

Anamorfózy

Keywords: geometria v priestore, anamorfózy, telesá, premietanie, stredové premietanie, perspektíva

Anamorfózy vo výtvarnom umení

Anamorfóza je druh vizuálneho triku či umenia, pri ktorom časť roviny alebo priestoru videná z určitého uhla odhaľuje skrytý obraz. Anamorfóza závisí od toho, či pozorovateľ nájde správne miesto, odkiaľ sa pozeráť. Tento druh umenia má dlhú a bohatú históriu. Jedným z najznámejších obrazov využívajúcich anamorfózy sú Vělvyslanci (1533) nemeckého maliara Hansa Holbeina mladšieho (1497 – 1543).



Obr. 1: Vělvyslanci

V dolnej časti obrazu je namaľovaný istý podivný predĺžený objekt. O čo ide je možné rozoznať len vtedy, ak sa postavíte k stene pri pravom ráme obrazu a zadívate sa tým smerom. Ak nájdete správnu pozíciu, odkiaľ sa pozeráť, uvidíte, že ide o lebku.

Anamorfne umenie môže využívať aj odrazy obrazov alebo sôch vo valci¹.

Ku koncu 20. storočia zažilo anamorfne umenie veľké oživenie vo fotografii, kresbe a veľkoplošných inštaláciách. Niektorí umelci vytvárajú anamorfne obrazy z predmetov dennej potreby ako elektronika, alebo obuv a ponožky². S anamorfózami sa môžeme stretnúť aj v rámci street artu. Často ide o kresby

¹https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anamorphic_frog_sculpture_by_Jonty_Hurwitz.jpeg.

²https://www.youtube.com/watch?v=y__zPc3MZm4.

na chodníku, ceste či na stene, ktoré náhodného okoloidúceho prekvapia a na okamih zamedzia. Môže ísť napríklad o kresbu, ktorá vyzerá ako diera v zemi, do ktorej hrozí pád, nohy vyčnievajúce zo steny či kanála a podobne. Anamorfózy založené na stredovom premietaní sú presvedčivejšie, ak ich sledujeme jedným okom alebo cez objektív. Ak je ale stred premietania dostatočne ďaleko od pozorovaného objektu, je dobre vystienený alebo jeho okolie nejako podporuje dojem priestoru, je ilúzia presvedčivejšia.

Praktické využitie

Vo filmovom priemysle sa na natáčanie filmov niekedy používajú kamery s anamorfnými šošovkami. Tie boli pôvodne navrhnuté z toho dôvodu, aby širokoformátové snímky plne využívali plochu štandardných filmových políčok s výškou 35 mm. Inak by širokoformátové snímky ponechali hornú a spodnú časť rámčeka nevyužitú. Napriek príchodu digitálnych snímačov s veľkým rozlíšením sa anamorfné objektívy používajú pre unikátnosť výsledného obrazu aj v dnešnej dobe.

V niektorých mestách zavádzali priechody pre chodcov, ktoré v určitom okamihu vyzerali z pohľadu prichádzajúceho vodiča ako levitujúce hranoly. Po krátkej skúšobnej dobe boli väčšinou zrušené, pretože pred nimi vodiči brzdili príliš prudko.

