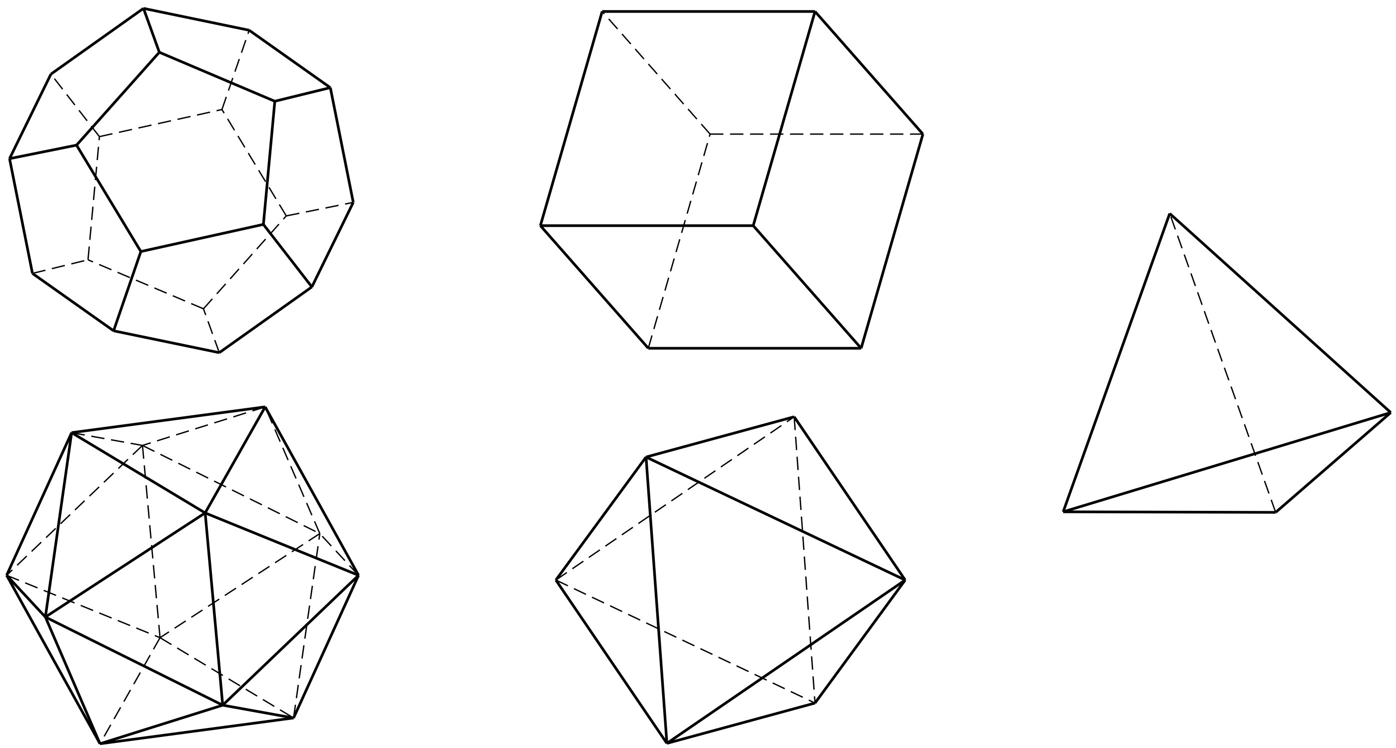
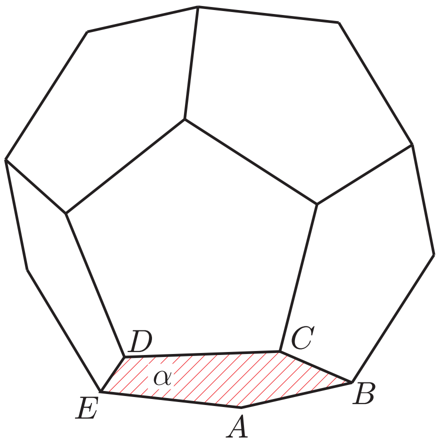
PLATÓNOVA TĚLESA
pravidelné konvexní mnohostěny

Platónova tělesa	**Stěny**	Počet		
		stěn S	vrcholů V	hran H
Čtyřstěn – *tetraedr*	rovnostranný trojúhelník	4	4	6
Šestistěn (Krychle) – *hexaedr*	čtverec	6	8	12
Osmistěn – *oktaedr*	rovnostranný trojúhelník	8	6	12
Dvanáctistěn – *dodekaedr*	pravidelný pětiúhelník	12	20	30
Dvacetistěn – *ikosaedr*	rovnostranný trojúhelník	20	12	30

Eulerova formule: $S + V = H + 2$

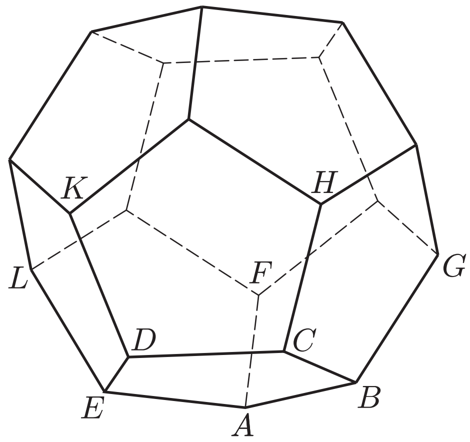


PRAVIDELNÝ DVANÁCTISTĚN



Každá stěna pravidelného dvanáctistěnu je pravidelný pětiúhelník.

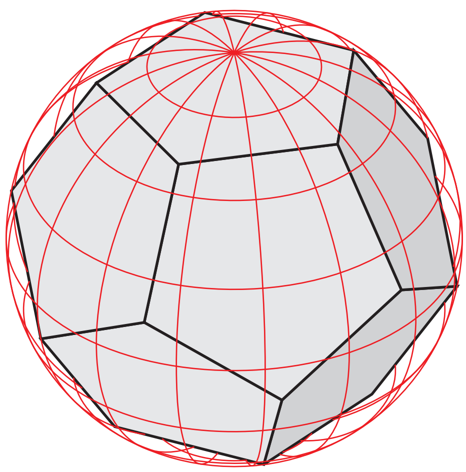
Označme vrcholy jedné stěny A, B, C, D a E, rovinu této stěny označme α.



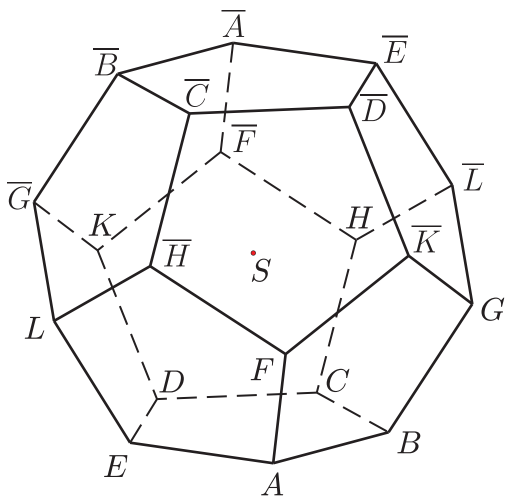
Z každého vrcholu dvanáctistěnu vycházejí 3 hrany. Označme další vrcholy dvanáctistěnu takto:

- z vrcholu A vycházejí hrany AB, AE, AF,
- z vrcholu B hrany BA, BC, BG,
- z vrcholu C hrany CB, CD, CH,
- z vrcholu D hrany DC, DE, DK,
- z vrcholu E hrany EA, ED, EL.

Odchylky rovin (A, B, F), (B, C, G), (C, D, H), (D, E, K) a (A, E, F) (rovin stěn) od roviny α jsou stejné.



Pravidelný dvanáctistěn lze vepsat do kulové plochy $\varkappa(S, |SA|)$, bod S je středem souměrnosti tělesa.



Označme další vrcholy dvanáctistěnu takto:

- vrchol souměrný k vrcholu A podle středu S označme $\overline{A}$,
- vrchol souměrný k vrcholu B podle středu S označme $\overline{B}$,

  ⋮
- vrchol souměrný k vrcholu L podle středu S označme $\overline{L}$.

Tedy bod S je středem úseček $A\overline{A}$, $B\overline{B}$, …, $L\overline{L}$.

Pravidelný dvanáctistěn má 20 vrcholů.

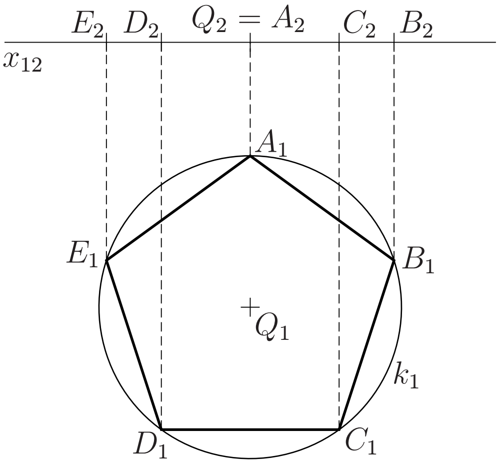
PRAVIDELNÝ DVANÁCTISTĚN
a jeho zobrazení v MP

Příklad 1
A4 na výšku, MP: $O[10,5\ ;\ 17]$

Zobrazte pravidelný dvanáctistěn, jehož jedna stěna $ABCDE$ o středu Q leží v půdorysně π, $Q[0;7;0]$, $A[0;3;0]$.

