

Kaleidoskop - nástroj nepředvídatelné proměny symetrické krásy

Ing. Antonín Hykš

antonin.hyks@mokropsy.com

Snad každý z nás měl alespoň jednou v ruce kaleidoskop – trubku, uvnitř ze tří stran vyloženou zrcadly a zakončenou otočnou objímkou. Vše, co se do objímky vloží, se třikrát zrcadlí. Každý z těchto obrazů se dál opět třikrát zrcadlí. Vzniká tak symetrický ornament plný ladnosti a krásy. Kaleidoskop vynalezl již v roce 1816 skotský vědec sir David Brewster. Jeho název je odvozen z řečtiny, a lze jej volně přeložit jako "přístroj, kterým lze vidět krásné obrázky." I dnes, v době deterministického chaosu, je kaleidoskop stále velmi populární a navíc se stává nástrojem umělecké tvorby.

Do objímky kaleidoskopu se obvykle vkládá hromádka kamínků různých tvarů a velikostí. Po každém jejím otočení se hromádka kamínků nahodile přeskupí a objeví se nový, více či méně odlišný obraz. Záleží na tom kolik kamínků umístěných v objímce, změní svou polohu. Protože nelze předvídat, kolik kamínků po otočení objímky změní svou polohu, nelze ani předvídat výslednou podobu jednotlivých obrazů.

Ve všech těchto případech jsme pevně drželi trubku kaleidoskopu se soustavou zrcadel a otáčeli s objímkou naplněnou kamínky. Co se ale stane, když budeme postupovat přesně obráceně: pevně podržíme objímku s kamínky a budeme otáčet se soustavou zrcadel?

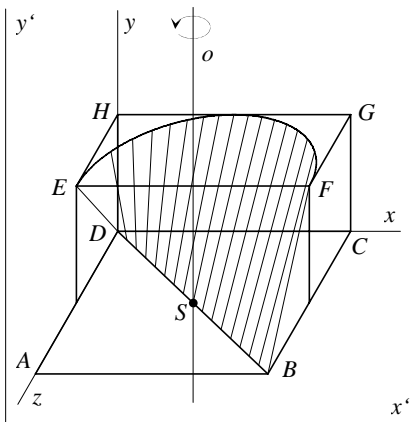
K našemu překvapení budeme moci v kaleidoskopu pozorovat sekvenci plynule se měnících obrazů. Počáteční, nahodile uspořádaný obraz se plynule mění v obrazy jiné, jejichž podobu lze předvídat jen pro velmi malé úhly otočení. Při větším úhlu otočení soustavy zrcadel vzniká dojem, že sledujeme obrazy vytvořené z jinak uspořádané hromádky kamínků. To je způsobeno tím, že jednotlivé kamínky mají různou polohu vzhledem k optické ose soustavy zrcadel, a proto se každý z nich při stejném úhlu otočení zrcadel zobrazí jiným způsobem. Zatímco počáteční obraz vzniká zcela nahodile (otočením objímky naplněné hromádkou kamínků), následné jeho proměny vznikají deterministicky (otočením soustavy zrcadel). Pokud jsme nepohnuli s hromádkou kamínků a otočíme-li soustavou zrcadel přesně o 360° , objeví se opět původní obraz.

Když pevně podržíme objímku s kamínky a otáčíme soustavou zrcadel, je jakákoliv změna počátečního obrazu jednoznačně určena pouze velikostí úhlu otočení soustavy zrcadel. Počáteční obraz však v klasickém kaleidoskopu vzniká zcela nahodile. Pomocí počítače je ale možné vytvořit zcela deterministický kaleidoskop, ve kterém budou vznikat nepředvídatelné obrazy pouze na základě jediného, vhodně zvoleného třírozměrného objektu. Takovým objektem může být „drátový objekt“ uvedený na obrazu 1.

Spodní základnou tohoto objektu je čtverec ABCD vytvořený z drátů o délce $2a$. Další drát je umístěn jako úhlopříčka tohoto čtverce. Horní základnu EFGH tvoří obdélník vytvořený z drátů o délce $2a$, a . Do něj je vložen další drát stočený do půlkružnice o poloměru a . Vzdálenost obou těchto navzájem rovnoběžných základen je rovněž a .

Drát stočený do půlkružnice v horní základně je s drátem tvořící úhlopříčku v dolní základně propojený množinou rovnoběžných drátů, které vytvářejí zborcenou plochu. Každý z těchto drátů leží v rovině rovnoběžné s rovinou yz . Tímto jednoduchým způsobem byl vytvořen objekt, který má jak oblé hrany, tak i velice ostré hroty a obsahuje jednu zborcenou plochu.

Působivost výsledných obrazů je kromě jiného závislá i na volbě souřadnicového systému. Pro zvolený „drátový objekt“ nejlépe vyhovuje kartézský souřadnicový systém, ve kterém osa z svírá s osou x úhel 60° . Tedy stejný úhel, jaký svírají mezi sebou jednotlivá zrcadla.



