního obrázku.

Při provedení se studenty doporučujeme nechat je hledět na negativ alespoň deset sekund (čím déle, tím lépe). Efekt je také lepší když se dívají z tmavé místnosti na jasný obraz. Hezky funguje i opakované provedení pokusu, kdy požádáme část žáků, aby při promítání negativu zavřeli oči a otevřeli je až na černobílou verzi. Tito žáci ověří, že nepodvádíme a opravdu promítáme černobílý obrázek a nikoliv animaci. Hezké je, že v tu chvíli máte část studentů, která je nadšená právě proto, že pro ně efekt nefunguje.

Proužky moaré

Vojtěch Hanák

Moaré, z francouzského moiré, je optický klam, s jehož pomocí můžeme vytvořit pohyblivé obrázky nebo měnící se tvary jaku součást zajímavého efektu. Často nám ale spíše vytváří podivné struktury tam, kde je nechceme.



Obr. 19: Trojský most v Praze.



Obr. 20: Židle.

Efekt moaré nastává tam, kde se potkají dvě pravidelné struktury. Například sítě, pletiva, zábradlí, žaluzie a podobně. Název moiré pochází od jména látky, která klade dvě mřížky tkaniny pře sebe a vytváří tak efekt komplikované struktury. Tuto látku najdeme na obraze princezny ze Sant Antimo.

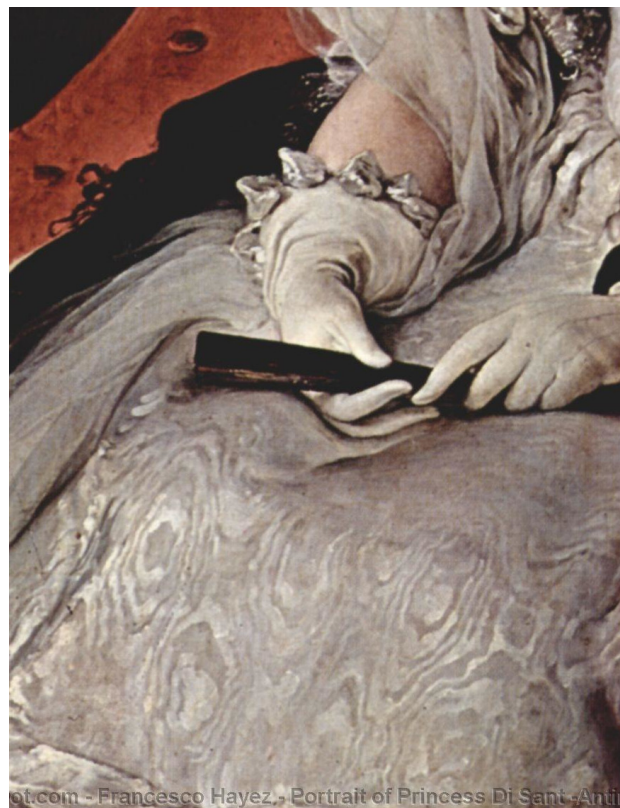
Proužky a další tvary

Nejjednodušeji se vznik moaré vysvětluje na proužcích. Máme dvě folie s tenkými černými proužky. Když folie položíme na sebe a začneme je vůči sobě mírně otáčet, uvidíme vznik nových proužků. Tyto nové proužky budou kolmé na proužky na folii a jejich vzdálenost se bude měnit s natočením folií. Jejich původ vysvětluje následující obrázek, ve kterém jsme původní proužky obarvili pro přehlednost. Natočením proužků vzniknou světlejší a tmavší kosočtverce. Pokud jsou dost malé, vidíme je jako vodorovné pruhy.

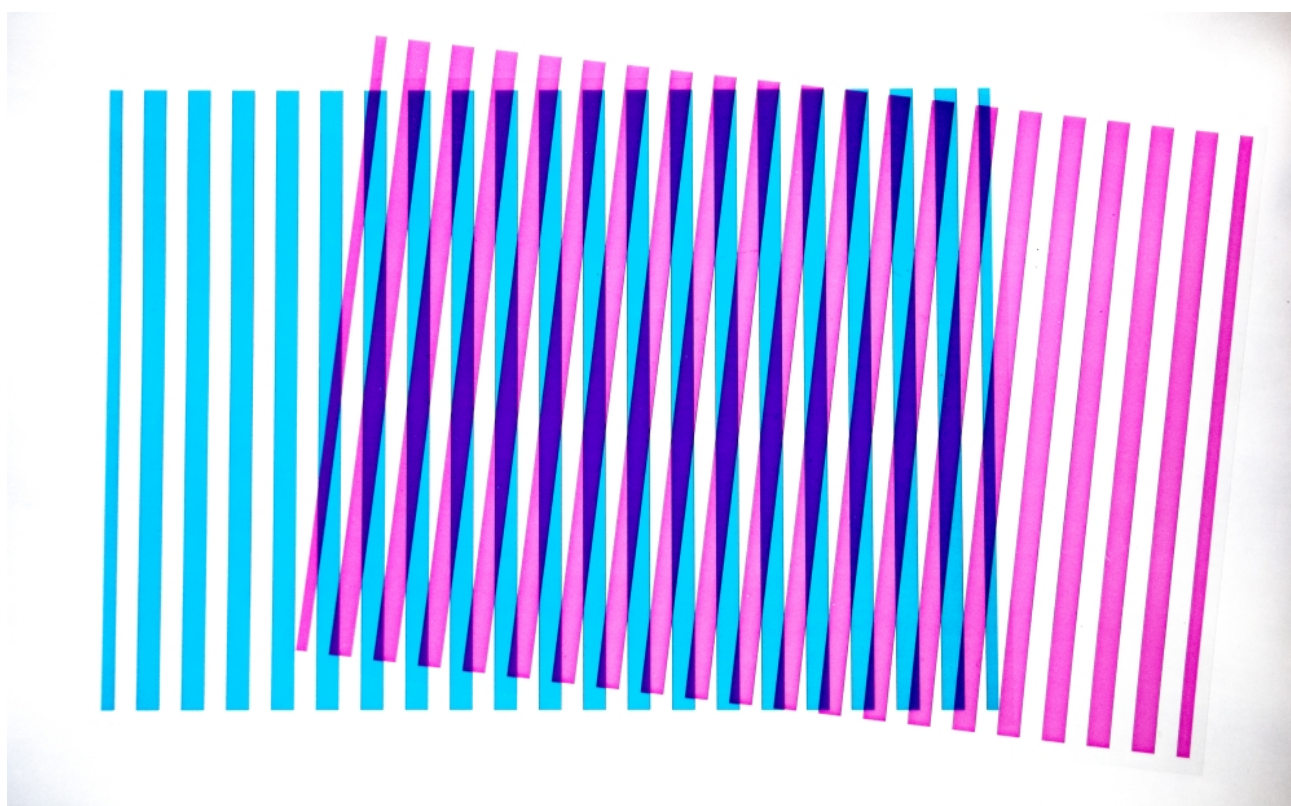
Pro pokusy ve třídě tedy stačí natisknout na průhledné folie (nebo na folii a papír) jemné proužky. Nemusíme se ale omezovat jen na pruhy. Hezké moaré nabídnou i soustředné kružnice, paprsky



Obr. 21: Portrét princezny.

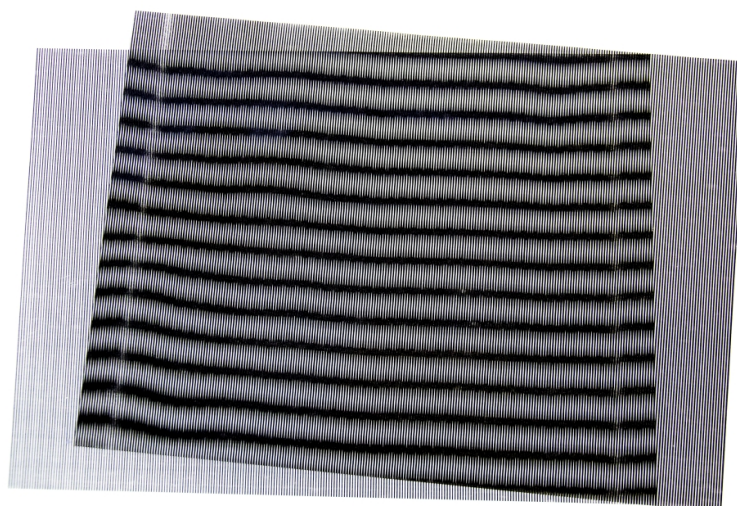


Obr. 22: Detail látky moaré.

