

## 9. GRAFIKA V ROVINĚ A V PROSTORU

Rovinné a prostorové obrázky jsou reprezentovány jako objekty typu `Graphics` a `Graphics3D`:  
`Graphics`[seznam útvarů a direktiv,volby] `Graphics3D`[seznam útvarů a direktiv,volby]

Geometrické útvary v rovině:

Bod: `Point`[{x,y}]

Úsečka, lomená čára: `Line`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>},...]

Šipka (orientovaná úsečka): `Arrow`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>}]

Vyplněný obdélník: `Rectangle`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>}]

Vyplněný mnohoúhelník: `Polygon`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>},...]

Kružnice: `Circle`[{x,y},r]

Elipsa: `Circle`[{x,y},{a,b}]

Oblouk kružnice: `Circle`[{x,y},r,{t<sub>1</sub>,t<sub>2</sub>}]

Kruh, vyplněná elipsa, kruhová výseč: `Disk`[...] (stejně argumenty jako `Circle`)

`Text`: `Text`[výraz,{x,y}] `Text`[výraz,{x,y},{dx,dy}] `Text`[výraz,{x,y},{dx,dy},směr]

(Styl textu lze upravit pomocí konstrukce `Style`[výraz,volby].)

Geometrické útvary v prostoru:

`Point`, `Line`, `Polygon`, `Text`, `Arrow` (viz výše)

Kvádř: `Cuboid`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>,z<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>,z<sub>2</sub>}]

Koule: `Ball`[{x,y,z},r]

Válec kolem zadané osy: `Cylinder`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>,z<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>,z<sub>2</sub>},r]

Kužel kolem zadané osy: `Cone`[{x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>,z<sub>1</sub>},{x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>,z<sub>2</sub>},r]

Čtyřstěn zadaný svými vrcholy: `Tetrahedron`[{A,B,C,D}]

Čtyřboký jehlan zadaný svými vrcholy: `Pyramid`[{A,B,C,D,E}]

Rovnoběžnostěn určený vrcholem a směrovými vektory: `Parallelepiped`[A,{V<sub>1</sub>,V<sub>2</sub>,V<sub>3</sub>}]

Pravidelné mnohostěny: `PolyhedronData`[...]

Některé užitečné direktivy:

Jména barev: `Black` `Blue` `Brown` `Cyan` `Gray` `Green` `Magenta` `Orange` `Pink` `Purple` `Red` `White` `Yellow`

Další způsoby určení barev: `GrayLevel`[x] `RGBColor`[r,g,b] `Hue`[h]

Průhlednost: `Opacity`[a]

Velikost bodů (poloměr): `PointSize`[d] `AbsolutePointSize`[d]

Tloušťka čar: `Thick` `Thin` `Thickness`[d] `AbsoluteThickness`[d]

Styl čar: `Dashed` `Dotted` `DotDashed`

Vzhled hranic útvarů: `EdgeForm`[seznam direktiv]

Rozměry a tvar šipek: `Arrowheads`[specifikace]

Mathematica připouští také následující zápis:

`Graphics`[{seznam<sub>1</sub>,seznam<sub>2</sub>,...},volby] `Graphics3D`[{seznam<sub>1</sub>,seznam<sub>2</sub>,...},volby]

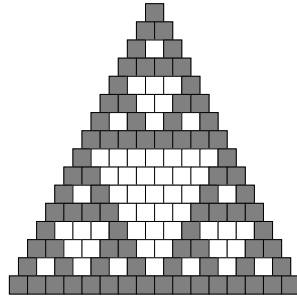
V tomto případě se na začátku každého seznamu obnoví výchozí hodnoty všech nastavení (barva, tloušťka, apod.).

Sloučení grafických objektů: `Show`[g<sub>1</sub>,g<sub>2</sub>,...,volby]

Funkce `Plot`, `ParametricPlot` atd. mají volby `Prolog` a `Epilog`, do kterých lze vložit seznam útvarů a direktiv (ve stejném formátu jako u `Graphics`).