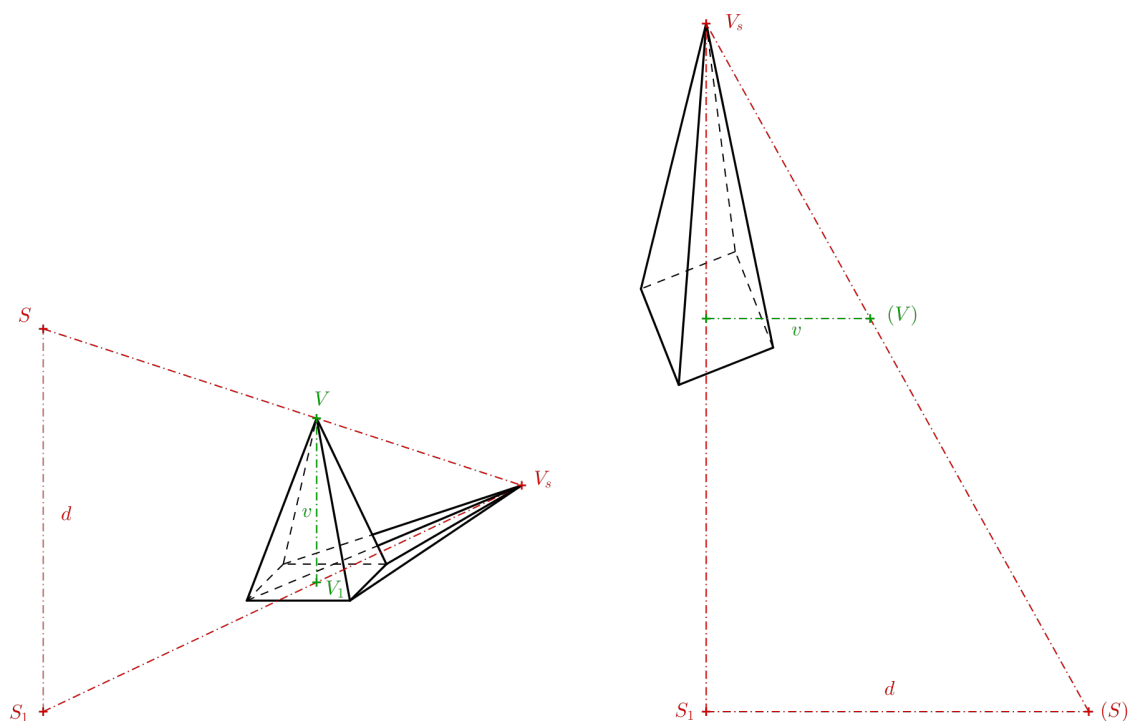
Techniku anamorfnéj projekcie môžeme vidieť na niektorých športových štadiónoch, keď sa používa na propagáciu firemných značiek, ktoré sú namaľované na hraciu plochu. Z uhla televíznej kamery sa nápis javí ako nápisy stojace zvisle v rámci hracej plochy.

Anamorfózy základných telies

V nasledujúcom texte a príkladoch vytvoríme anamorfózy základných telies pomocou stredového premietania do roviny. Rovine, v ktorej tieto anamorfné obrazy budeme rýsovať budeme hovoriť priemetňa. Priemetňou pre nás bude papier, na ktorý budeme rýsovať. Tým budeme obmedzení, čo sa týka veľkosti objektov. Vzniknuté obrazy potom budeme pozorovať okom kamery cez mobil alebo fotoaparát. Ak máte možnosť, môžete anamorfné obrazy vytvárať vonku, ideálne mimo komunikácií.

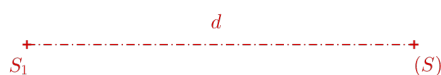
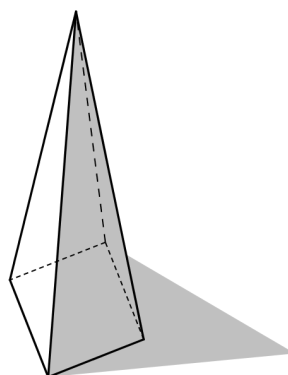
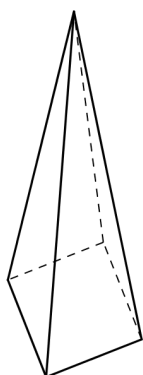
Ihlan a kužeľ