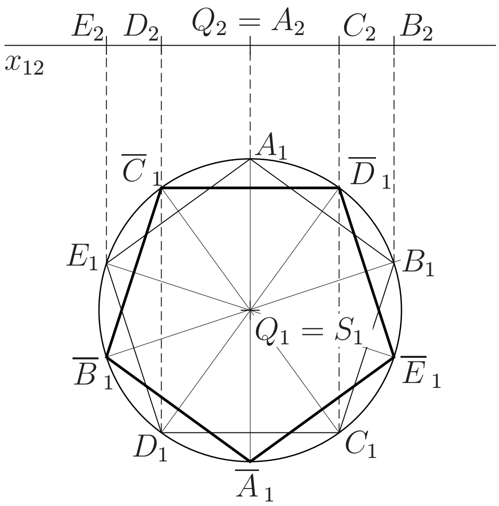
(Obrázky v textu jsou v měřítku 1:2.)

Zobrazíme pravidelný pětiúhelník $ABCDE$ o středu Q ležící v π. Označme $r = |AQ|$.

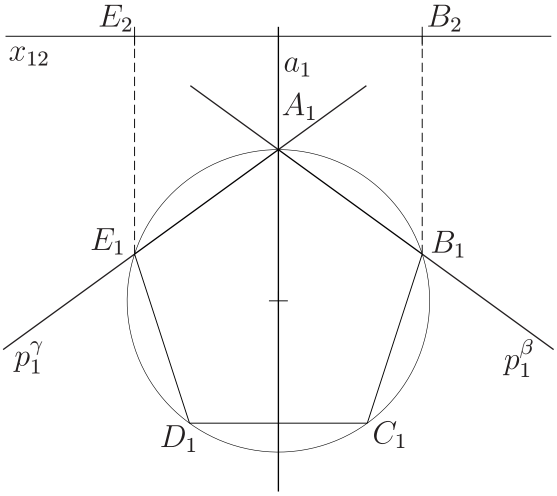


1. $k_1(Q_1; r)$
   $A_1B_1C_1D_1E_1$ je pravidelný pětiúhelník vepsaný do kružnice k_1 (označení po směru hodinových ručiček)
2. nárysem pětiúhelníka $ABCDE$ je úsečka E_2B_2

Vrcholy $\overline{A}, \overline{B}, \overline{C}, \overline{D}, \overline{E}$ stěny protilehlé ke stěně $ABCDE$ jsou body souměrné k bodům A, B, C, D, E podle středu S.

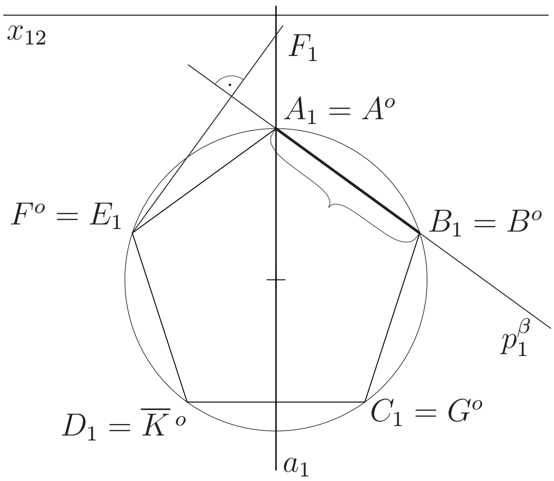


3. $S_1 = Q_1$
   $\overline{A}_1$ je bod souměrný k A_1 podle S_1
   $\overline{A}_1 \in k_1$
   body A_1, $\overline{D}_1$, B_1, $\overline{E}_1$, C_1, $\overline{A}_1$, D_1, $\overline{B}_1$, E_1, $\overline{C}_1$ jsou vrcholy pravidelného desetiúhelníka vepsaného do kružnice k_1



Odchylka roviny $\beta(A, B, F)$ od půdorysny a odchylka roviny $\gamma(A, E, F)$ od půdorysny je stejná. Označme a průsečnici rovin β a γ (průsečnice rovin dvou stěn), $a = \beta \cap \gamma = AF$.

4. $p_1^\beta = A_1B_1$
   $p_1^\gamma = A_1E_1$
   a_1 je osou úhlu přímek p_1^β a p_1^γ



Chceme zobrazit bod F, který je vrcholem pravidelného pětiúhelníka $ABG\overline{K}F$ v rovině β (a také vrcholem pravidelného pětiúhelníka $AEL\overline{H}F$ v rovině γ).

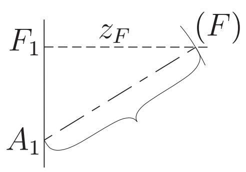
Otočíme rovinu β kolem p^β do půdorysny tak, že pětiúhelník $A^oB^oG^o\overline{K}^{\,o}F^o$ splyne s pětiúhelníkem $ABCDE$, tj. $F^o = E$.

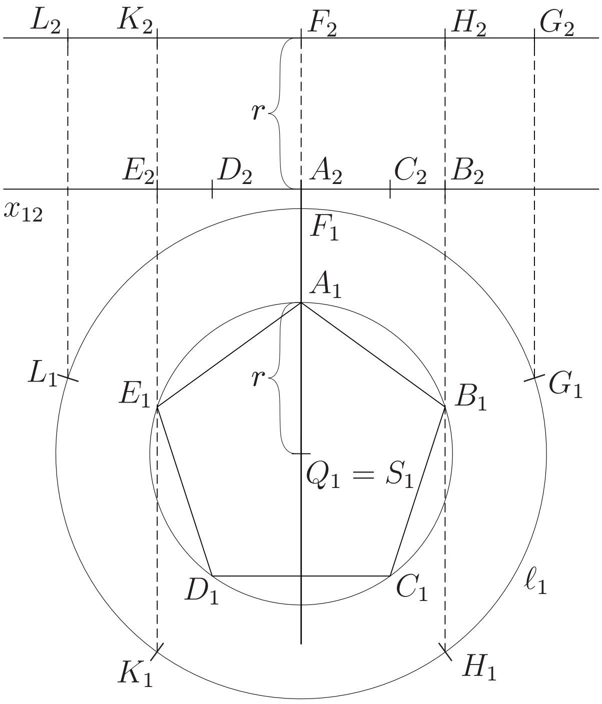
5. využijeme pravoúhlé afinity s osou p_1^β
   $F_1 \in a_1$, $F_1F^o \perp p_1^\beta$

6. určíme z-ovou souřadnici bodu F
   $\triangle AF_1F$:
      $|AF|$ = strana pětiúhelníka $ABCDE$
      $\angle(AF_1F) = 90°$

   sestrojíme bod (F)

   při přesném rýsování je
   $z_F = |F_1(F)| = r$ = poloměr kružnice k

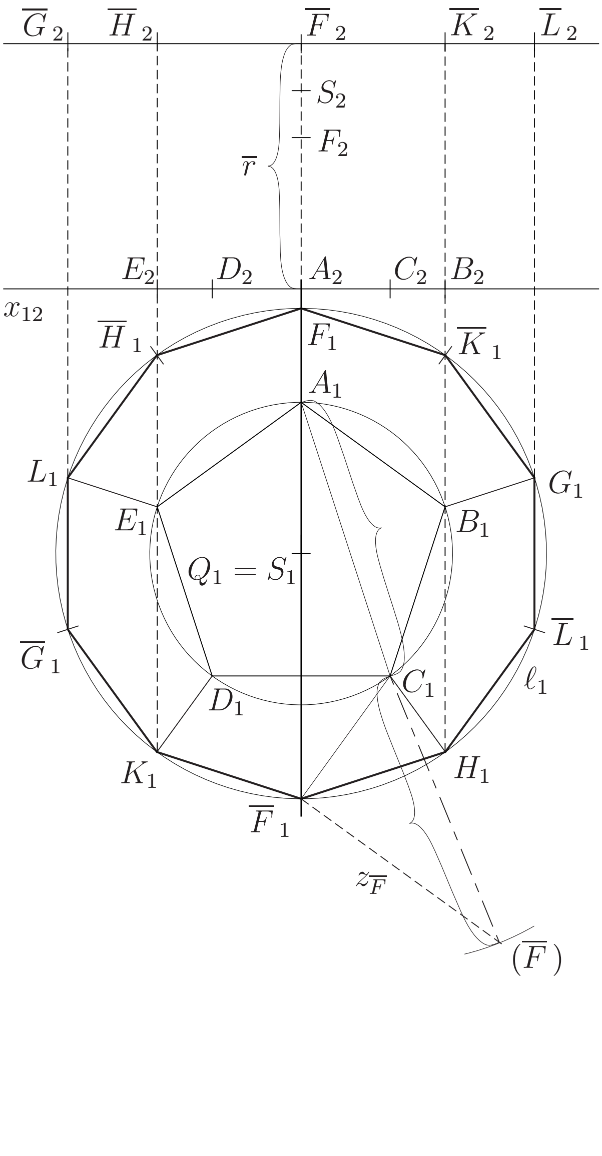




7. F_1, G_1, H_1, K_1, L_1 jsou vrcholy pravidelného pětiúhelníka vepsaného do kružnice $\ell_1(Q_1, \overline{r} = |Q_1F_1|)$
   $z_F = z_G = z_H = z_K = z_L = r$