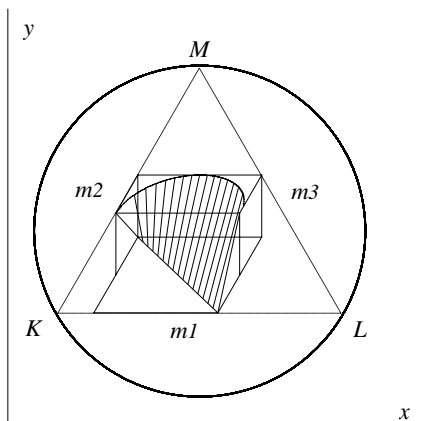
Obraz 1

V klasickém zrcadlovém kaleidoskopu se objímka s vloženými objekty otáčí podle osy soustavy zrcadel. V případě abstraktního objektu lze osu otáčení vloženého „drátového objektu“ zvolit zcela libovolně. V našem případě osa otáčení o prochází středem spodní základny „drátového objektu“ a je na jeho základny kolmá. Po každém otočení vzniká v souřadnicovém systému xyz jiný obraz, který se transformuje do roviny $x'y'$. V zrcadlovém kaleidoskopu se následně zrcadlí až takto transformovaný obraz.

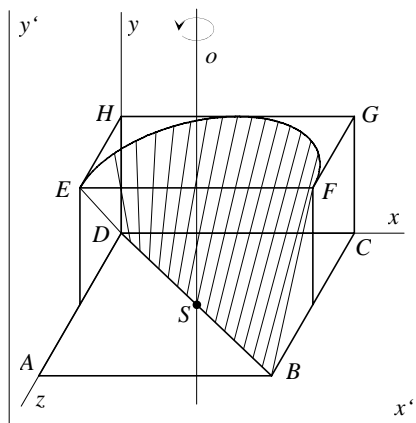
Výchozí umístění „drátového objektu“ v objímce kaleidoskopu je na obrazu 2. V tomto obrazu je trubka kaleidoskopu zobrazena jako kružnice a trojice v něm umístěných zrcadel $m1$, $m2$, $m3$, jako strany rovnostranného trojúhelníka. Obecně platí pravidlo, že celý obraz "drátového objektu" je umístěn uvnitř trojúhelníku KLM.

Tak jak ukazuje obraz 2, měřítko i umístění jednotlivých zrcadlených obrazů "drátového objektu" se mění tak, aby jejich velikost byla vždy maximální. Těmito pravidly byla z abstraktního kaleidoskopu vyloučena jakákoli nahodilost. Všechny výsledné obrazy vznikají deterministicky – jsou jednoznačně dané pouze velikostí úhlu otočení "drátového objektu" podle osy o .

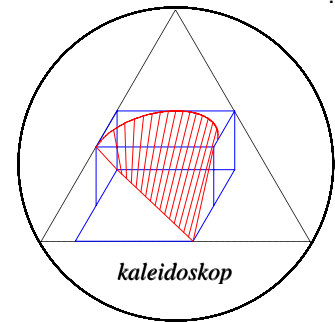
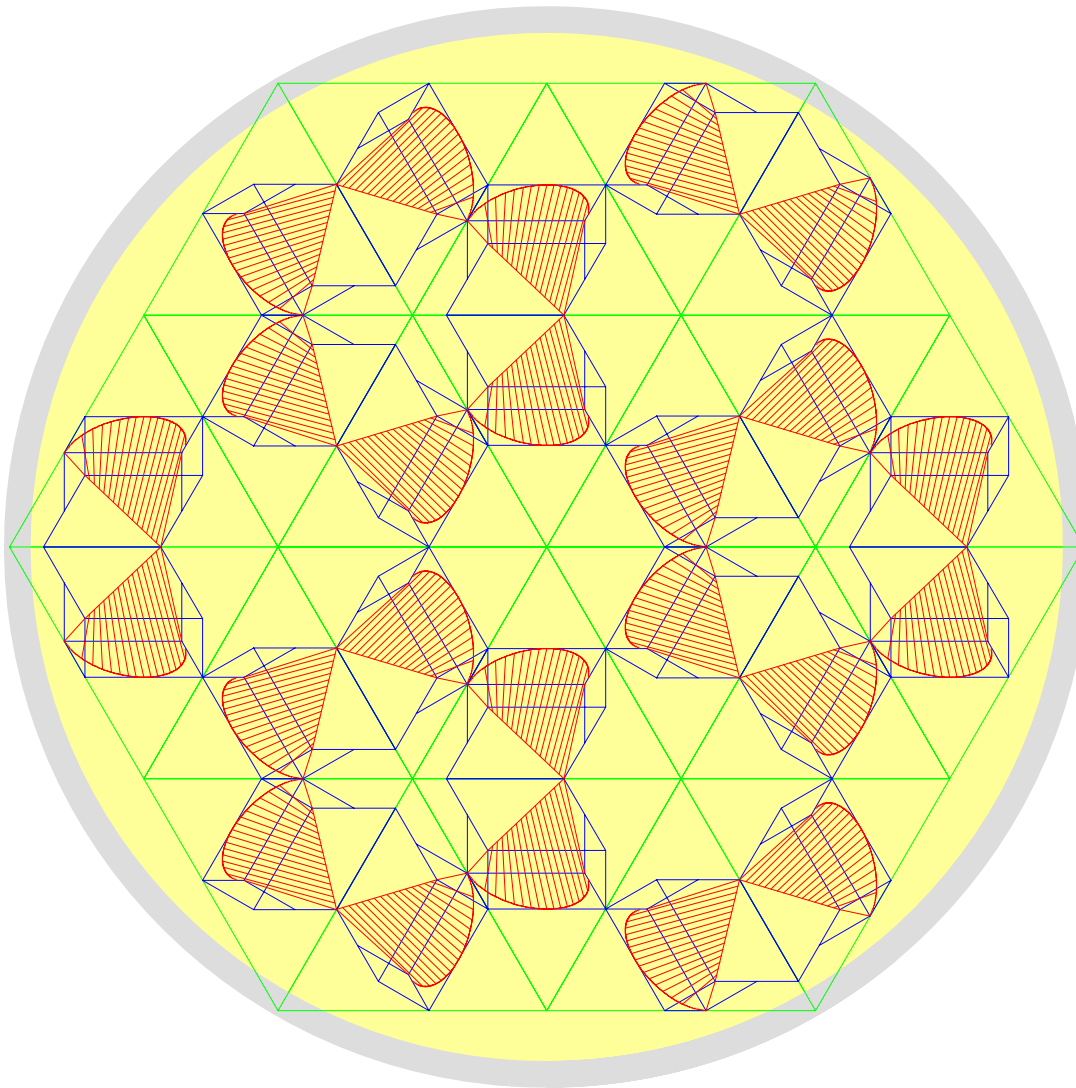
Na následujících stránkách je uvedena sekvence výsledných obrazů vzniklých v takto definovaném zcela deterministickém zrcadlovém kaleidoskopu. S postupnou změnou úhlu otočení se symetrické ornamenty v jednotlivých obrazech nepředvídatelně mění, i když vznikly podle stejných pravidel. Otočíme-li „drátový objekt“ o 360° objeví se opět výchozí obraz.