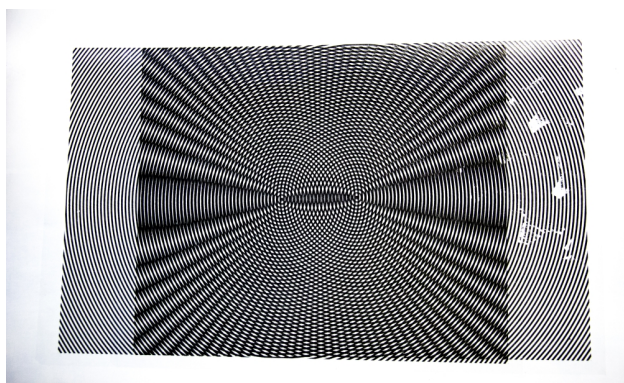


Obr. 23: Vznik proužků moaré.

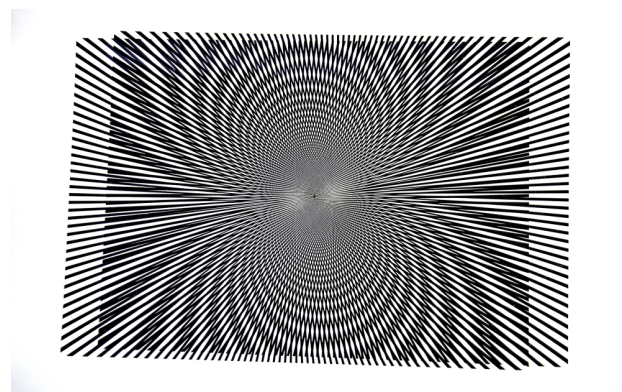
nebo mřížky s kruhovými otvory. Hezká moaré umí záclony, organzy ale třeba i síťovaná záda kancelářských židlí.



Obr. 24: Moaré proužky černo-bílé.



Obr. 25: Moaré efekt soustředné kružnice.



Obr. 26: Moaré efekt paprsky.

Moaré venku

Moaré můžeme pozorovat i na procházce venku například na mostních zábradlích, pletivech nebo mostních konstrukcích. Moaré občas využívají architekti i záměrně jako vizuální ozvláštnění.



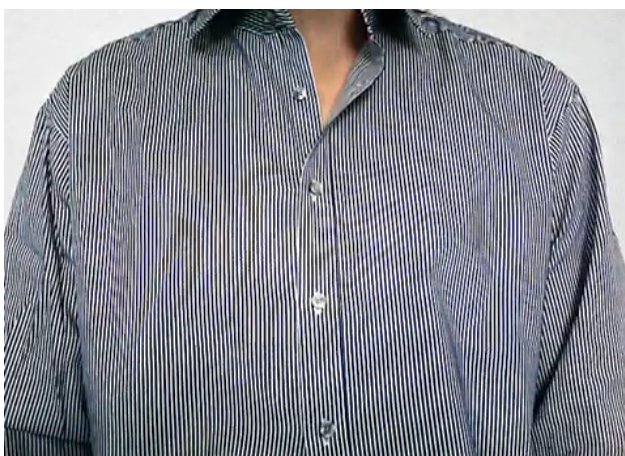
Obr. 27: Moaré jako zkrášlující prvek.



Obr. 28: Moaré v architektuře.

Moaré na displeji

Nechtěné moaré, tedy moaré, které kazí obraz, potkáme na displejích, v kamerách a v televizi. Celkem známé je pravidlo, že do televize se nenosí oblečení s jemnými proužky nebo kostičkami. Pak se totiž mřížka na látce začne skládat s mřížkou pixelů kamery, která nás natáčí a vznikne rušivé moaré. Zajímavé je, že s rostoucím rozlišením televizního přenosu vniká moaré na čím dál jemnějších strukturách. Proužky, které by byly dříve nevhodné, jsou ve vysokém rozlišení bez problému, ale hrubší ubrusy na stolech, se kterými nebyly dříve problémy, dnes způsobují moaré.



Obr. 29: Fotka pruhované košile.

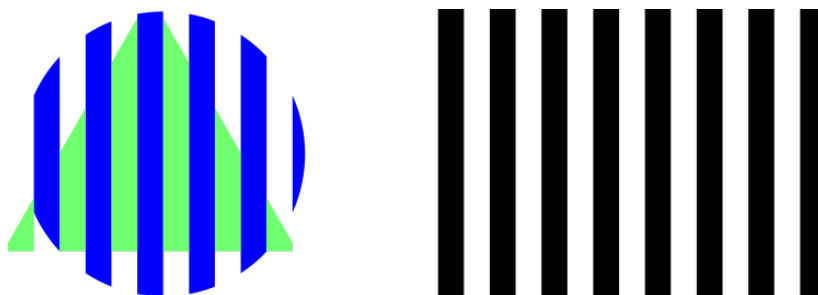


Obr. 30: Nevhodně oblečený právník.

Obdobný problém nastává, když zobrazujeme takovou strukturu na monitoru. Představme si, že se díváme na jemnou šachovnici. Pokud ji zmenšíme na displeji tak, že její čtverce budou menší než pixely obrazovky, nastane problém. Monitor neví, zda má být pixel černý nebo bílý a vnikne moaré. Toto moaré se bude měnit s tím, jak budeme obrázkem zmenšovat a zvětšovat. Takto můžeme často pozorovat moaré u náhledů obrázků.

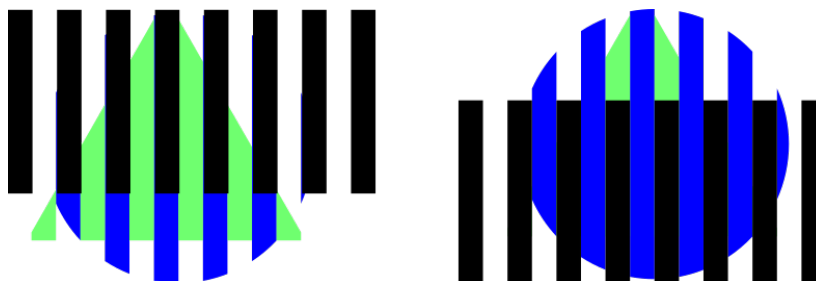
Moaré animace

Efektu moaré můžeme využít k vytvoření animací, které budou vypadat na první pohled jako kouzlo. Princip je ale velmi prostý. Mřížka s tlustšími černými pruhy a tenkými průhlednými proužky nám vždy zakryje část obrázku. Ukažme si to v nejjednodušším provedení. Máme tento modro-zelený obrázek a tuto černobílou mřížku.



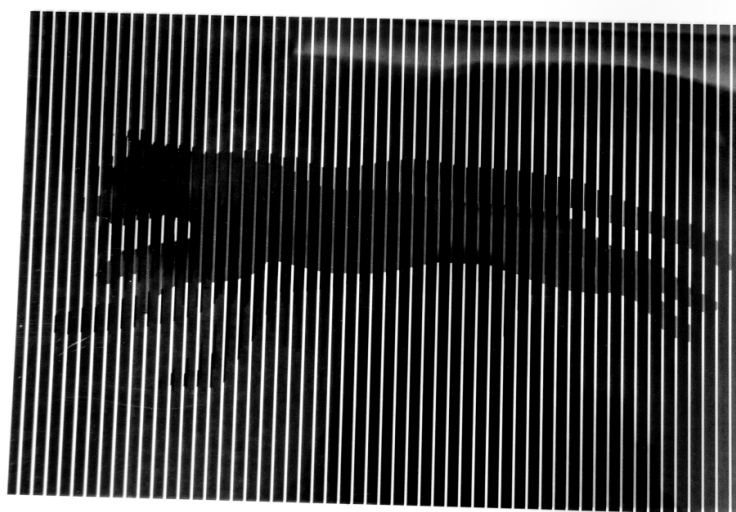
Obr. 31: Obrázek a jeho mřížka.

Černé a průhledné proužky v naší mřížce jsou stejně široké, takže zakryjí vždy právě polovinu obrázku. V jedné pozici tak uvidíme jen modrou část obrázku a v druhé pozici jen zelenou část. O zbytek se postará náš mozek, který si obrázek doplní na modrý kruh a zelený trojúhelník, i když na původním obrázku žádný takový tvar není.



Obr. 32: Obrázek s přiloženou mřížkou v obou polohách.

Moaré animace jsou jen jemnější. Každá animace je vlastně jen sekvence několika obrázků. Ty naše sestávají ze sedmi po sobě jdoucích obrázků. Proto potřebujeme, aby průhledná byla jen sedmina krycí folie. Naše černé proužky jsou tedy šestkrát širší než proužky průhledné. Posouváním mřížky tak vždy odhalíme následující obrázek naší animace.



Obr. 33: Obrázek běžící kočky.

Na co si dát pozor

Aby moaré animace dobře fungovaly, musí být proužky na folii dobře slícované s pruhy na animaci. Pokud bude mřížka pootočená, uvidíme v různých místech různé části animace a výsledkem bude rozbitý obrázek. Krycí folie se také nesmí moc prohýbat nebo jinak deformovat.

Při tisku je také nutné, aby obrázek pro moaré a jeho folie byly tisknuté na stejné tiskárně. Každý stroj má maličko jiné okraje tisku a jedna část naší dvojice by tak mohla být o maličko menší. Pak by krycí folie nezakryla přesně to, co chceme skrýt a animace by opět nefungovala dobře.