8. bod $\overline{F}_1$ je souměrný k F_1 podle S_1,
   bod $\overline{G}_1$ je souměrný k G_1 podle S_1,
   $\vdots$

   body F_1, $\overline{K}_1$, G_1, $\overline{L}_1$, H_1, $\overline{F}_1$, K_1, $\overline{G}_1$, L_1, $\overline{H}_1$ jsou vrcholy pravidelného desetiúhelníka vepsaného do kružnice ℓ_1 a tento desetiúhelník je obrysovou čarou půdorysu dvanáctistěnu



9. určíme z-ovou souřadnici bodu $\overline{F}$
   $\triangle C\overline{F}_1\overline{F}$: $|C\overline{F}| = |AC|$
   $\angle(C\overline{F}_1\overline{F}) = 90°$

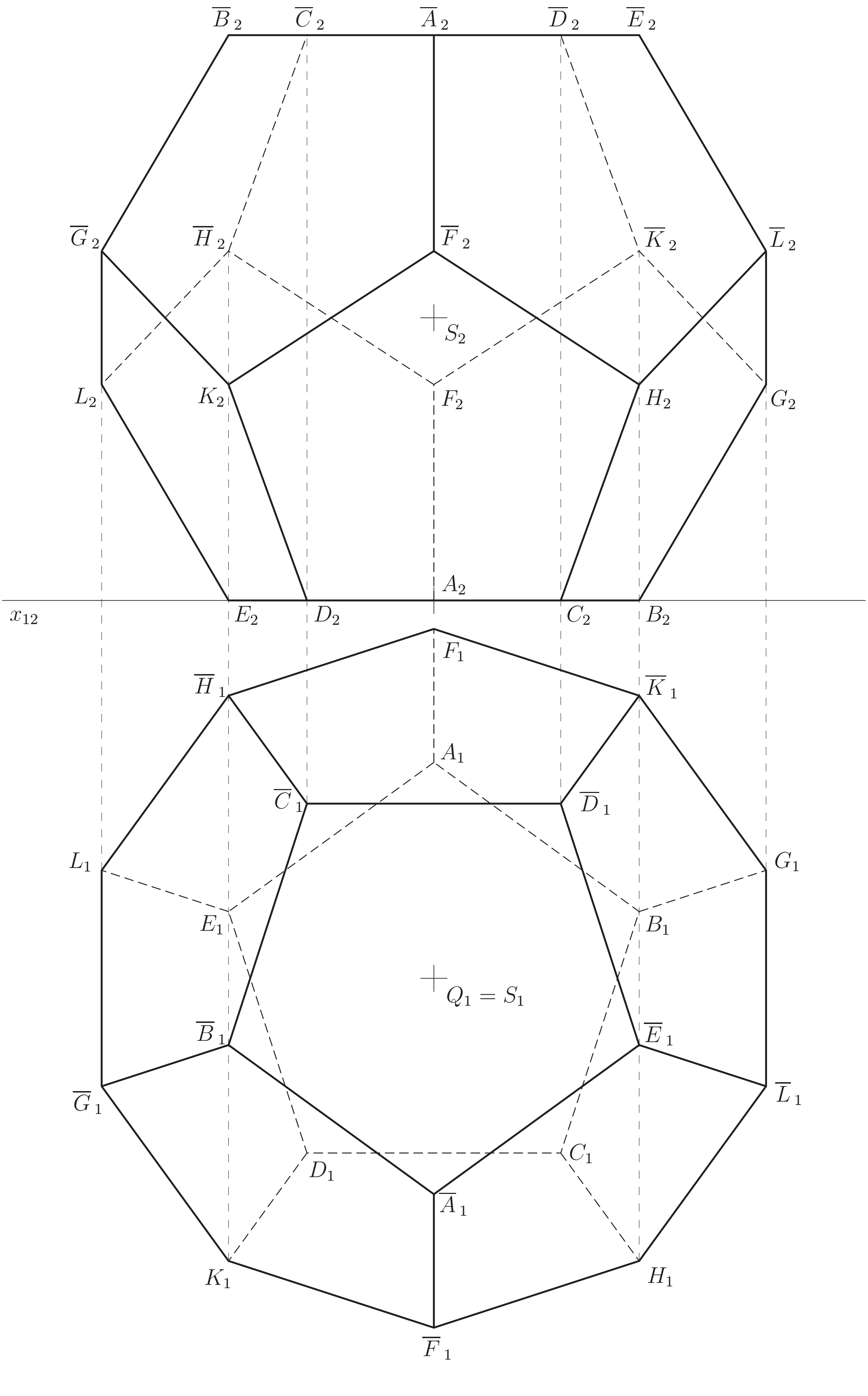
   sestrojíme $(\overline{F})$

   při přesném rýsování je
   $z_{\overline{F}} = |\overline{F}_1(\overline{F})| = \overline{r}$ = poloměr kružnice ℓ
   $z_{\overline{F}} = z_{\overline{G}} = z_{\overline{H}} = z_{\overline{K}} = z_{\overline{L}} = \overline{r}$

10. bod S_2 je střed úsečky $F_2\overline{F}_2$
    $\overline{A}_2$ – bod souměrný k A_2 podle S_2
    $z_{\overline{A}} = \overline{r} + r$

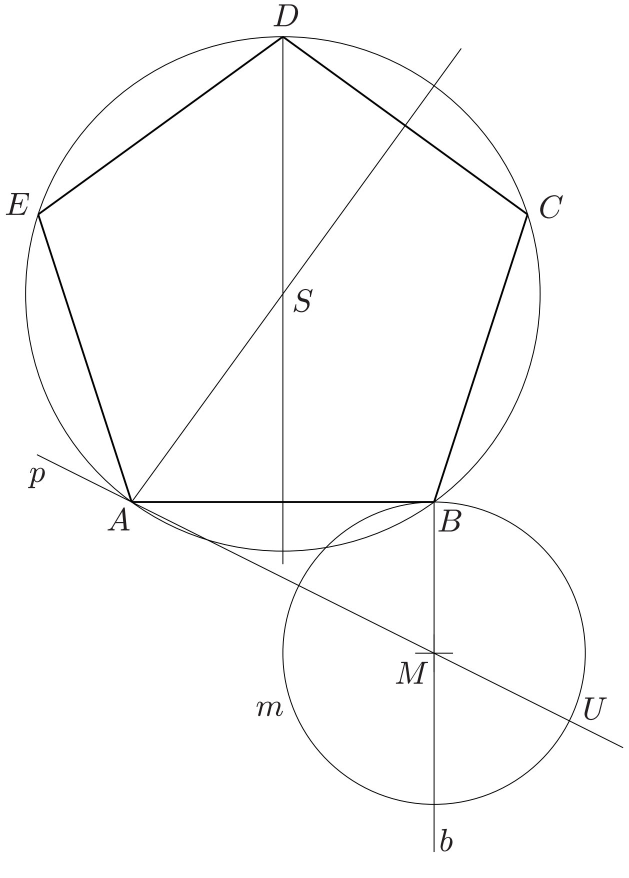
11. zobrazení tělesa, viditelnost

V měřítku 1:1.


$\overline{B}_2$
$\overline{C}_2$
$\overline{A}_2$
$\overline{D}_2$
$\overline{E}_2$
$\overline{G}_2$
$\overline{H}_2$
$\overline{F}_2$
$\overline{K}_2$
$\overline{L}_2$
S_2
L_2
K_2
F_2
H_2
G_2
A_2
x_{12}
E_2
D_2
C_2
B_2
F_1
$\overline{H}_1$
$\overline{K}_1$
A_1
$\overline{C}_1$
$\overline{D}_1$
L_1
G_1
E_1
B_1
$Q_1 = S_1$
$\overline{B}_1$
$\overline{E}_1$
$\overline{G}_1$
$\overline{L}_1$
C_1
D_1
$\overline{A}_1$
K_1
H_1
$\overline{F}_1$

Příklad 2
A4 na výšku, <u>MP</u>: $O[10,5\ ;\ 15]$

Zobrazte pravidelný dvanáctistěn o velikosti hrany 4 cm, jehož tělesová úhlopříčka $A\overline{A}$ je kolmá k půdorysně π, $A[0,6,0]$, $z_{\overline{A}} > 0$.