Asi najjednoduchšie je vytvoriť anamorfné obrazy ihlana a kužeľa, ak teda ich podstavy ležia v priemetniach. Podme si princíp vysvetliť na ihlane. Okrem telesa je treba zadať aj stred premietania S a jeho kolmý priemet do priemetne S_1 . Stred premietania si môžeme predstaviť ako oko pozorovateľa. Kolmý priemet ako miesto, kde pozorovateľ stojí. Vzdialenosť $S_1S = d$ je teda vzdialenosť streda premietania od priemetne. U pravidelného štvorbokého ihlana obdobne označíme jeho vrchol ako V a kolmý priemet vrcholu do priemetne V_1 . Priesečník priamky SV (takzvaného premietacieho lúča) s priemetňou potom získame ako priesečník priamky SV s priamkou S_1V_1 (pozri nasledujúci obrázok vľavo). Taký obrázok je dobré si načrtnúť, keď premýšľame, ako ilúzia funguje, a ako bude stredový priemet vyzeráť. Pre určenie anamorfózy ihlana ale tento priestorový obrázok treba nie je.



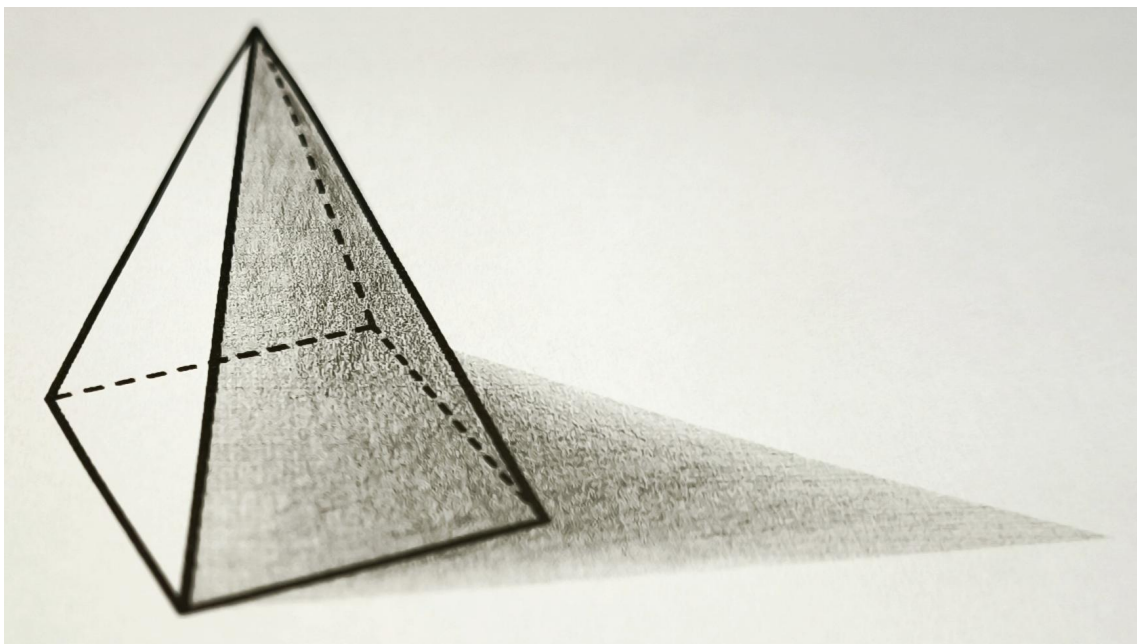
Obr. 2: Anamorfóza ihlana

Dôležitý je pre nás len lichobežník S_1V_1VS , ktorý si môžeme znázorniť aj v priemetni ako lichobežník $S_1V_1(V)(S)$ (predchádzajúci obrázok vpravo). Body, ktoré boli predtým v priestore mimo priemetne (body V a S) teraz v priemetni uvádzame v zátvorke, aby sme ich vzájomne odlíšili. Body (V) a (S) vznikli pootočením roviny S_1VS o 90° do priemetne okolo priamky S_1V_1 . Ak poznáme výšku ihlana, vzdialenosť oka pozorovateľa od priemetne, a vzdialenosť S_1V_1 , potom môžeme lichobežník narysovať. Predĺžením jeho strán, ktoré nie sú vzájomne rovnobežné, dostaneme priesečník V_s .