Tisk folií je dobré svěřit profesionálům. Pokud si nejste jistí, že to jde, nezkoušejte tisknout na folii na své laserové tiskárně. Folie se při tisku může zahřát dost na to, aby se v tiskárně zapekla sama

do sebe a už ji ze stroje nedostanete. Copy centra tisk na folii zvládají, jediné úskalí bývá občas přesvědčit je, aby vám vytiskli vše na stejném stroji. Ze zkušenosti pomáhá jim efekt ukázat.

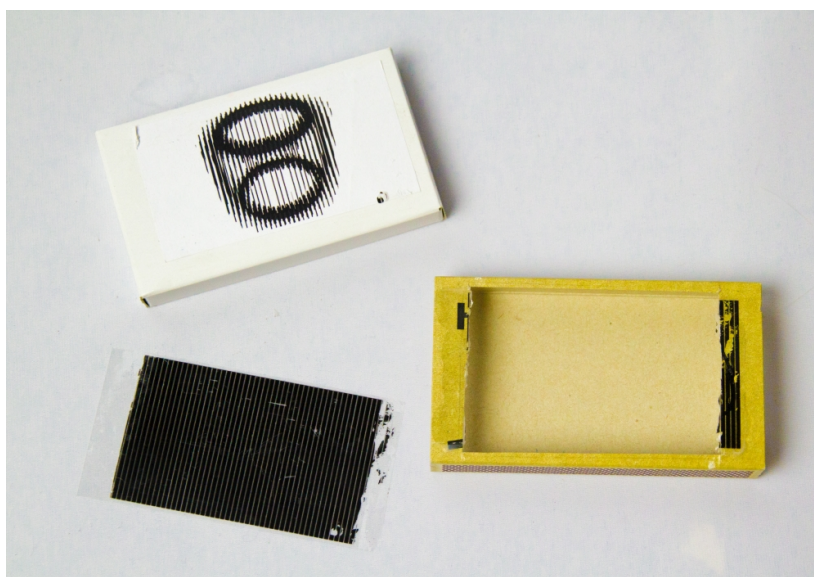
Obrázky a potřebnou folii přikládáme do dokumentu níže.

Moaré krabička

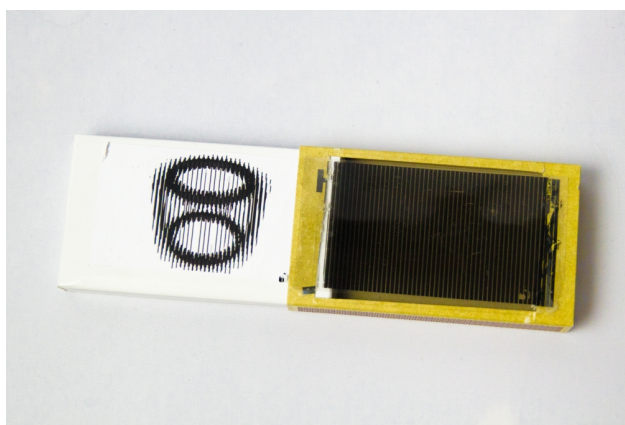
Jako skvělá hračka se ukazuje pro děti i dospělé moaré na krabičce, třeba od sirek. Obrázek s jednotlivými snímky se nalepí na vnitřní krabičku. No folii se ve svrchní krabičce vystřihne otvor, kam se folie vlepí. Na lepení lze použít i Herkules, ale je třeba počítat s tím, že papír a folie nedrží po hromadě příliš pevně.

Nejnáročnější na celé výrobě je obrázky slícovat tak, aby na sebe přesně seděly. Pokuste se o maximální přesnost.

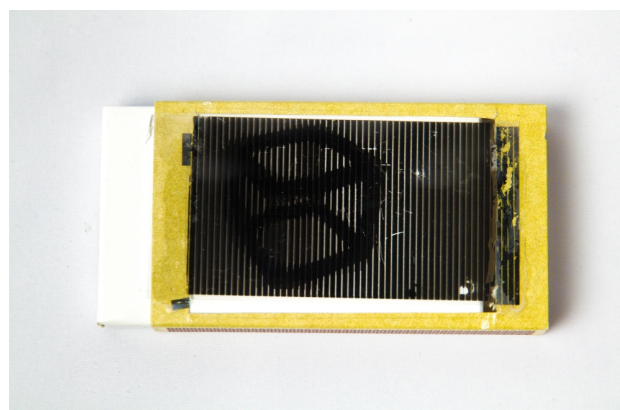
Pokud si nebudete jistí tím, že se vám podaří udělat tisk folie a obrázku na papíře stejně velké a že to tedy nebude sedět, můžete vytisknout na folii obojí a folii s obrázkem jen podlepte papírem.



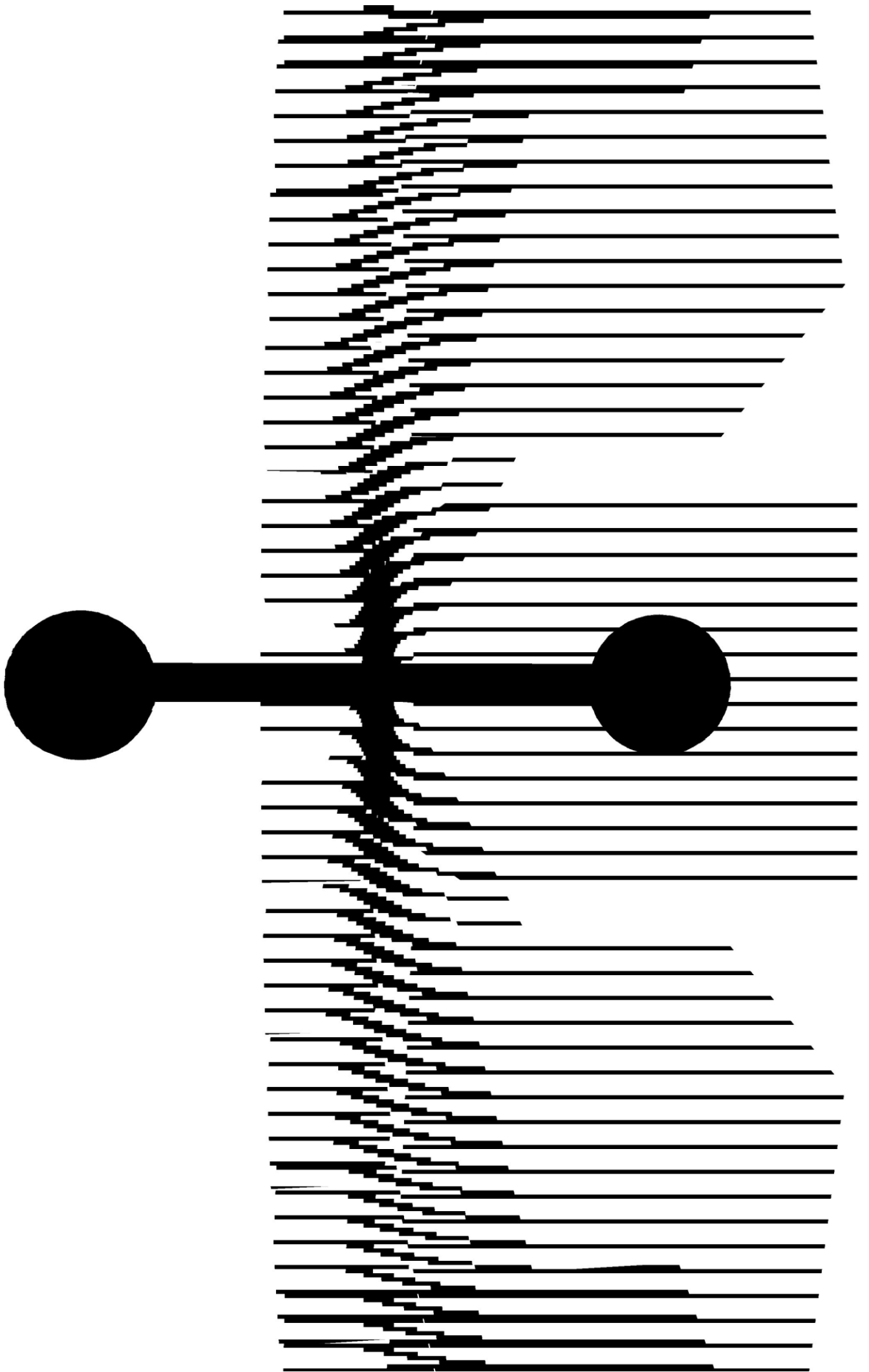
Obr. 34: Materiál na moaré krabičku.