Nejdříve sestrojíme pravidelný pětiúhelník $ABCDE$, známe-li jeho stranu $|AB| = 4$ cm.

a) úsečka AB velikosti 4

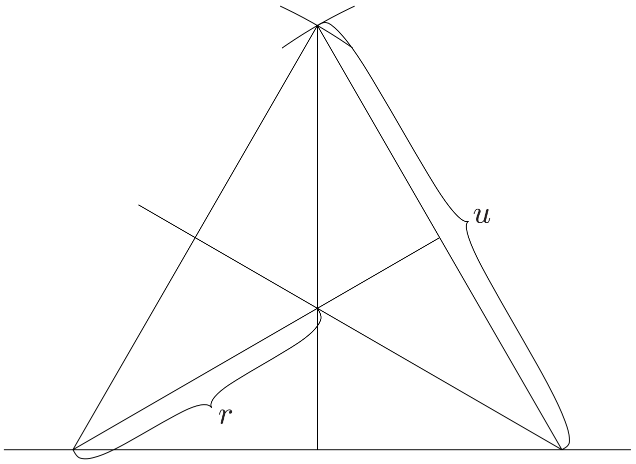
b) $b:\ B \in b,\ b \perp AB$

c) $M \in b,\ |MB| = \frac{1}{2}|AB|$
$p = AM$

d) $m(M,\ |MB|)$
$U \in m \cap p$ (U není vnitřní bod úsečky AM)
$|AU|$ = velikost úhlopříčky pětiúhelníka
označme $|AU| = u$

e) vrchol C: $|AC| = u$, $|BC| = 4$
vrchol E: $|AE| = 4$, $|BE| = u$
vrchol D: $|CD| = 4$, $|ED| = 4$

f) snadno již sestrojíme kružnici pětiúhelníku opsanou (střed S, poloměr $|SA|$)
$SD \perp AB$
$AS \perp CD$



Z vrcholu A dvanáctistěnu vycházejí 3 hrany AB, AE, AF.

Protože $A\overline{A} \perp \pi$, úhlopříčky BE, EF a FB pětiúhelníků stěn obsahující vrchol A jsou rovnoběžné s půdorysnou.

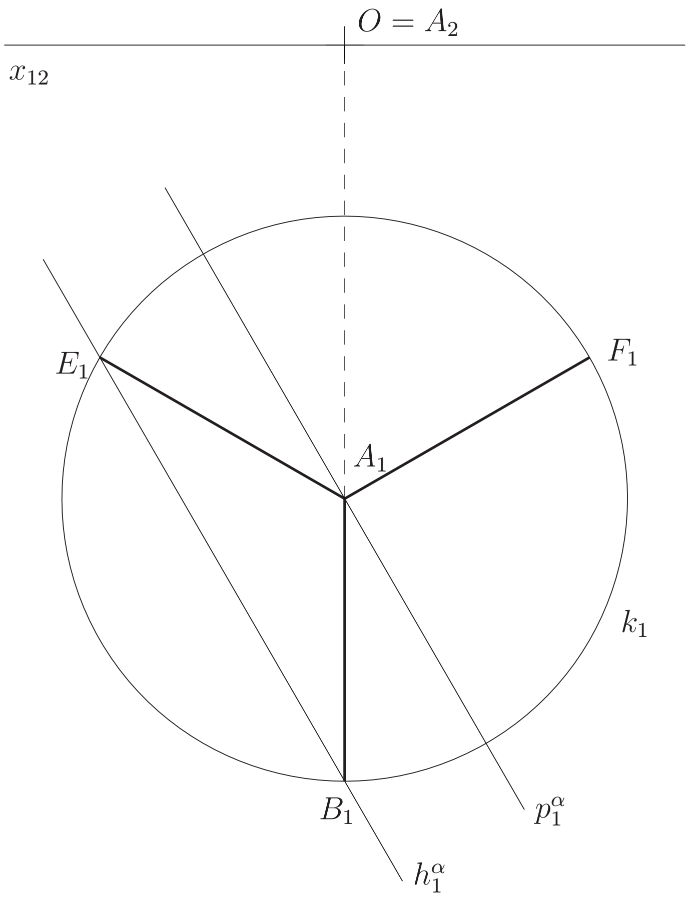
1. $|B_1E_1| = |E_1F_1| = |F_1B_1| = u$

   B_1, E_1, F_1 jsou vrcholy rovnostranného trojúhelníka o straně u a středu A_1

   body B_1, E_1, F_1 leží na kružnici $k_1(A_1,\, r = |A_1B_1|)$

   poloměr r určíme pomocnou konstrukcí rovnostranného trojúhelníka o straně u

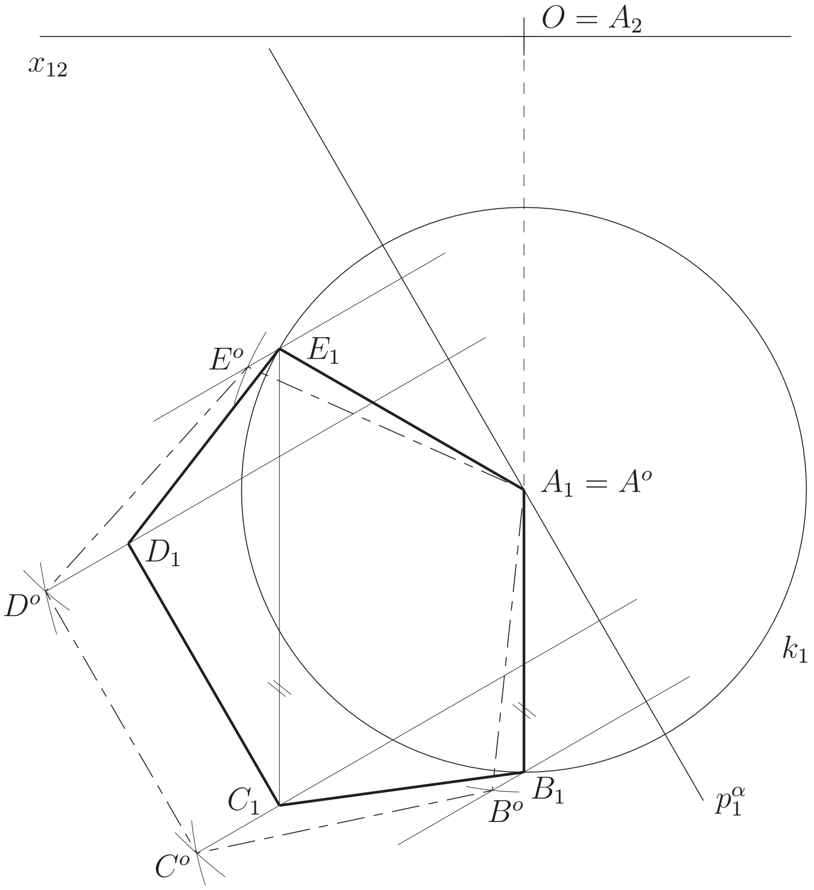
   volme bod B tak, že $x_B = 0$ a $y_B > y_A$



Přímka EB je hlavní přímka 1. osnovy roviny α, roviny pětiúhelníka $ABCDE$.

2. $E_1B_1 = h_1^\alpha$

   $p_1^\alpha:\ A_1 \in p_1^\alpha,\ p_1^\alpha \parallel h_1^\alpha$



Otočíme rovinu α kolem p^α do půdorysny. V otočení sestrojíme pravidelný pětiúhelník $A^oB^oC^oD^oE^o$.