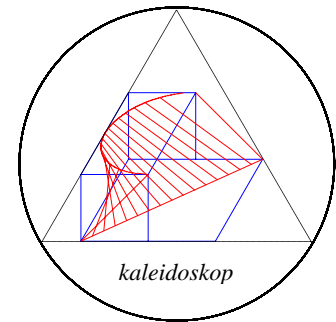
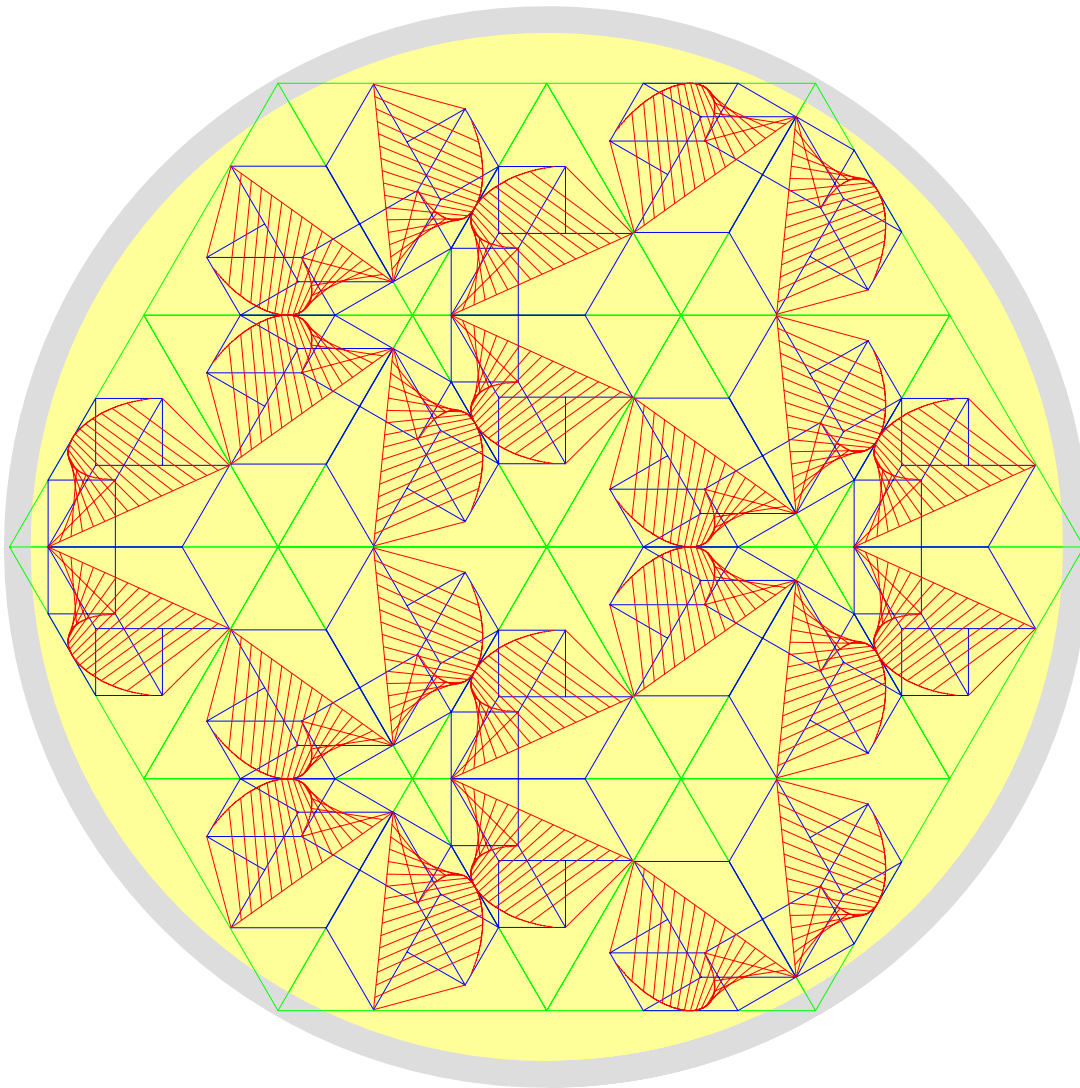