Obr. 3: Anamorfóza ihlana

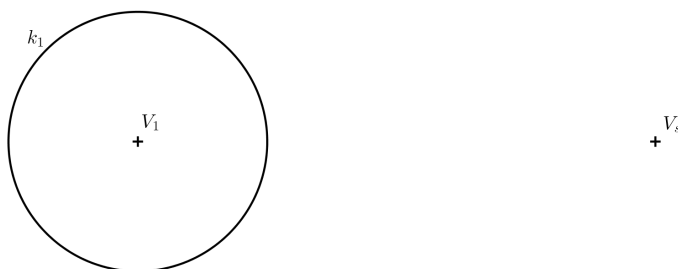
Výsledok (pozri predchádzajúci obrázok vľavo) je vhodné nakresliť bez pomocných čiar. Môžeme sa naň pozrieť okom kamery. Pri prehliadke cez oko kamery zistíme, že neviditeľné hrany dolnej podstavy je vhodné nakresliť hustšou čiarkovanou čiarou než priemet neviditeľnej bočnej hrany. Ak chceme, aby ihlan vyzeral vierohodne, obrázok vystienujeme. Tieň môžeme len odhadnúť, vrhnutý tieň vrcholu si môžeme zvoliť. Anamorfóza ihlana je hotová, kameru fotoaparátu (aby ilúzia fungovala), je treba nastaviť nad bod S_1 vo výške rovnjej vzdialenosti $S_1(S)$. Výsledný obraz cez oko kamery by mal vyzeráť približne ako na nasledujúcom obrázku.



Obr. 4: Anamorfóza ihlana, pohľad kamerou zo stredu S

Úloha 1. Chceme na zem nakresliť tvar, ktorý bude v priestore vyzeráť ako kužeľ o výške 1 m a s podstavou o polomere $r = 0,4$ m. Stred premietania budeme opäť značiť S a S_1 jeho kolmý priemet. Predpokladáme, že oko priemerného pozorovateľa je vo výške 150 cm od zeme. V akej vzdialenosti musí byť V_s od V_1 (V_s je stredový priemet vrcholu kužeľa do priemetne, V_1 je kolmý priemet vrcholu kužeľa do priemetne)?

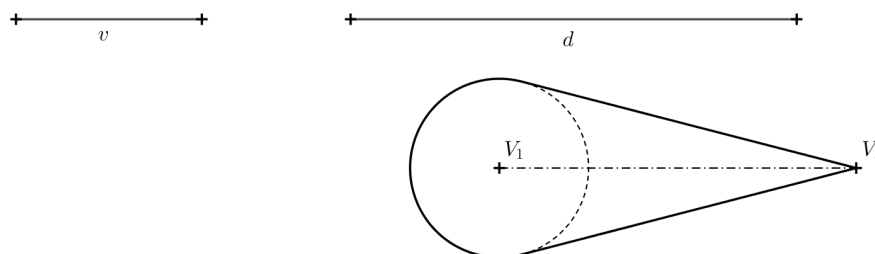
Úloha 2. Máme danú podstavnú kružnicu k so stredom V_1 a bod V_s (zadanie pozri obrázok). Predstavme si teraz v priestore rotačný kužeľ s podstavnou kružnicou k a stred premietania S , také že V_s je stredový priemet vrcholu kužeľa. V_1 je kolmý priemet vrcholu kužeľa do priemetne (na papier). Určte obrys stredového priemetu kužeľa.



Obr. 5: Zadanie úlohy 2

Results matter!