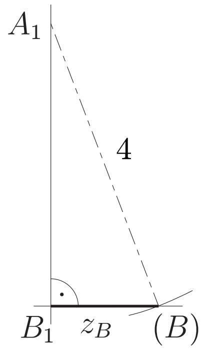
3. využíváme pravoúhlou afinitu s osou p_1^α

   $B_1B^o \perp p_1^\alpha$, $|A_1B^o| = 4$,
   $E_1E^o \perp p_1^\alpha$, $|A_1E^o| = 4$

   sestrojíme pravidelný pětiúhelník $A^oB^oC^oD^oE^o$

   rovnoběžnost se v afinitě zachovává:
   $A^oB^o \parallel C^oE^o \rightarrow A_1B_1 \parallel C_1E_1$
   $(C_1C^o \perp p_1^\alpha)$

   $A_1B_1C_1D_1E_1$ je půdorys pravidelného pětiúhelníka $ABCDE$

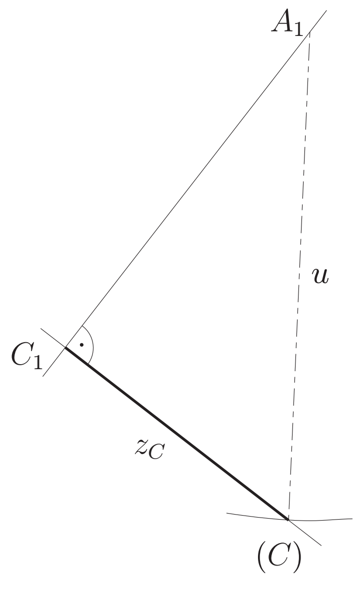


4. abychom sestrojili body B_2 a E_2, určíme $z_B = z_E$

   $\triangle AB_1B : |AB| = 4$
   $\angle(AB_1B) = 90°$

   sestrojíme bod (B)

   $z_B = |B_1(B)| = z_E$



5. abychom sestrojili body C_2 a D_2, určíme $z_C = z_D$

   $\triangle AC_1C : |AC| = u$
   $\angle(AC_1C) = 90°$

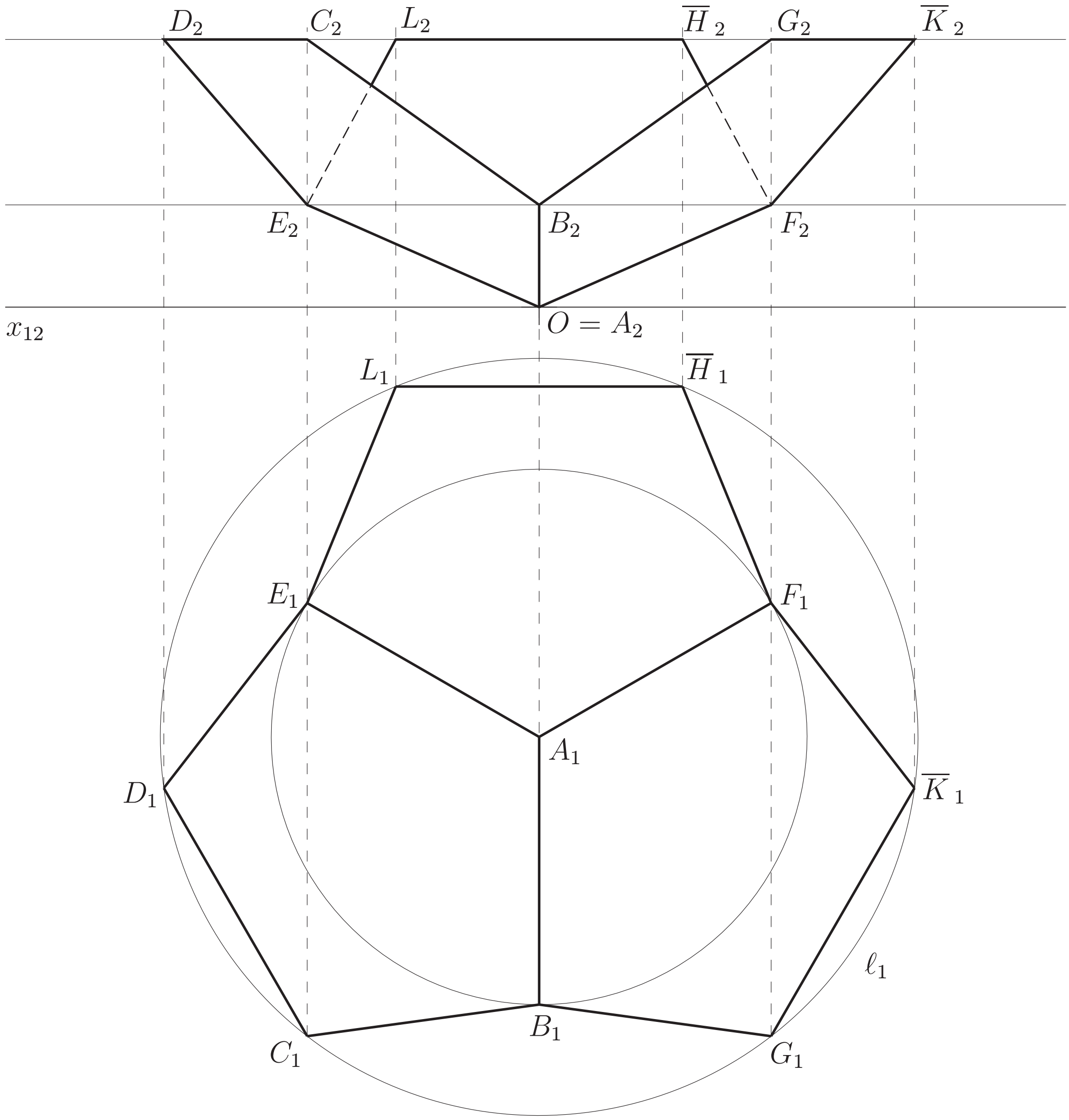
   sestrojíme bod (C)

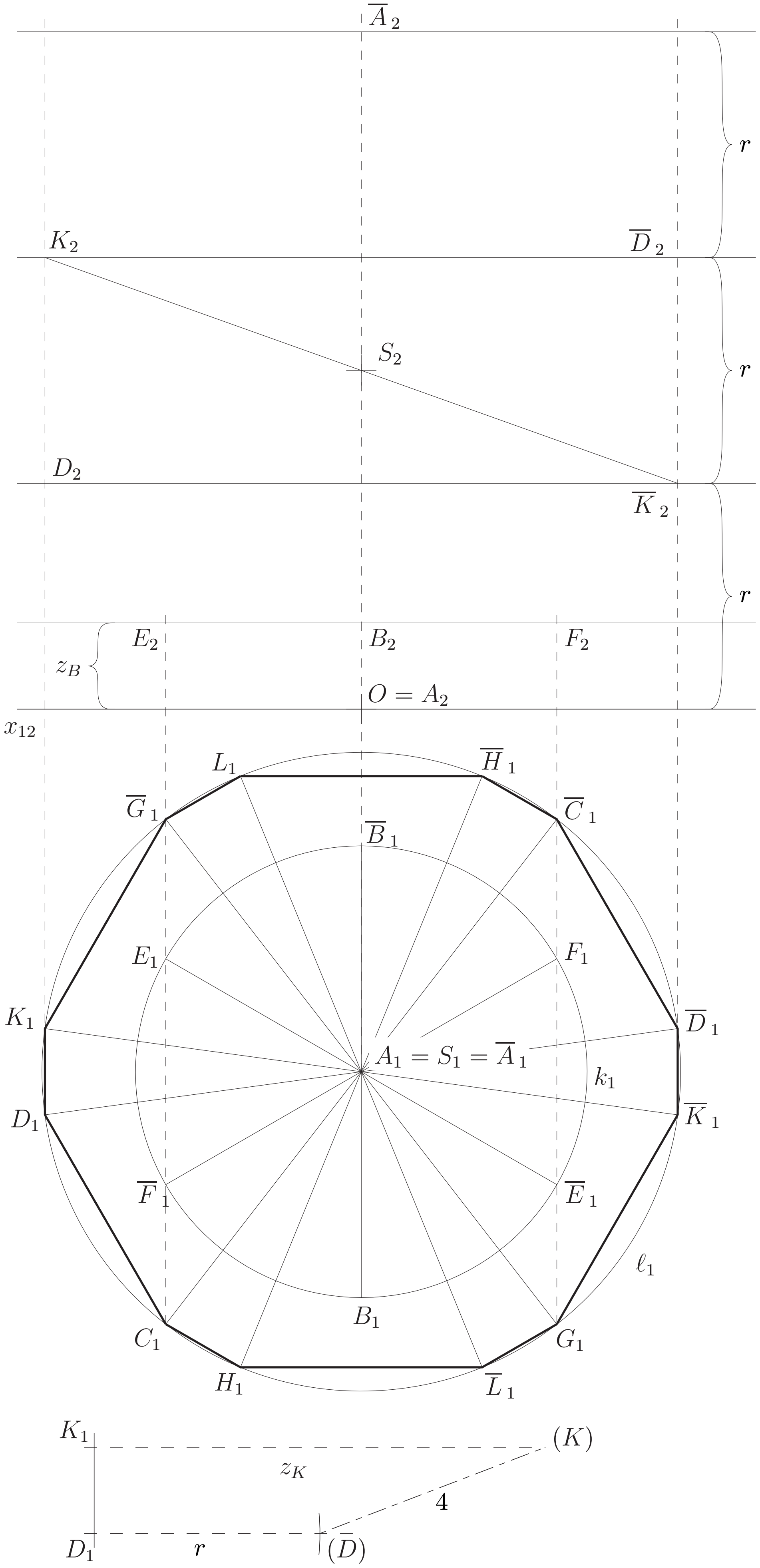
   $z_C = |C_1(C)| = z_D$

   pokud rýsujeme přesně, je $z_C = z_D = r =$ poloměr k_1

6. Půdorysy pravidelných pětiúhelníků $AEL\overline{H}F$ a $AF\overline{K}GB$ jsou pětiúhelníky shodné s $A_1B_1C_1D_1E_1$.