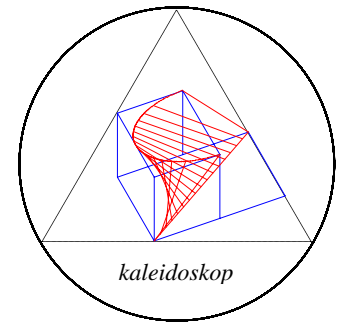
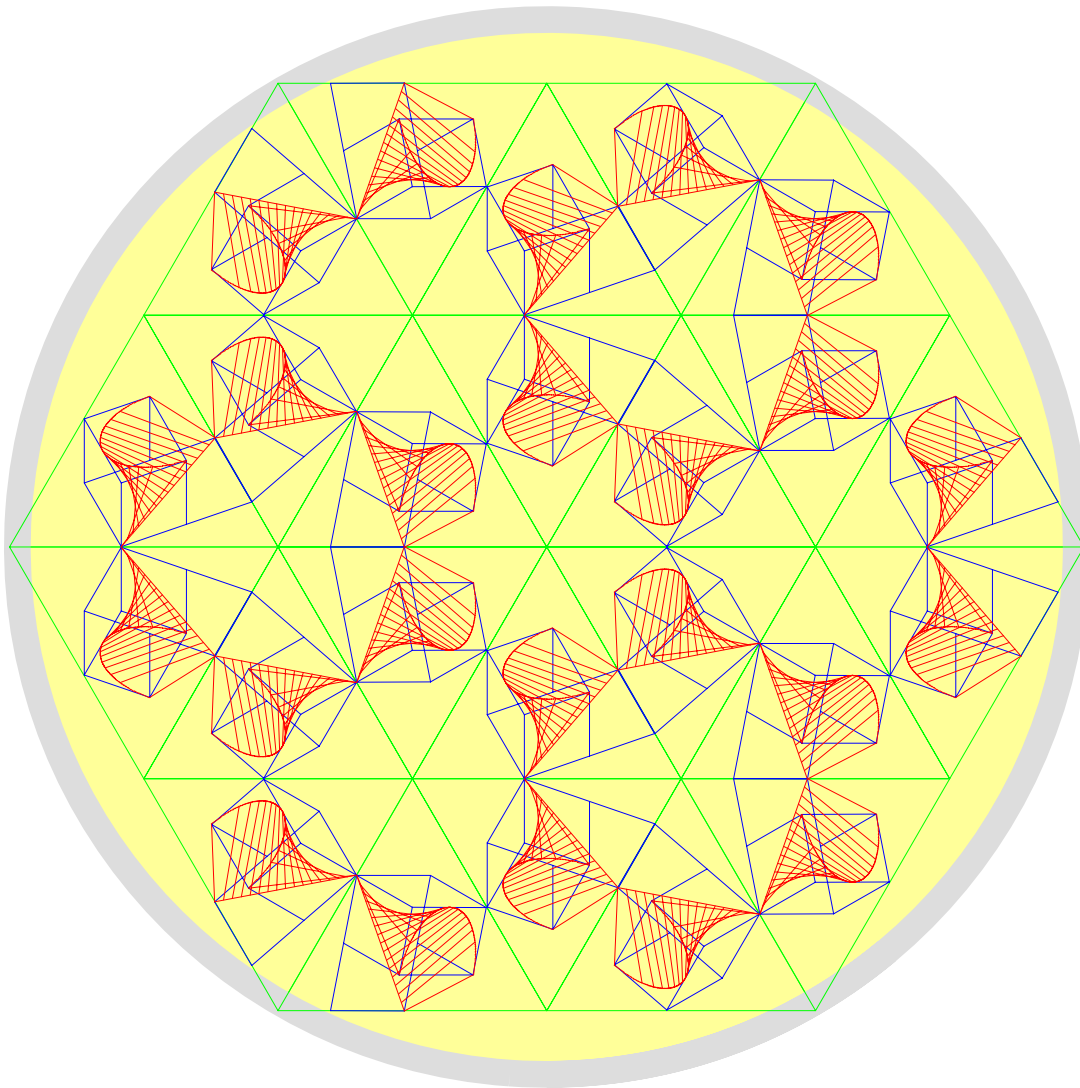
Obraz 2