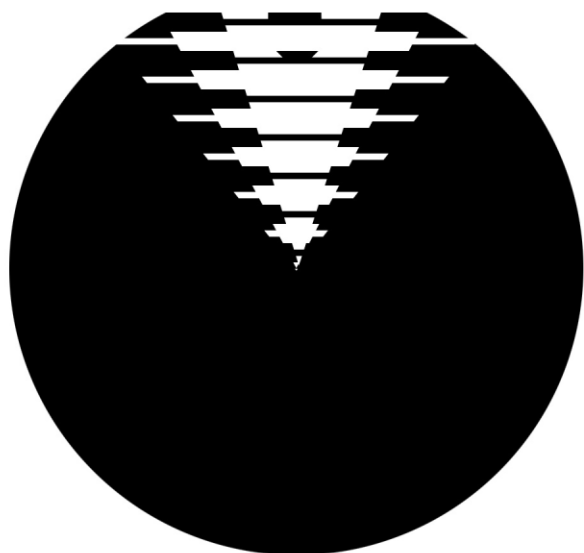
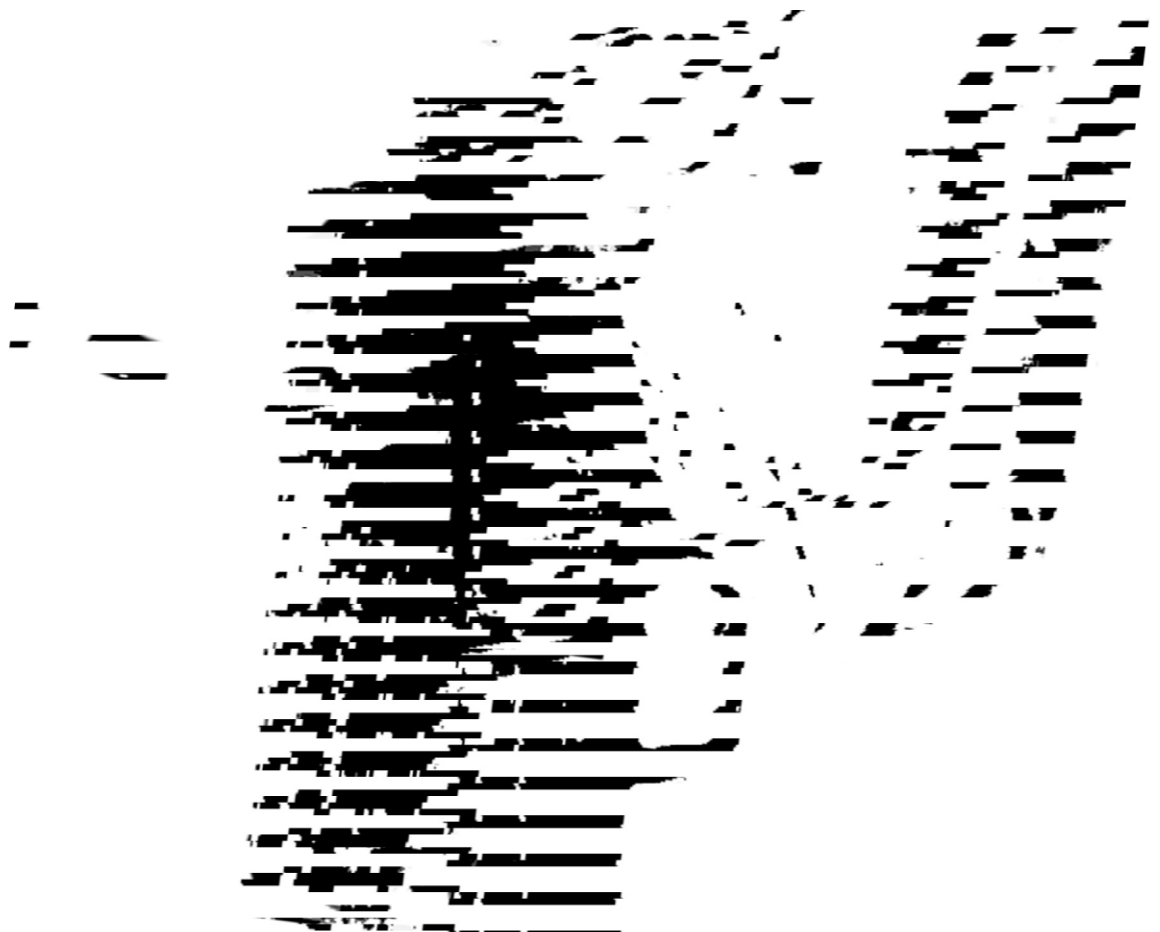


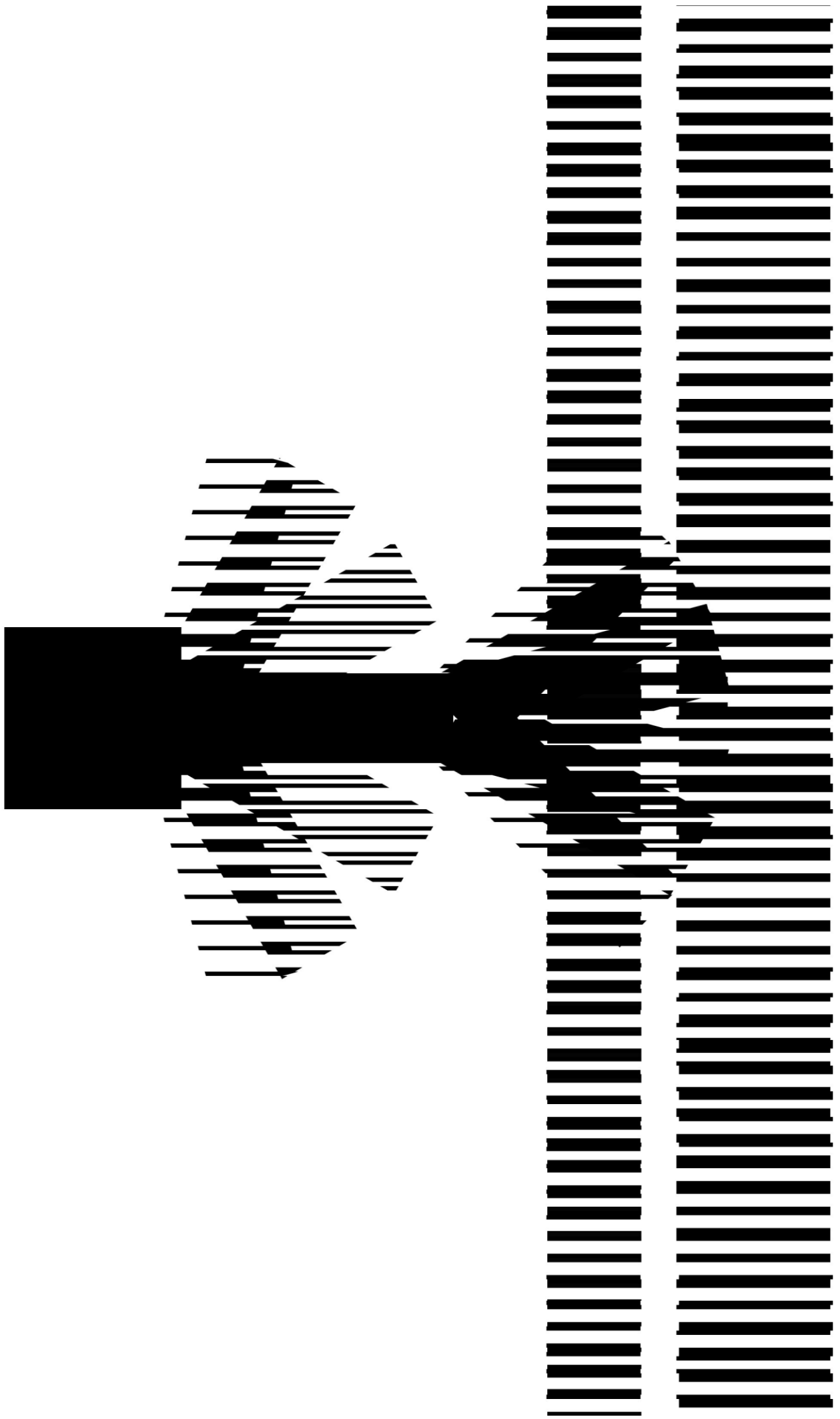
Obr. 35: Hotová krabička otevřená.