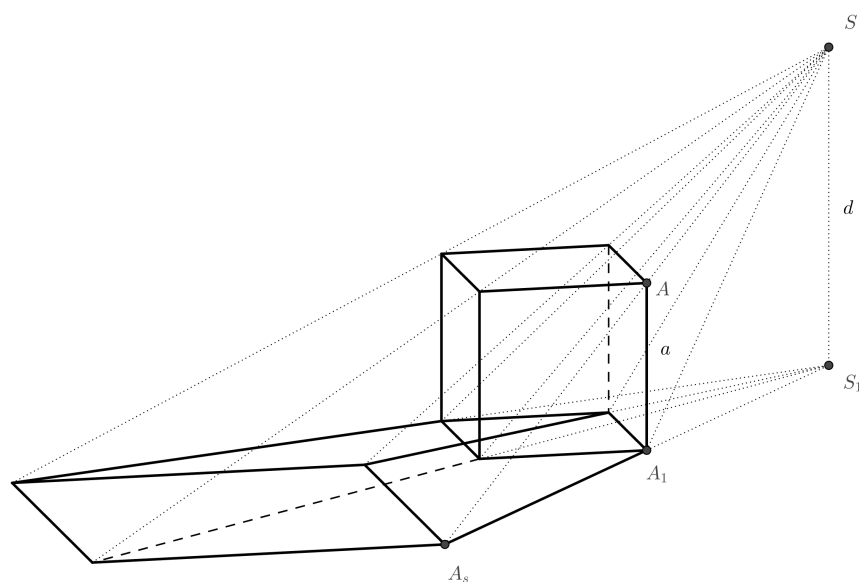
Úloha 3. Pre riešenie predchádzajúcej úlohy určte polohu stredu S (pomocou S_1 a (S)), ak poznáme výšku v priestorového kužela a $d = |S_1 S|$. Zadanie pozri nasledujúci obrázok, dĺžky v a d sú dané pomocou úsečiek.



Obr. 6: Zadanie úlohy 3

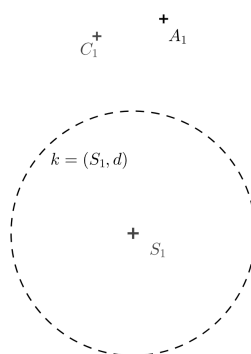
Hranol a valec

Pri anamorfnom zobrazení hranola a valca budeme využívať súmernosť. Prečo tomu tak je si vysvetlíme na príklade kocky na nasledujúcom obrázku. Medzi hornou podstavou kocky a jej priemetom je v priestore vzťah súmernosti so stredom S (plynie z podobnosti trojuholníkov). Pretože dolná podstava kocky je súčasne kolmým priemetom hornej podstavy do priemetne, funguje potom vzťah súmernosti medzi dolnou podstavou a stredovým priemetom hornej podstavy so stredom súmernosti S_1 .



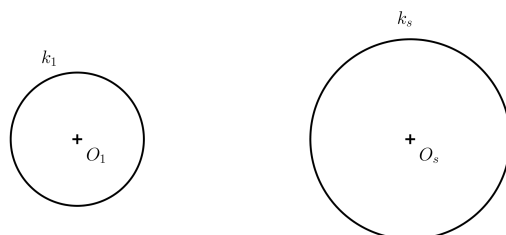
Obr. 7: Anamorfóza kocky

Úloha 4. Určte anamorfózu kocky. Štvorec dolnej podstavy je daný protifaľnými vrcholmi A_1 , C_1 . Ďalej je daná poloha bodu S_1 (kolmý priemet stredu premietania S), dĺžka d je zadaná polomerom kružnice k .



Obr. 8: Zadané úlohy 4

Úloha 5. Majme dané dve rôzne veľké kružnice, zadanie pozri nasledujúci obrázok. Určte stred ich súmernosti S_1 a ich spoločné dotyčnice tak, aby výsledný obrázok bol anamorfózou valca.



Obr. 9: Zadanie úlohy 5

Úloha 6. Koeficient súmernosti $H(S, k)$ v predchádzajúcom príklade, ktorá zobrazuje O_1 na O_s je $k = 1,5$. Aký musí byť pomer $d : v$, kde $d = |S_1 S|$ a $v = |O_1 O|$ (výška pomyselného valca v priestore), aby priestorová ilúzia fungovala?

Odkazy a literatúra

Literatúra

<https://en.wikipedia.org/wiki/Anamorphosis>

Zdroje obrázkov

- Velvyslanci https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hans_Holbein_the_Younger_-_The_Ambassadors_-_Google_Art_Project.jpg
- Lebka (detail obrazu Velvyslanci při pohledu ze správného místa) https://en.wikipedia.org/wiki/File:Holbein_Skull.jpg