   Body C_1, D_1, L_1, $\overline{H}_1$, $\overline{K}_1$, G_1 leží na kružnici $\ell_1(A_1, |A_1C_1|)$.





7. bod S je středem souměrnosti tělesa

   $S_1 = A_1$

   sestrojme půdorysy vrcholů $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$, H, K, $\overline{L}$, které jsou souměrné k bodům A, B, C, D, E, F, G, $\overline{H}$, $\overline{K}$, L

   $\overline{A}_1 = A_1$

   $\overline{B}_1$, $\overline{E}_1$, $\overline{F}_1$ leží na k_1

   $\overline{C}_1$, $\overline{D}_1$, $\overline{G}_1$, H_1, K_1, $\overline{L}_1$ leží na ℓ_1

   lomená čára $C_1\, D_1\, K_1\, \overline{G}_1\, L_1\, \overline{H}_1\, \overline{C}_1\, \overline{D}_1\, \overline{K}_1\, G_1\, \overline{L}_1\, H_1\, C_1$ je obrysová čára dvanáctistěnu v půdoryse, její delší úsečky jsou délky 4, její kratší úsečky mají délku rovnou z_B

8. určíme z-ovou souřadnici bodu K

   sklopíme půdorysně promítací lichoběžník úsečky DK

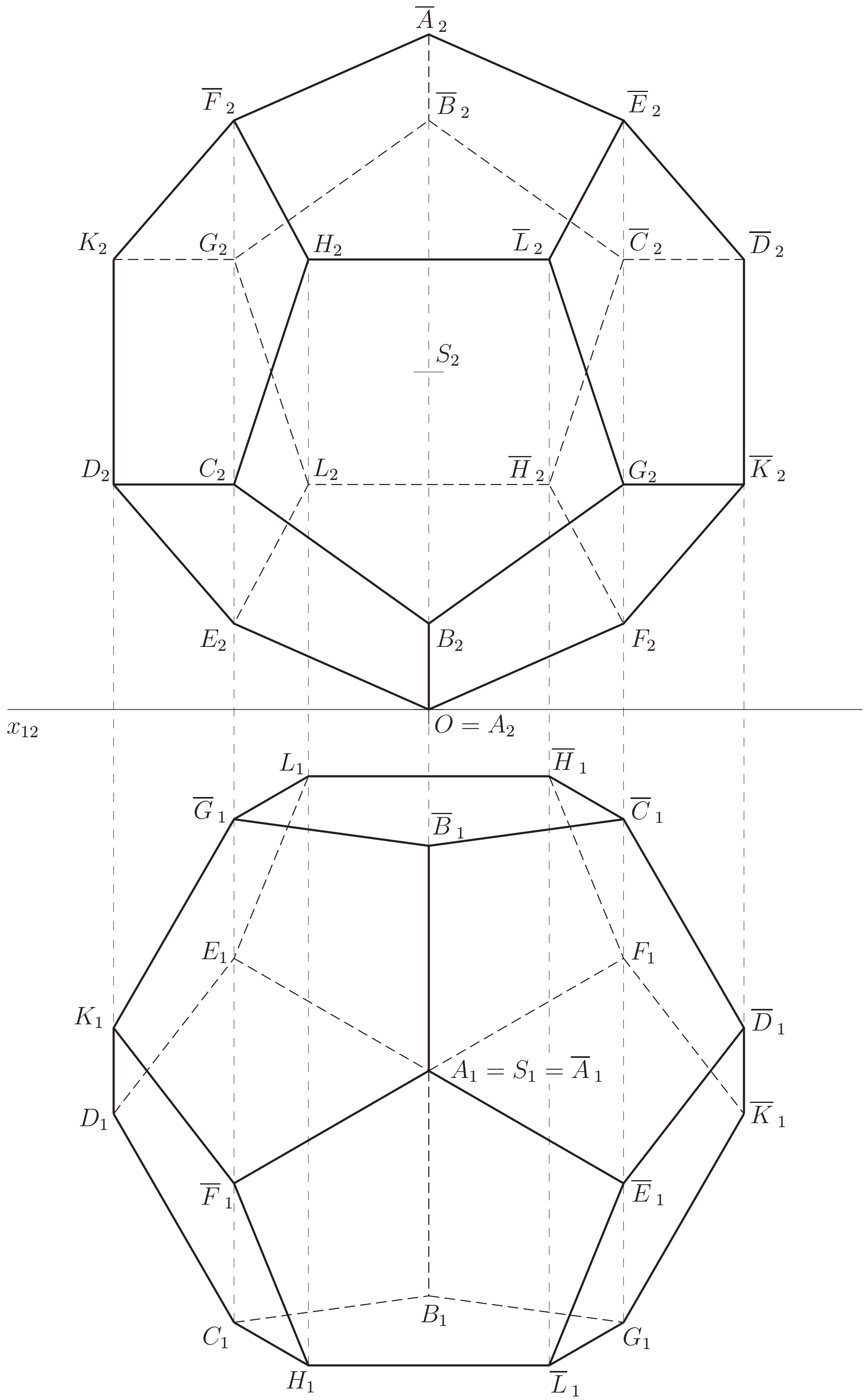
   $z_D = r$, $|(D)(K)| = 4$

   pak $|K_1(K)| = z_K$

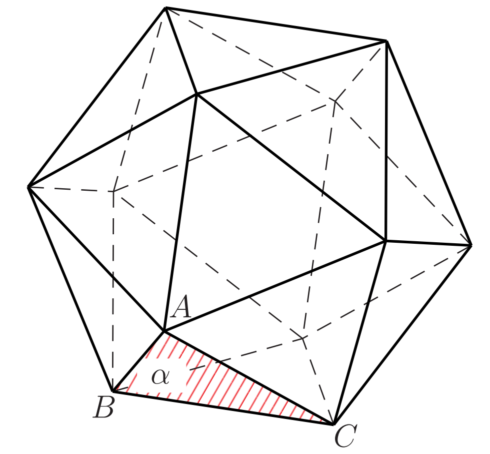
   při přesném rýsování je $z_K = 2r = 2\cdot$ poloměr k_1

9. střed úsečky $K_2\overline{K}_2$ je bod S_2

   sestrojíme nárysy všech zbývajících vrcholů tělesa (využíváme souměrnosti podle S_2)

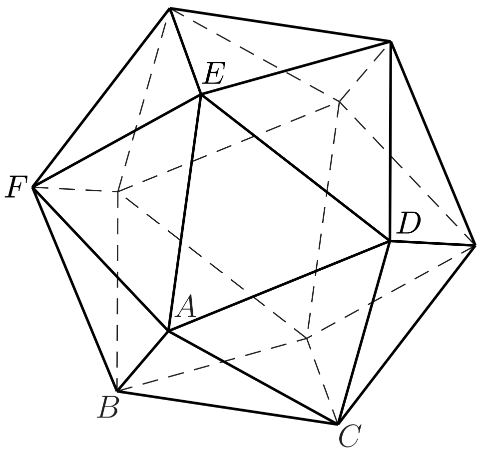

$\overline{A}_2$
$\overline{F}_2$
$\overline{B}_2$
$\overline{E}_2$
K_2
G_2
H_2
$\overline{L}_2$
$\overline{C}_2$
$\overline{D}_2$
S_2
D_2
C_2
L_2
$\overline{H}_2$
G_2
$\overline{K}_2$
E_2
B_2
F_2
x_{12}
$O = A_2$
L_1
$\overline{H}_1$
$\overline{G}_1$
$\overline{B}_1$
$\overline{C}_1$
E_1
F_1
K_1
$\overline{D}_1$
$A_1 = S_1 = \overline{A}_1$
D_1
$\overline{K}_1$
$\overline{F}_1$
$\overline{E}_1$
B_1
C_1
G_1
H_1
$\overline{L}_1$

PRAVIDELNÝ DVACETISTĚN

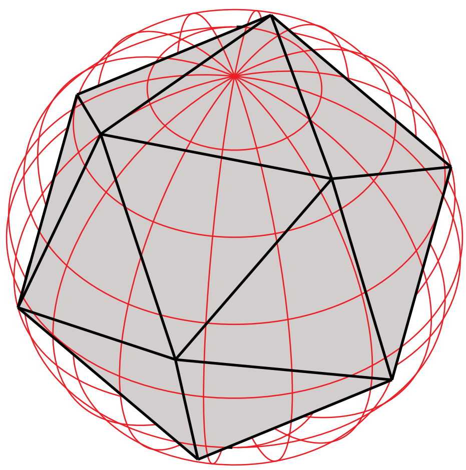


Každá stěna pravidelného dvacetistěnu je rovnostranný trojúhelník.