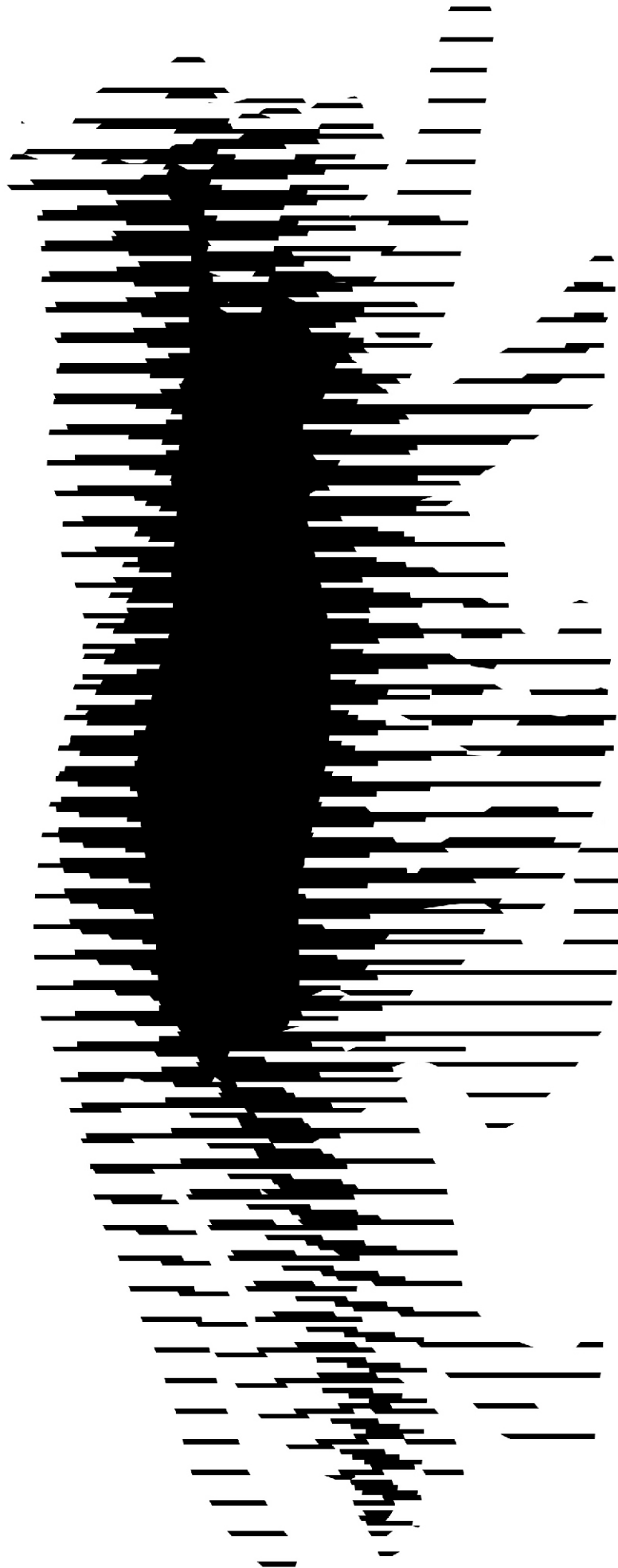


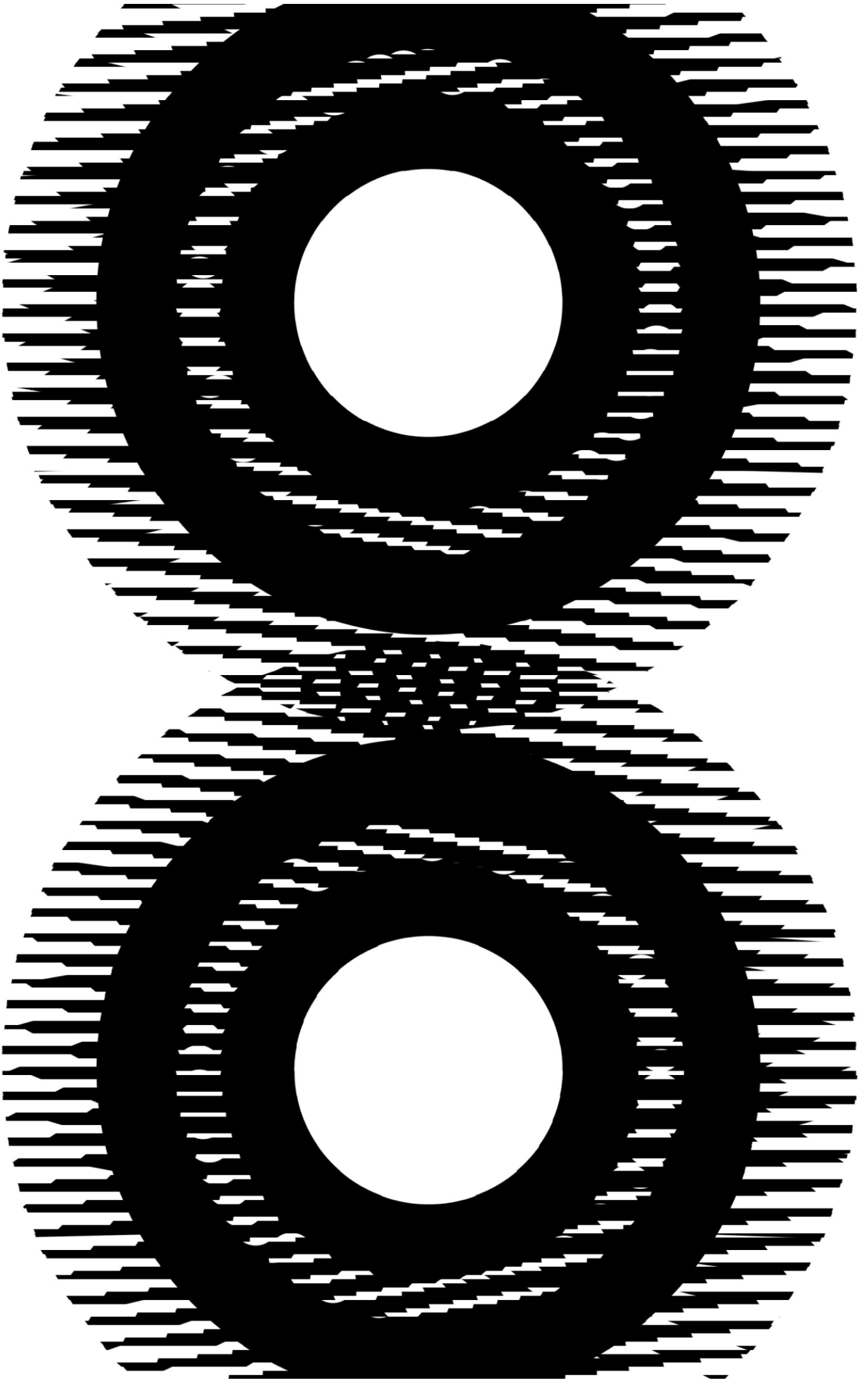
Obr. 36: Hotová krabička zavřená.