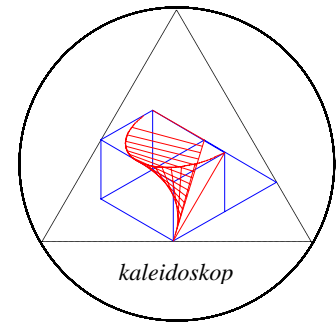
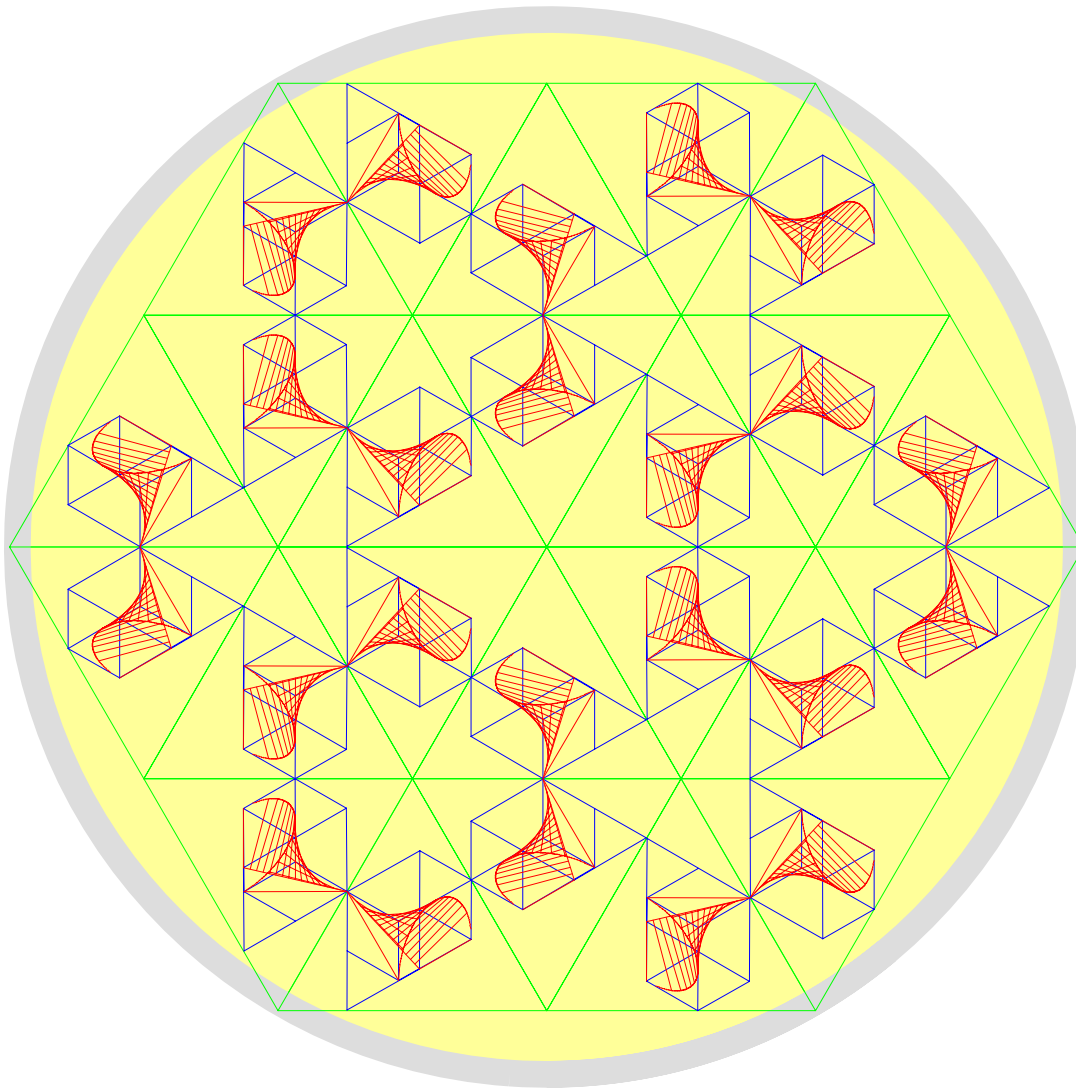