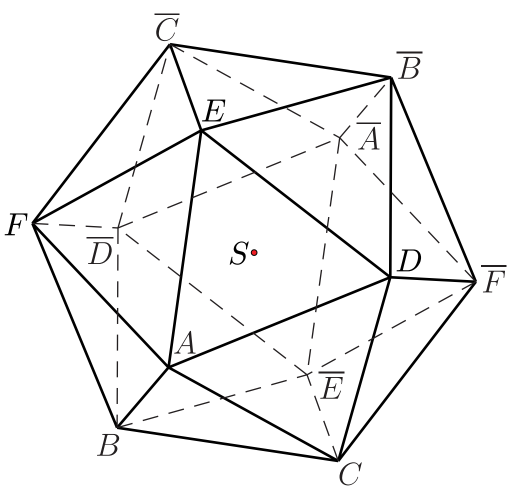
Označme vrcholy jedné stěny A, B, C a rovinu této stěny označme α.



Z každého vrcholu dvacetistěnu vychází 5 hran. Označme hrany vycházející z vrcholu A takto: AB, AC, AD, AE, AF.



Pravidelný dvacetistěn lze vepsat do kulové plochy $\varkappa(S, |SA|)$, bod S je středem souměrnosti tělesa.



Označme další vrcholy dvacetistěnu takto:

- vrchol souměrný k vrcholu A podle středu S označme $\overline{A}$,
- vrchol souměrný k vrcholu B podle středu S označme $\overline{B}$,

$\vdots$

- vrchol souměrný k vrcholu F podle středu S označme $\overline{F}$.

Tedy bod S je středem úseček $A\overline{A}$, $B\overline{B}$, …, $F\overline{F}$.

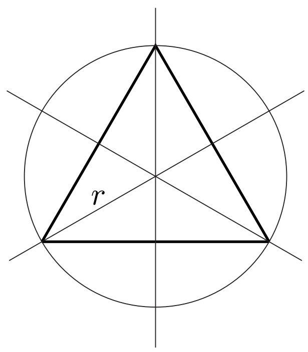
Pravidelný dvacetistěn má 12 vrcholů.

PRAVIDELNÝ DVACETISTĚN
a jeho zobrazení v MP

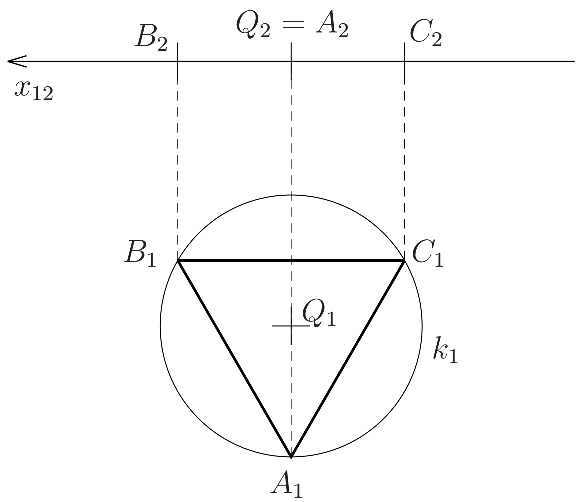
Příklad 3
A4 na výšku, MP: $O[10,5\ ;\ 17]$

Zobrazte pravidelný dvacetistěn, jehož jedna stěna ABC o středu Q leží v půdorysně π, $Q[0;7;0]$, $A[0;?;0]$, $y_A > y_Q$, $|AB| = 6$.

(Obrázky v textu jsou v měřítku 1:2.)

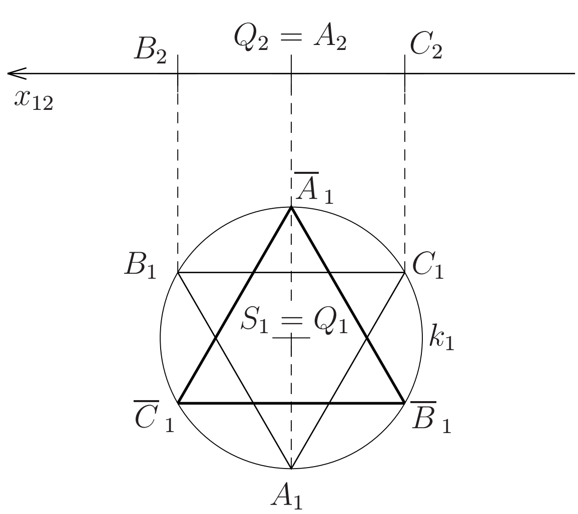


Sestrojíme pomocný rovnostranný trojúhelník o straně 6 a zjistíme poloměr r kružnice opsané.



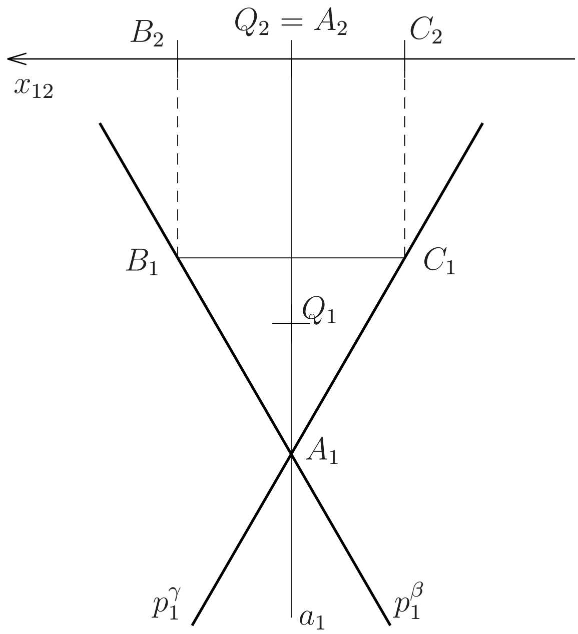
Zobrazíme rovnostranný trojúhelník ABC o středu Q ležící v π.

1. $k_1(Q_1; r)$
   $A_1[0; 7+r; 0]$
   rovnostranný $\triangle A_1B_1C_1$ vepsaný do kružnice k_1 (označení po směru hodinových ručiček)
2. nárysem trojúhelníka ABC je úsečka B_2C_2



Vrcholy $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$ stěny protilehlé ke stěně ABC jsou body souměrné k bodům A, B, C podle středu S.

3. $S_1 = Q_1$
   $\overline{A}_1$ je bod souměrný k A_1 podle S_1
   $\overline{A}_1 \in k_1$
   body A_1, $\overline{C}_1$, B_1, $\overline{A}_1$, C_1, $\overline{B}_1$ jsou vrcholy pravidelného šestiúhelníka vepsaného do kružnice k_1

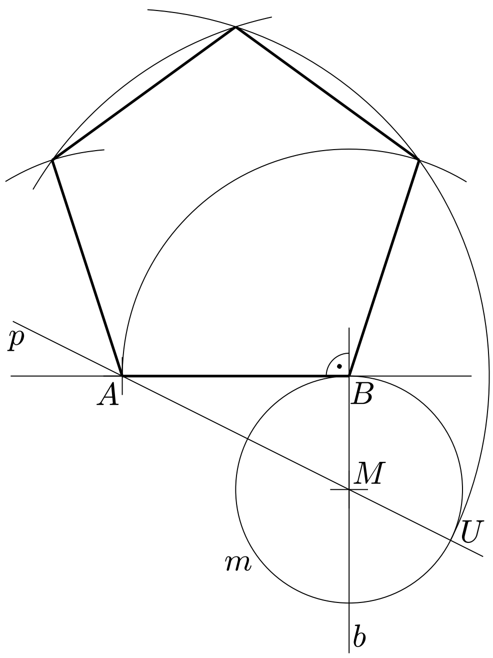


Označme β rovinu pravidelného pětiúhelníka $AB\overline{D}\,\overline{C}\,E$, $p^\beta = AB$.

Označme γ rovinu pravidelného pětiúhelníka $AC\overline{F}\,\overline{B}\,E$, $p^\gamma = AC$.

Odchylka roviny β od půdorysny a odchylka roviny γ od půdorysny je stejná. Označme a průsečnici rovin β a γ, $a = \beta \cap \gamma = AE$.

4. $p_1^\beta = A_1B_1$
   $p_1^\gamma = A_1C_1$
   a_1 je osou úhlu přímek p_1^β a p_1^γ



Pomocná konstrukce; konstrukce pravidelného pětiúhelníka o straně $|AB| = 6$.
(Viz také příklad 2.)