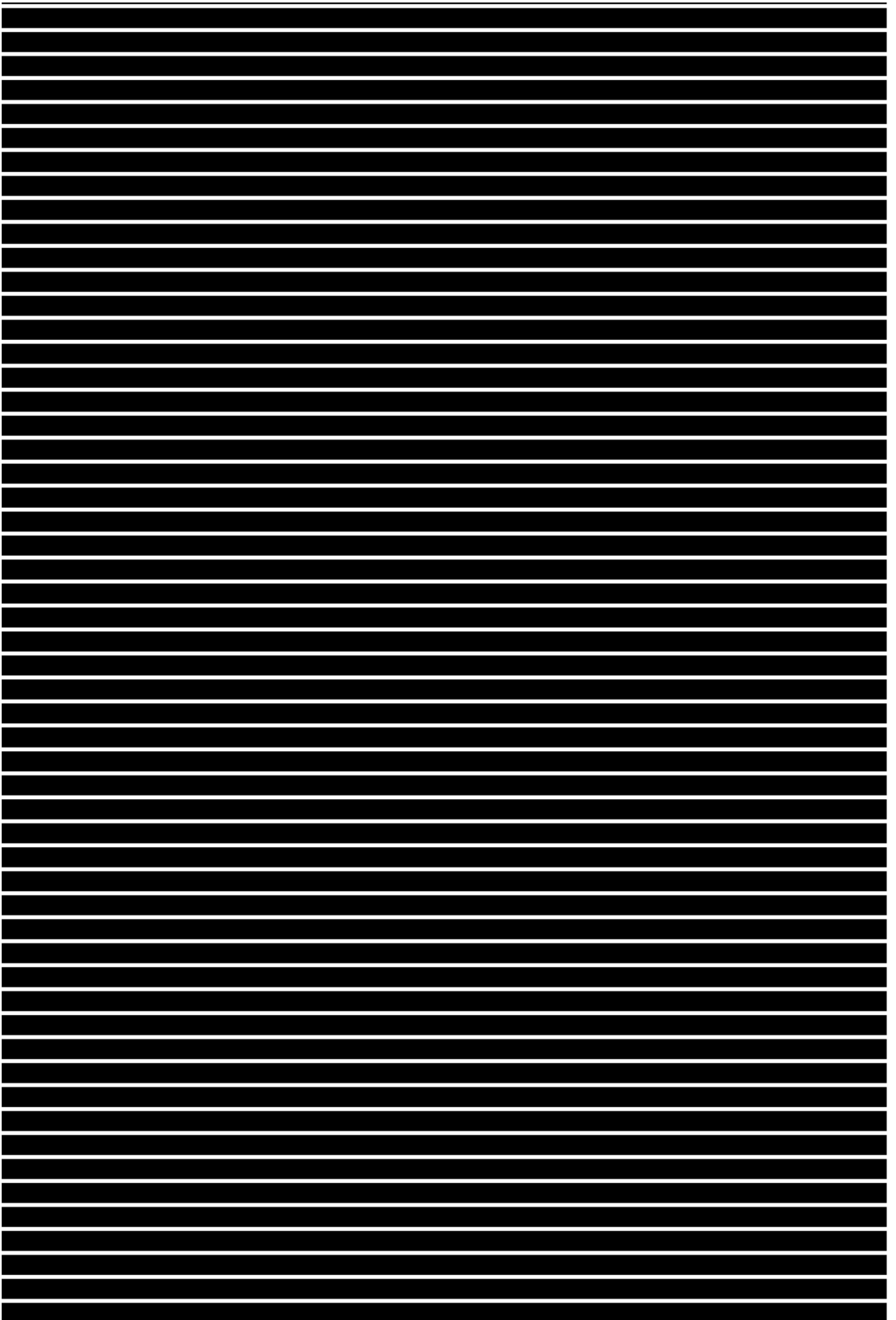


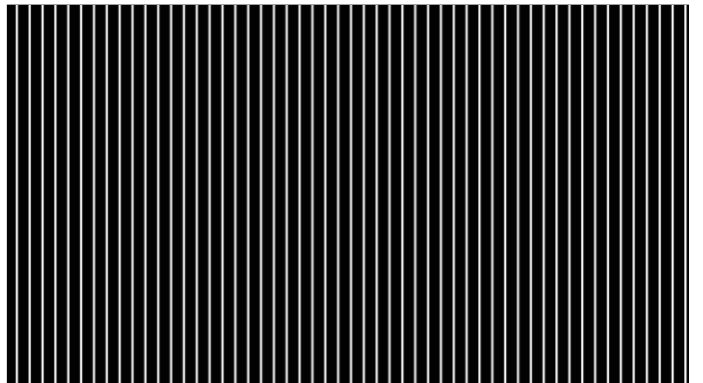
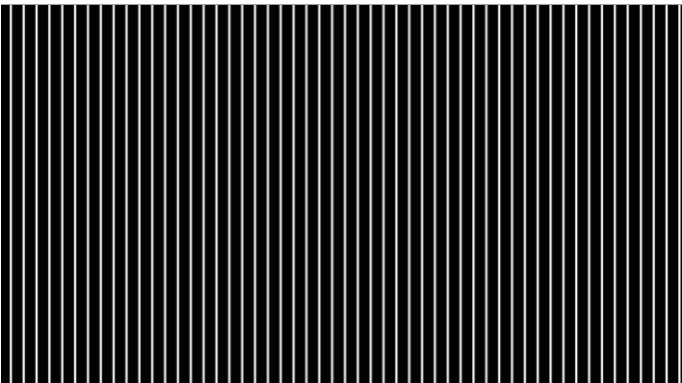
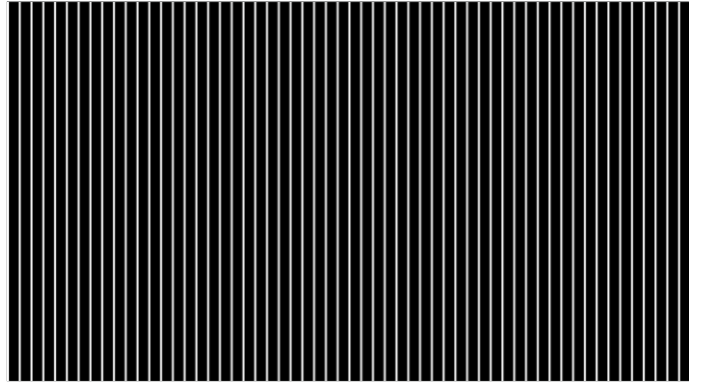
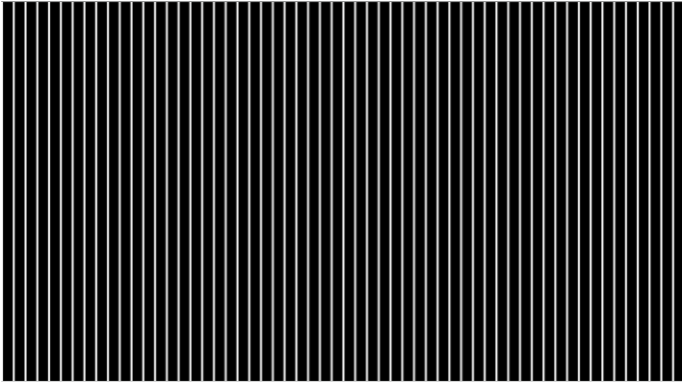
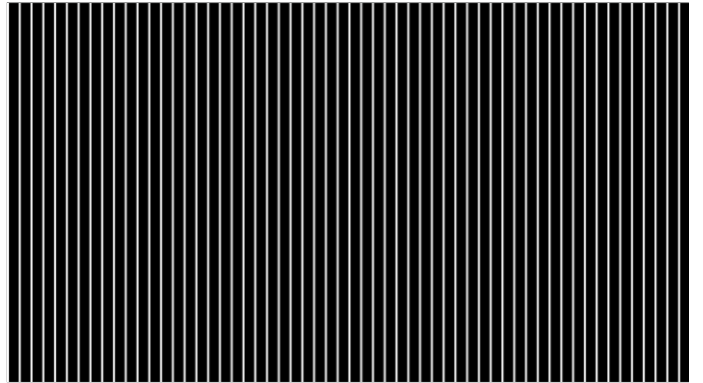
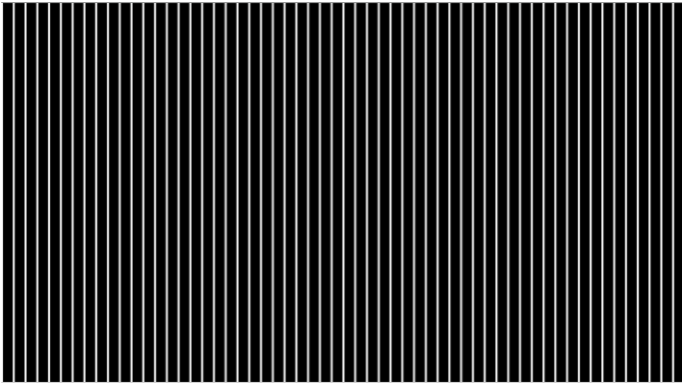
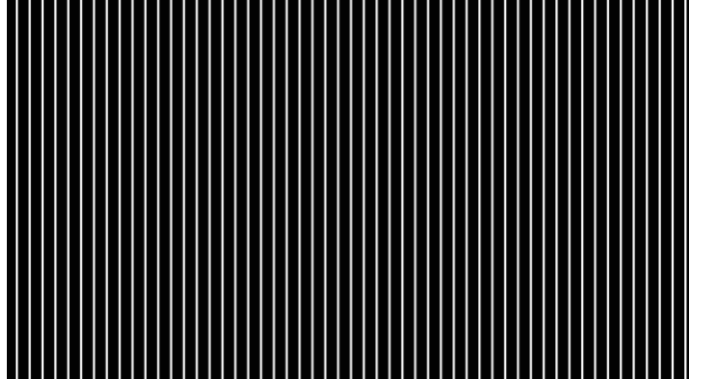
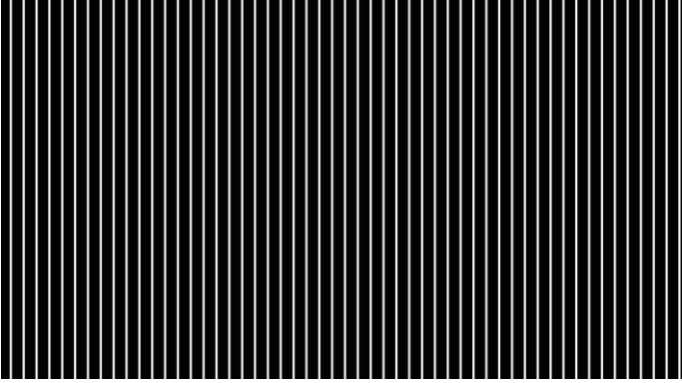
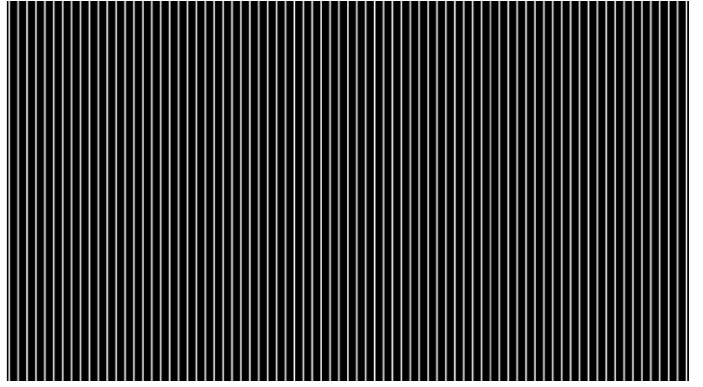
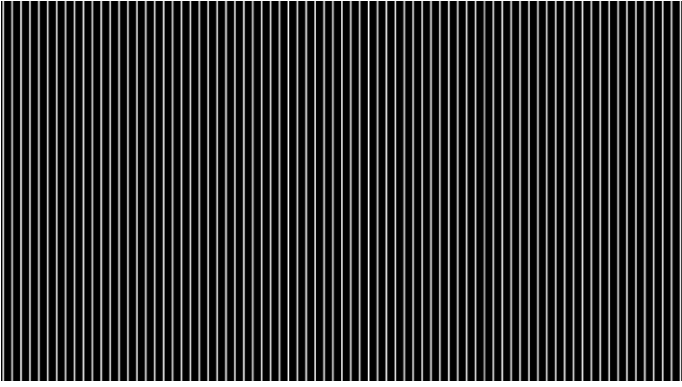