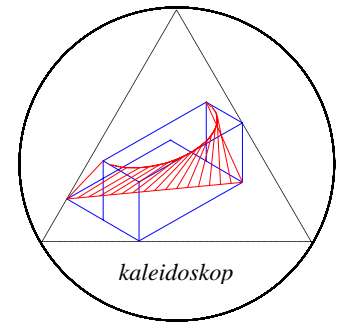
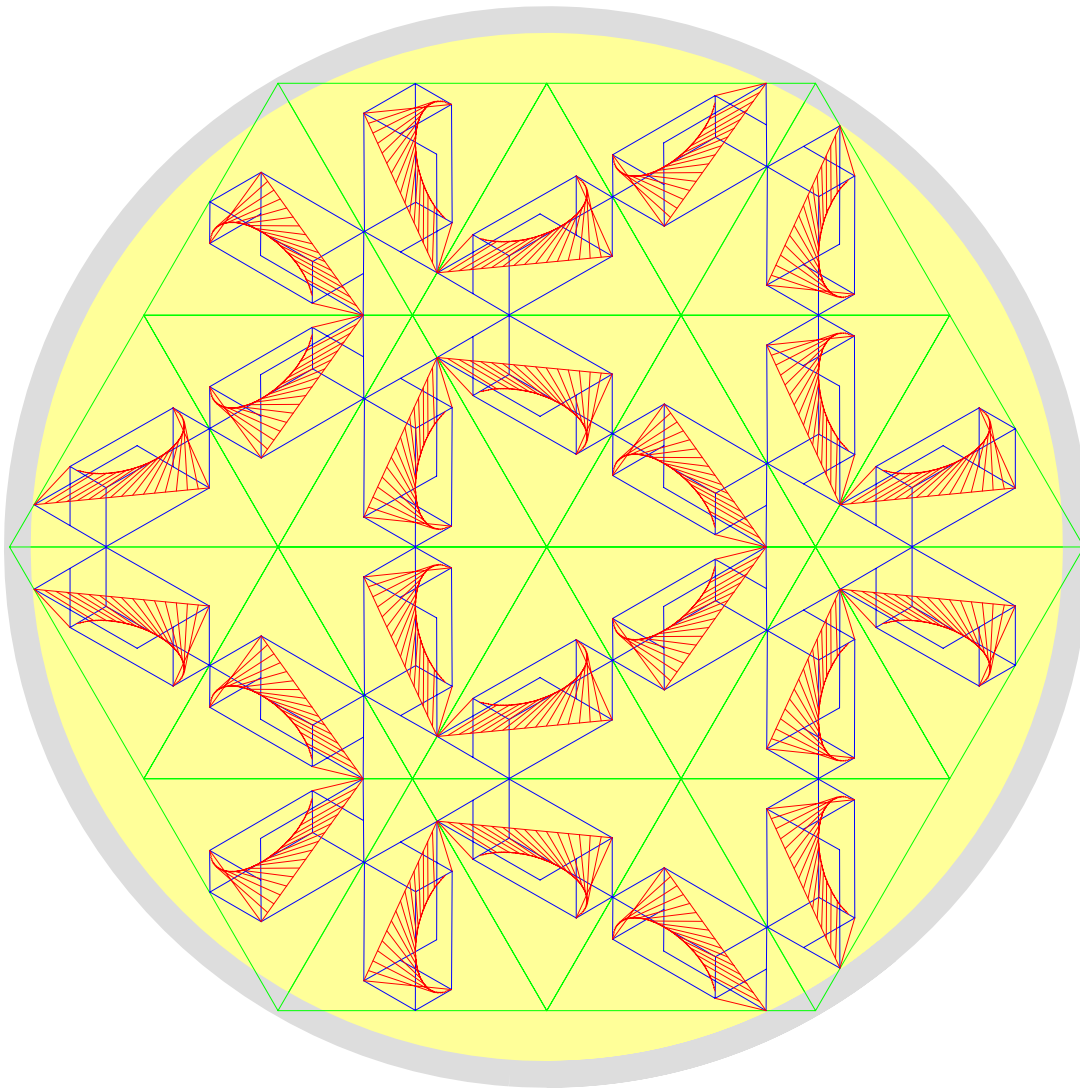
Obraz 1

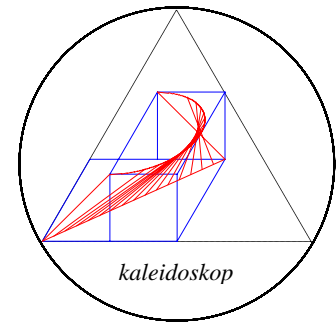
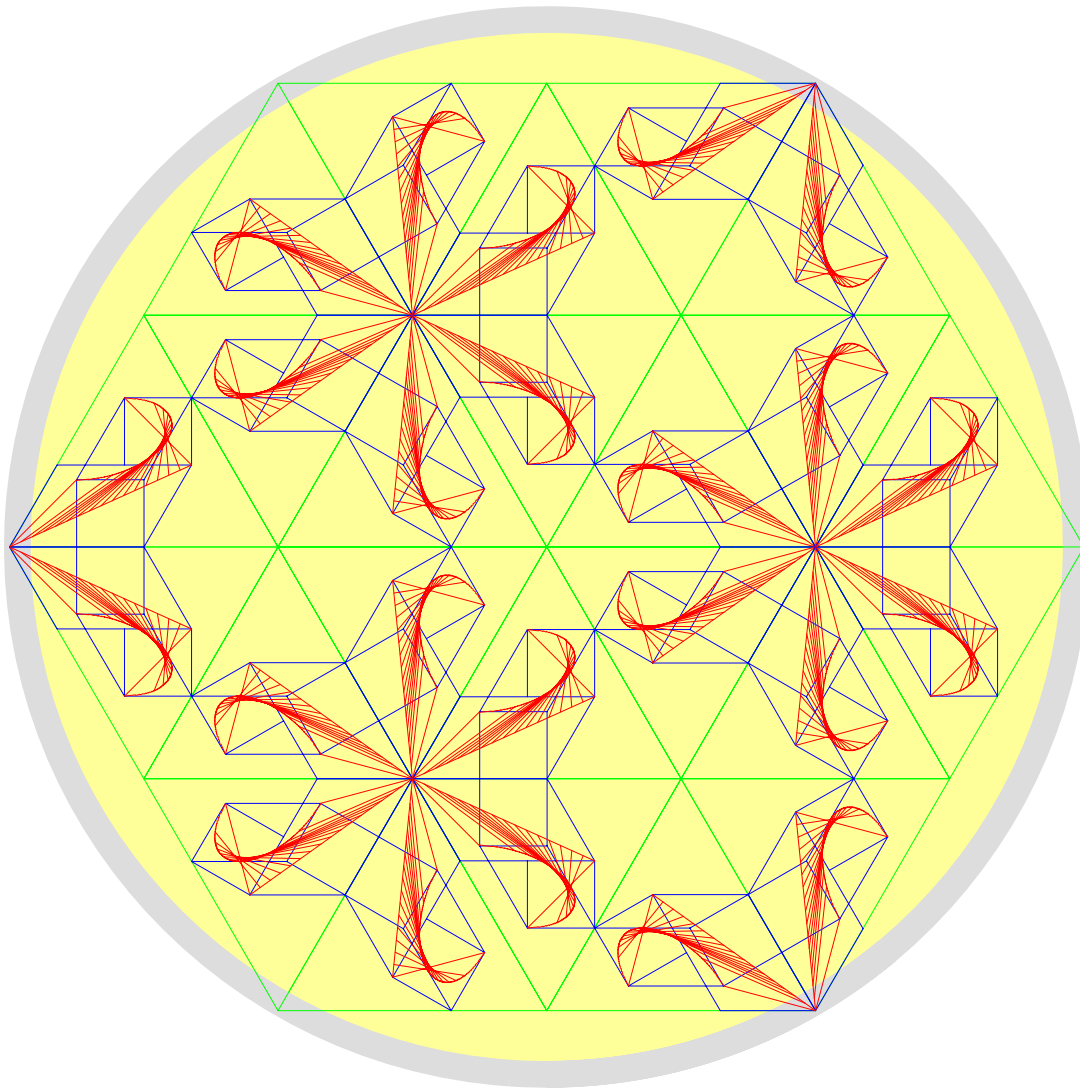