## CVIČENÍ

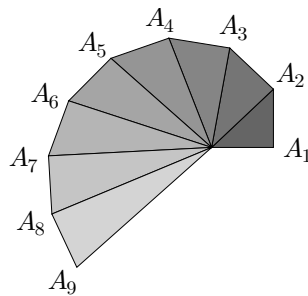
1. Napište program, která pro zadané  $r$  vypočítá prvních  $r$  řádků Pascalova trojúhelníku modulo 2 a znázorní příslušné hodnoty 0 a 1 pomocí čtverečků dvou barev tak, jak ukazuje obrázek (kde  $r = 16$ ):



Ve kterých řádcích jsou pouze lichá kombinační čísla?

*Návod:* Číslu  $\binom{n}{k}$  lze přiřadit jednotkový čtvereček s levým dolním rohem na pozici  $(k - \frac{n}{2}, -n)$ . Pomocí `Table` generujte seznam všech čtverečků a jejich barev ve tvaru dvojic `{barva, Rectangle[...]}`. Pro obarvování čtverečků si můžete naprogramovat pomocnou funkci, která pro vstup 0 vrátí jednu barvu (např. `White`) a pro vstup 1 druhou barvu (např. `Gray`). Do této funkce pak jako vstup pošlejte  $\binom{n}{k} \bmod 2$ .

2. Theodórova spirála (pojmenovaná podle Theodóra z Kyrény, 470–390 př. n. l.) je útvar složený z pravoúhlých trojúhelníků  $OA_nA_{n+1}$ , kde  $O$  je počátek soustavy souřadnic a  $n \in \mathbb{N}$ . Délka strany  $OA_n$  je  $\sqrt{n}$ , trojúhelníky na sebe navazují tak, jak ukazuje obrázek:



a) Naprogramujte funkci, která pro zadané  $n \in \mathbb{N}$  sestrojí spirálu složenou z  $n$  trojúhelníků.

*Návod:* Napište nejprve pomocnou funkci, která pro zadané  $n$  vrátí souřadnice bodu  $A_n$ ; nejsnáze je najdete převedením polárních souřadnic na kartézské ( $x = r \cos \alpha$ ,  $y = r \sin \alpha$ ). Úhel  $A_nOA_{n+1}$  má velikost  $\arctg(1/\sqrt{n})$ .

b) Kolik trojúhelníků je potřeba vzít, aby spirála oběhla počátek soustavy souřadnic a vrátila se zpět do prvního kvadrantu?

3. V následujících úlohách vždy předpokládejte, že argumentem funkce je trojúhelník v rovině zadaný jako seznam souřadnic vrcholů, např.  $\{\{4, 9\}, \{6, 3\}, \{1, 6\}\}$ .

a) Naprogramujte funkci, které vrátí souřadnice středů stran zadaného trojúhelníku.

b) Naprogramujte funkci, která vypočte souřadnice těžiště zadaného trojúhelníku.

*Návod:* Těžiště soustavy bodů o souřadnicích  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$  je v bodě  $\frac{1}{n}(\sum_{i=1}^n x_i, \sum_{i=1}^n y_i)$ .

c) Naprogramujte funkci, která najde paty výšek zadaného trojúhelníku.

*Návod:* K hledání pat výšek použijte funkci `Projection[u, v]`, která spočte průmět vektoru  $u$  do směru vektoru  $v$ . Označíme-li vrcholy trojúhelníku  $A, B, C$  a položíme  $a = C - B$ ,  $b = A - C$ ,  $c = B - A$ , pak pata výšky procházející vrcholem  $A$  má souřadnice  $B + \text{Projection}[-c, a]$  apod.

d) Naprogramujte funkci, která najde ortocentrum zadaného trojúhelníku.

*Návod:* Najděte průsečík dvou výšek pomocí `Solve`.

e) S využitím předchozích částí naprogramujte funkci, která jako argument dostane trojúhelník a vykreslí jeho strany, středy stran (oranžově), těžnice (čárkované), těžiště (modře), paty výšek (červeně), výšky (čárkované), ortocentrum (zeleně).