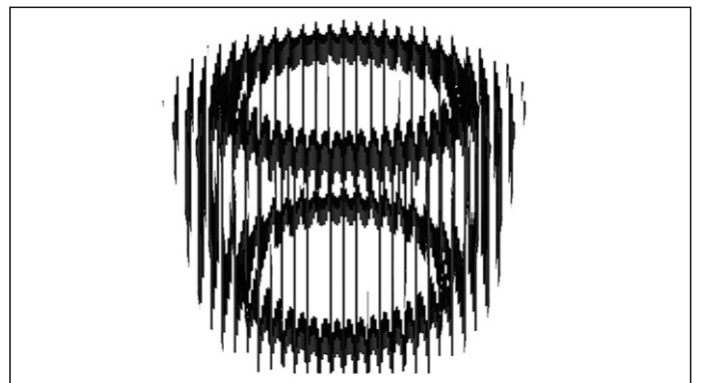
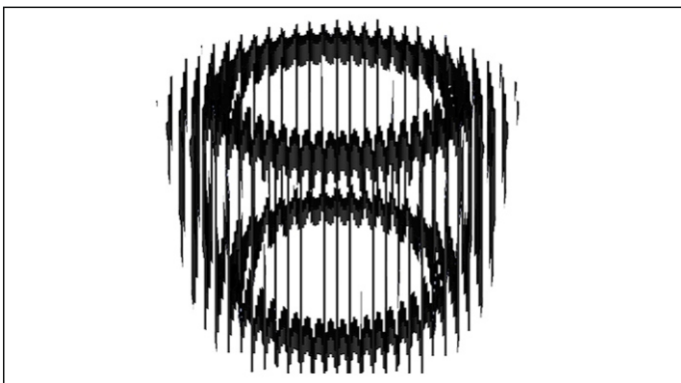
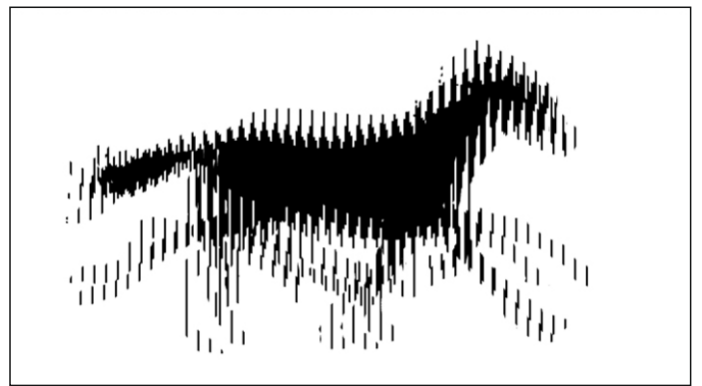
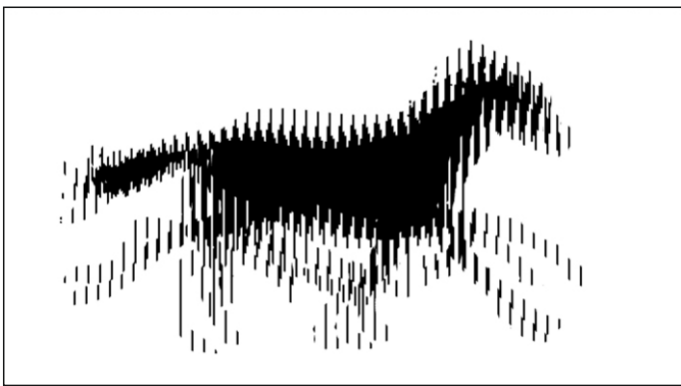
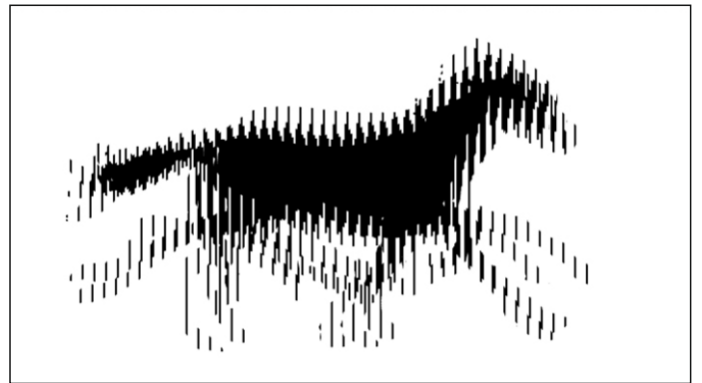
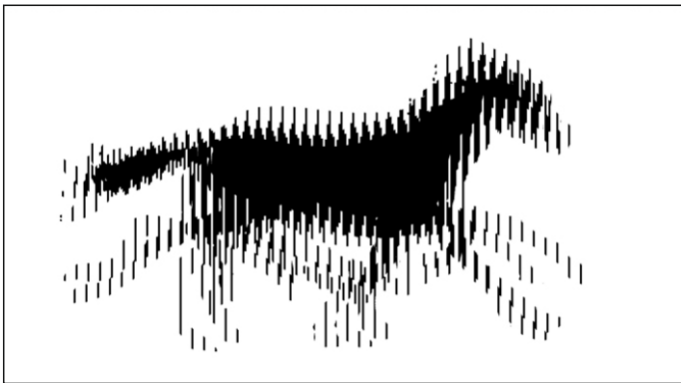
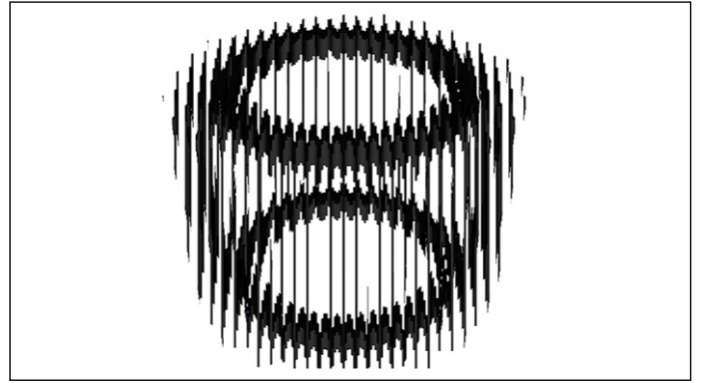
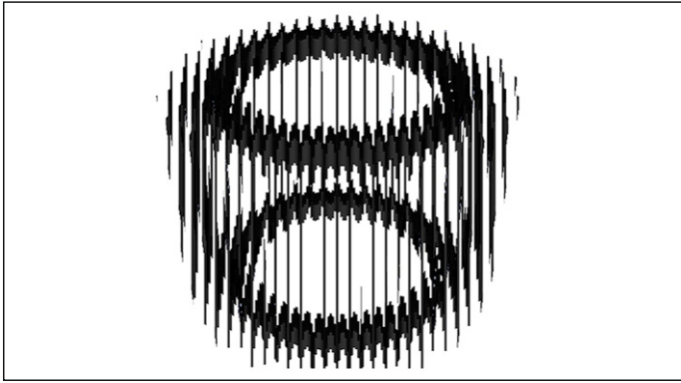
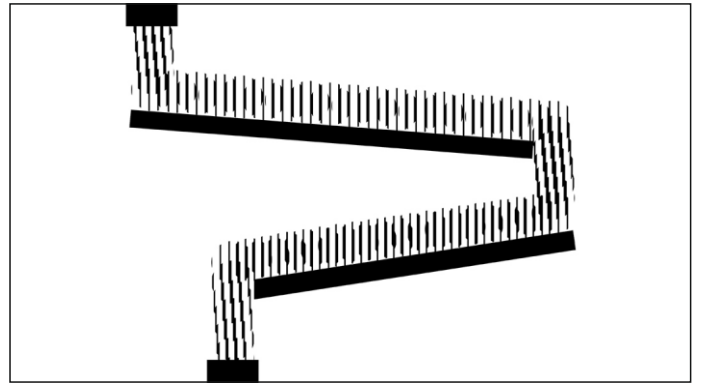
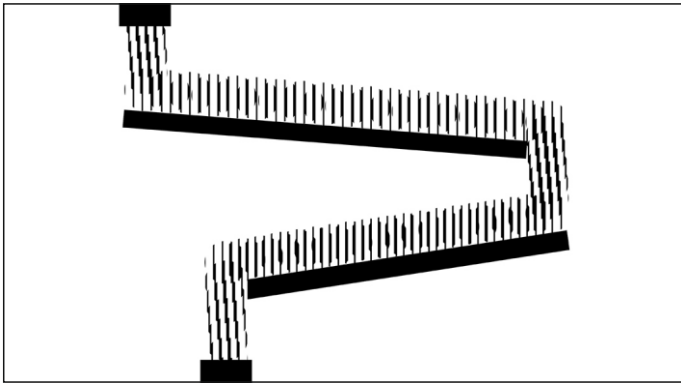