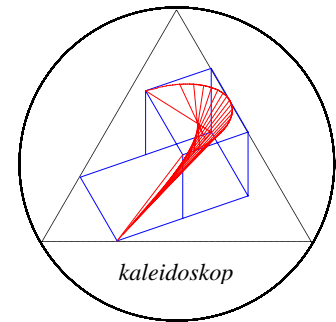
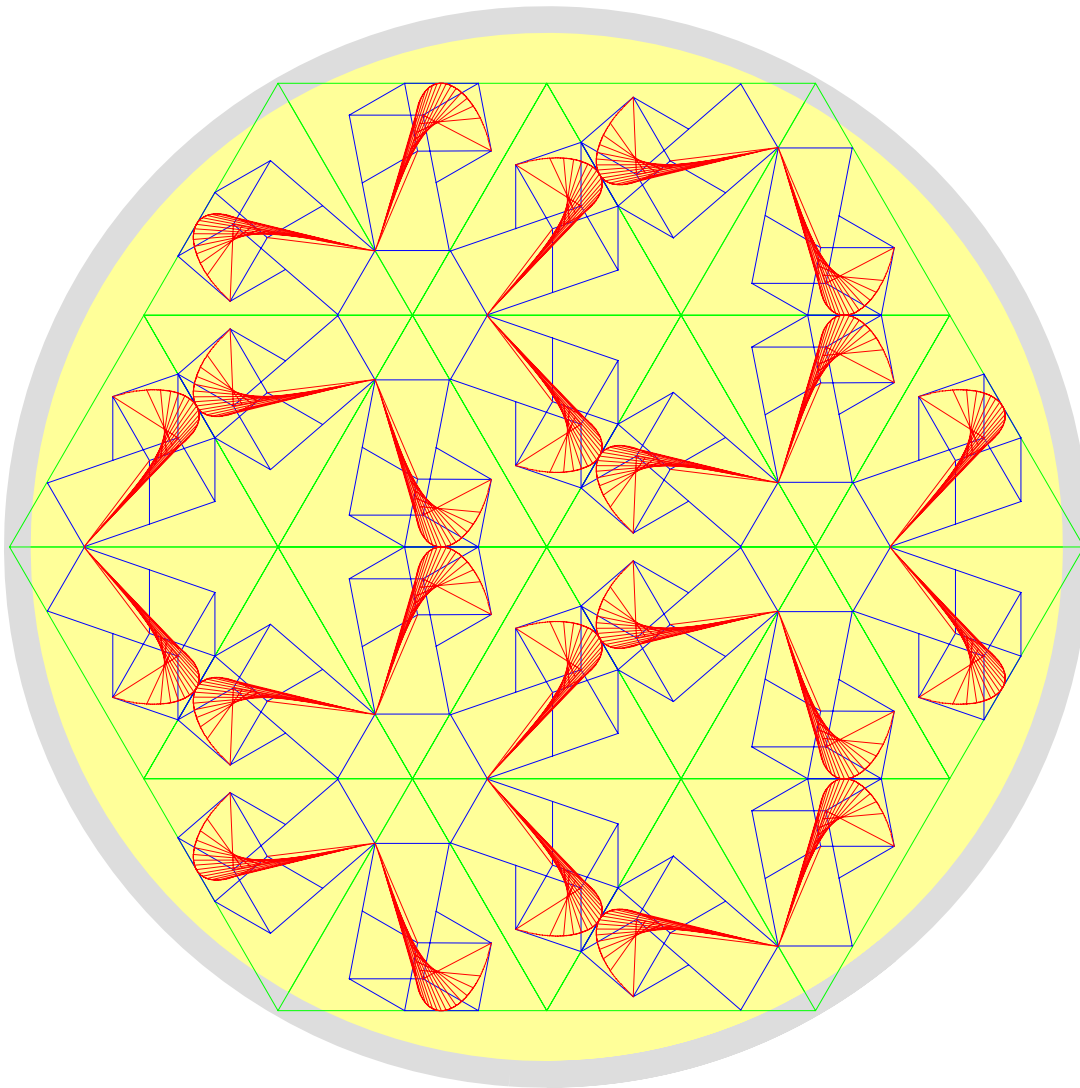


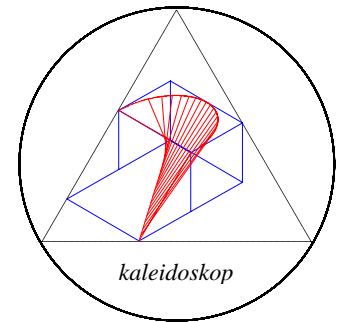
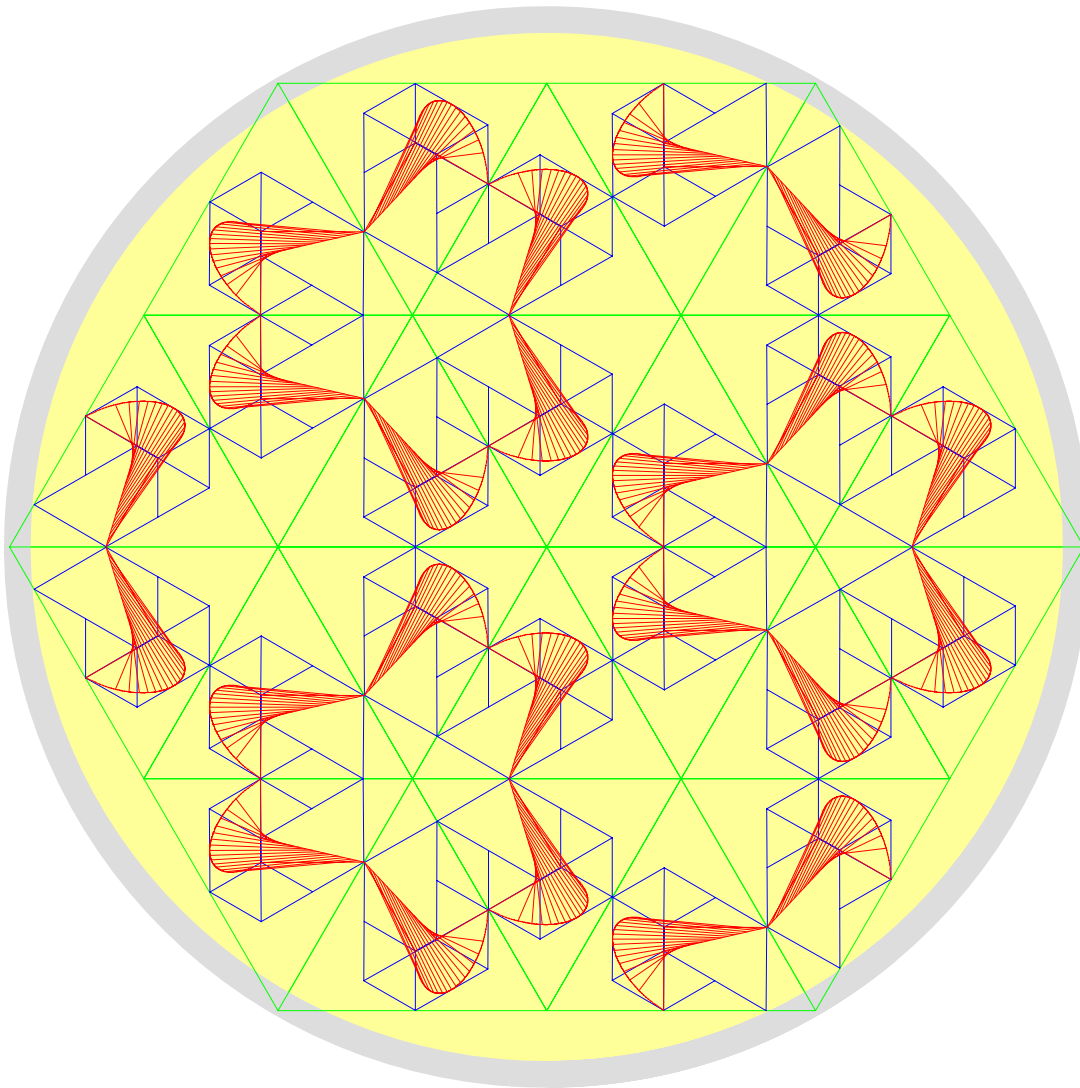






kaleidoskop





kaleidoskop