up



Úžasné divadlo fyziky - ÚDiF

Jsme skupina vystudovaných fyziků, kteří se rozhodli, že ukážou krásy vědy a techniky všem lidem. Jsme první pojízdné science centrum s vlastními science show. Navštívujeme školy po celé republice, od mateřských až po vysoké, a pomáháme studentům najít vztah k přírodovědným oborům.

Vytvořili jsme řadu fyzikálních vystoupení, do kterých vkládáme vlastní inovaci i vývoj. Experimenty jsou nejen z řad známých, ale i zcela nových a svým rozsahem pokrývají celý obor fyziky. Naše experimentální show je efektní a působivá, přitom ale dbá na vysvětlení předváděných pokusů. Záleží nám na tom, aby diváci zažili pocit pochopení.

Všichni performeři ÚDiFu jsou vzděláni ve fyzikálních oborech Masarykovy univerzity nebo Vysokého učení technického, někteří navíc v oborech učitelských. Od roku 2007 máme za sebou přes 350 vystoupení na školách, a jiných akcích. Dvakrát jsme účinkovali na mezinárodní přehlídce "Science on stage". Spolupracujeme s Ústavem přístrojové techniky Akademie věd a s Masarykovou univerzitou.

Všechna naše vystoupení mohou proběhnout v obyčejné školní třídě, ale bývají předváděna i na jevištích větších sálů. Délka vystoupení bývá 45 minut, aby odpovídala běžnému provozu školy, lze ale provést i delší představení. Technicky jsme zcela soběstační, pro větší sál nebo publikum máme i vlastní ozvučení. Více informací a nabídku všech našich pořadů najdete na stránkách <http://udif.cz>.

Fotografie z vystoupení



Obr. 37: Vystoupení v MŠ.



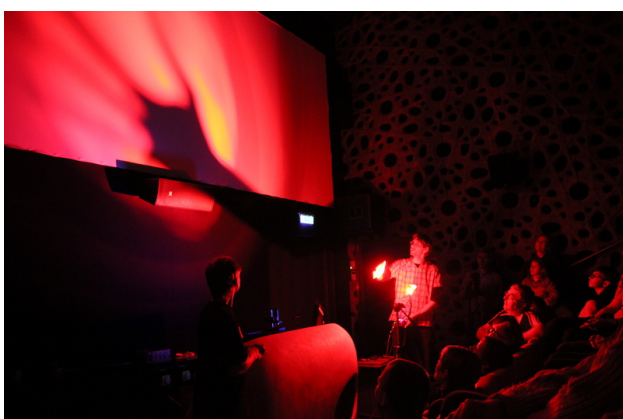
Obr. 38: Vystoupení v MŠ.



Obr. 39: Vystoupení v ZŠ.



Obr. 40: Vystoupení v ZŠ.



Obr. 41: Vystoupení Všechny barvy duhy.



Obr. 42: Vystoupení Příběh žárovky.

Zdroje inspirace

Setkávání

Konference Heuréka je každoroční víkendová akce, kde se sejdou skvělí lidé a ještě lepší fyzikáři a sdílejí si formou workshopů svoje nápady do hodin fyziky. Jedná se hlavně o praktické dílny, ze kterých si často odnesete i nějaký výrobek. Najdete tu ale také diskuse nad známkováním nebo didaktikou konkrétních fyzikálních témat. Ve výsledku je ale největším přínosem Heuréky komunita, která vás vtáhne, motivuje a inspiruje. Konference je zdarma, spí se na zemi v učebnách a tradičně bývá na Gymnáziu v Náchodě. <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/o-projektu>

Elixír do škol je projekt, který vznikl z Heuréky a který je finančně podporovaný Českou spořitelnou. Elixír dal za vznik nové konferenci "Elixír do škol". Jde o více typickou a "honosnější" konferenci, která doplňuje Heuréku. Koná se v Hradci Králové.

Fyzikální centra Elixíru do škol jsou vlakovou lodí celého projektu. Jedná se o několik desítek center po celé republice, kde se každý měsíc učitelé setkávají a předávají si svoje nápady a zkušenosti z výuky. Podívejte se, kde je vaše nejbližší centrum a buďte součástí komunity skvělých fyzikářů, kteří se chtějí neustále zlepšovat.

<https://www.elixirdoskol.cz/>

Veletrh nápadů učitelů fyziky je další možností, kde se jednou za rok inspirovat.

<https://vnuf.cz/>

"Učitelé fyziky sobě" je facebooková skupina, kde se také šíří nápady a inspirace.

Videa

Badatelna je série popularizačních videí, kterou natáčí ÚDiF ve spolupráci s Masarykovou univerzitou.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLhIxVIOJFQE2j1z1C2A6swZdq-nRbMNPI>

Jednoduché výrobní pokusy od našeho kolegy Jakuba Píše.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLct3gNgG0RMbz9qHsg8PcJKjZlSjHIOS>

Anna Kuřová v rámci své disertační práce natáčí videa o částicové fyzice.

<https://www.youtube.com/channel/UC7cqDAHUo2ftbn8yDRiBsUg>

Nezkreslená věda vytvořila velké množství kreslených, vtipných videí spíše pro SŠ. <http://www.otvorenaveda.cz/cs/pro-verejnost/nezkreslena-veda/>

VIDA! v době karantény rozšířila svá videa s Pokusy na doma.

<https://vida.cz/vida-na-doma>

Pokusy nás baví z dílny IQLandie. https://www.youtube.com/watch?v=VoFvudcS0_8

Veritasium je náš oblíbený popularizační kanál v anglickém jazyce.

<https://www.youtube.com/user/1veritasium>

Materiály z internetu

Mgr. Vašek Piskač je neskutečně inspirativní fyzikář toho času vyučující v Brně na Gymnáziu Brno, třída Kapitána Jaroše. Na jeho stránkách najdete řadu nápadů a praktických návodů do

výuky. Vašek také vyrábí pomůcky do hodin. Některé z jeho nápadů využíváme i v těchto materiálech. www.fyzikalnisuplik.websnadno.cz

Mnoho užitečným materiálů vytvořila pro své žáky ze ZŠ Novolíšeňská paní Věra Pejčochová. Její vlastní stránky se zatím připravují, ale spoustu nápadů a inspirace najdete na stránkách projektu <http://http://fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz>.

Mgr. Jaroslav Reichl vytvořil kvalitní fyzikální encyklopedii, která může pomoci vám nebo žákům při hledání správných vysvětlení složitějších témat spíše středoškolské fyziky s přesahem do historie i mezioborových témat. <http://fyzika.jreichl.com/>.

Mgr. Martin Krynický přišel s kompletní metodikou a učebnicí, která vás povede fyzikou krok za krokem. Svou výuku nazval realistickou a podporuje ji testováním a daty. Jeho učebnice jsou zatím volně k dispozici zde. <http://www.realisticky.cz/>.

Další semináře ÚDiFu

Pokud se vám náš seminář líbil, můžete i vy iniciovat jeho pokračování. Experimentů máme velké množství a vydaly by na mnoho a mnoho hodin předvádění. Semináře jsme schopni připravovat na míru. Pokud vás zajímají naše další akreditované semináře, zde je jejich seznam:

- Úžasné fyzikální pokusy pro MŠ a nižší stupeň ZŠ z dílny Divadla fyziky ÚDiF
- Úžasné fyzikální pokusy pro SŠ a ZŠ 2. stupeň z dílny Divadla fyziky ÚDiF
- Pájecí workshop pro učitele SŠ a ZŠ 2. stupeň z dílny Divadla fyziky ÚDiF
- Elektřina srozumitelně žákům z dílny Divadla fyziky ÚDiF