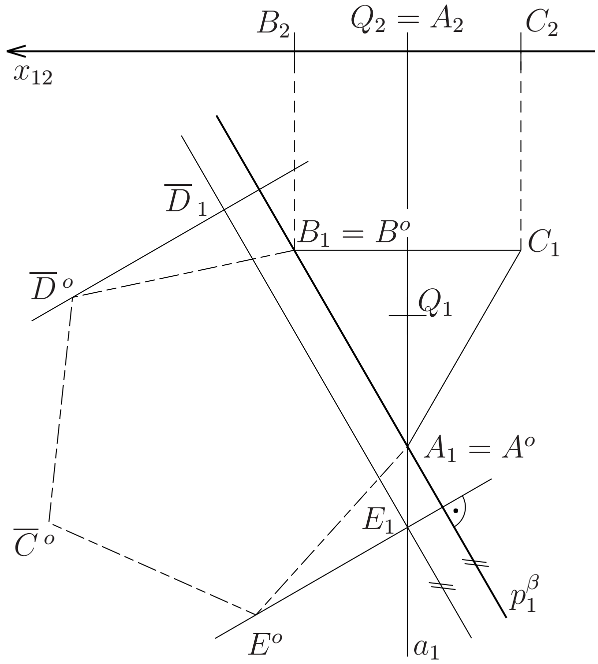
a) úsečka AB velikosti 6

b) přímka $b:\ B \in b,\ b \perp AB$

c) bod $M:\ M \in b,\ |BM| = \frac{1}{2}|AB| = 3$

d) přímka $p = AM$
   kružnice $m(M, |MB|)$

e) bod $U:\ U \in m \cap p$
   (U není vnitřní bod úsečky AM)
   $|AU|$ velikost úhlopříčky pětiúhelníka,
   označme $|AU| = u$



Zobrazíme pravidelný pětiúhelník $AB\overline{D}\,\overline{C}\,E$ v rovině β a také pravidelný pětiúhelník $AC\overline{F}\,\overline{B}\,E$ v rovině γ.

Otočíme rovinu β kolem p^β do půdorysny.

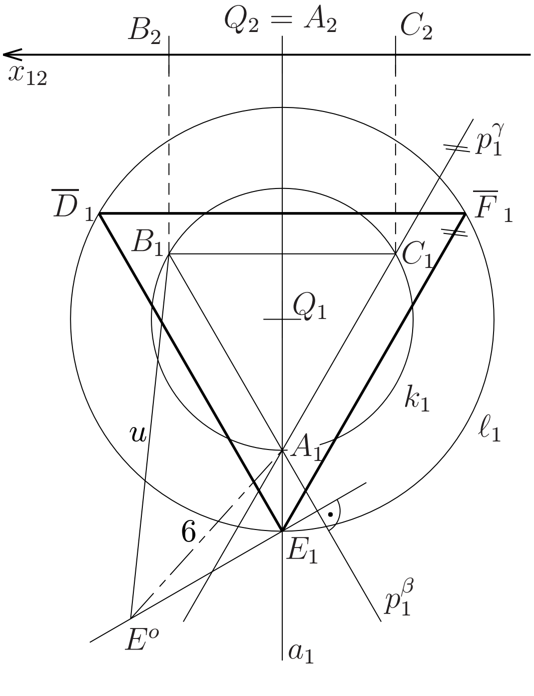
5. sestrojíme otočený pětiúhelník $A^oB^o\overline{D}^o\overline{C}^oE^o$

   $A^o = A$
   $B^o = B$
   $E^o: \ |AE^o| = 6, \ |BE^o| = u$
   (z předchozí konstrukce)

   $\overline{D}^o: \ |B\overline{D}^o| = 6, \ |A\overline{D}^o| = u$
   $\overline{C}^o: \ |E^o\overline{C}^o| = |\overline{D}^o\overline{C}^o| = 6$

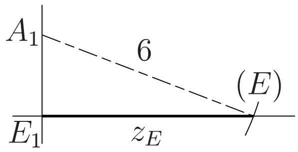
6. využijeme pravoúhlé afinity s osou p_1^β

   $E_1 \in a_1, \ E_1E^o \perp p_1^\beta$
   $E^o\overline{D}^o \parallel p_1^\beta \parallel E_1\overline{D}_1, \ |E_1\overline{D}_1| = u$
   (bod $\overline{C}_1$ je sestrojen souměrně k C_1 podle S_1)



7. rovinu γ nebudeme již otáčet, konstrukce by byla stejná

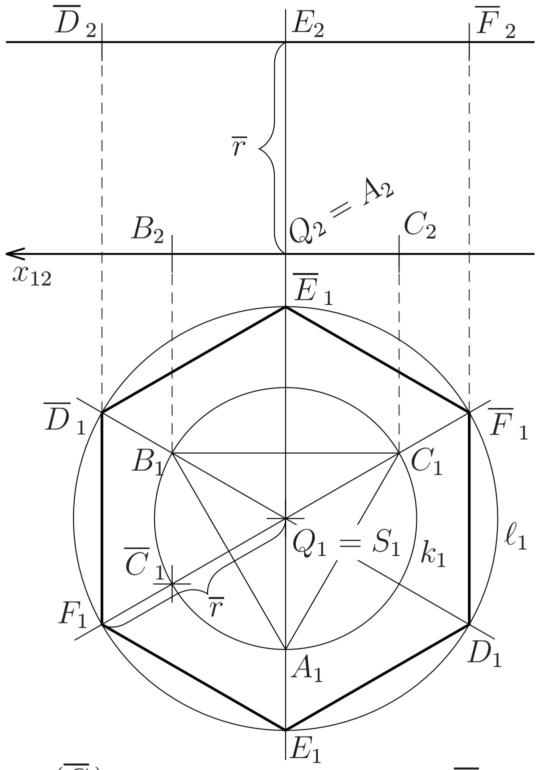
   $E_1\overline{F}_1 \parallel p_1\gamma, \ |E_1\overline{F}_1| = |E_1\overline{D}_1| = u$
   $E_1, \ \overline{D}_1, \ \overline{F}_1$ jsou vrcholy rovnostranného trojúhelníka vepsaného do kružnice $\ell_1(Q_1, \overline{r} = |Q_1E_1|)$



8. určíme z-ovou souřadnici bodu E

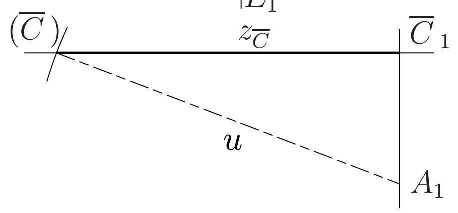
   využijeme $\triangle A\ E_1E$:
   $|AE| =$ strana tělesa $= 6$
   $\angle(AE_1E) = 90°$
   sestrojíme bod (E)

   při přesném rýsování je
   $z_E = |E_1(E)| = \overline{r} =$ poloměr kružnice ℓ
   $z_E = z_{\overline{D}} = z_{\overline{F}} = \overline{r}$



9. bod $\overline{E}_1$ je souměrný k E_1 podle S_1
   bod F_1 je souměrný k $\overline{F}_1$ podle S_1
   bod D_1 je souměrný k $\overline{D}_1$ podle S_1

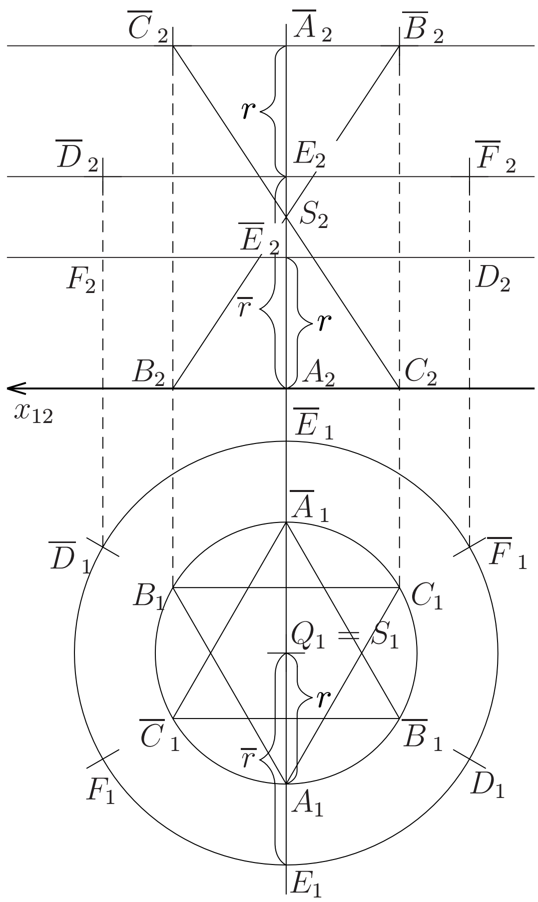
   body E_1, D_1, $\overline{F}_1$, $\overline{E}_1$, $\overline{D}_1$, F_1 jsou vrcholy pravidelného šestiúhelníka vepsaného do kružnice ℓ_1 a tento šestiúhelník je obrysem půdorysu dvacetistěnu



10. určíme z-ovou souřadnici bodu $\overline{C}$
    využijeme $\triangle A\,\overline{C}_1\overline{C}$:
    - $|A\overline{C}| = u$ (u je velikost úhlopříčky pětiúhelníka $AB\overline{D}\,\overline{C}\,E$)
    - $\angle(A\overline{C}_1\overline{C}) = 90°$
    - sestrojíme bod $(\overline{C})$

    při přesném rýsování je
    $z_{\overline{C}} = |\overline{C}_1(\overline{C})| = r + \overline{r}$ = poloměr k + poloměr ℓ

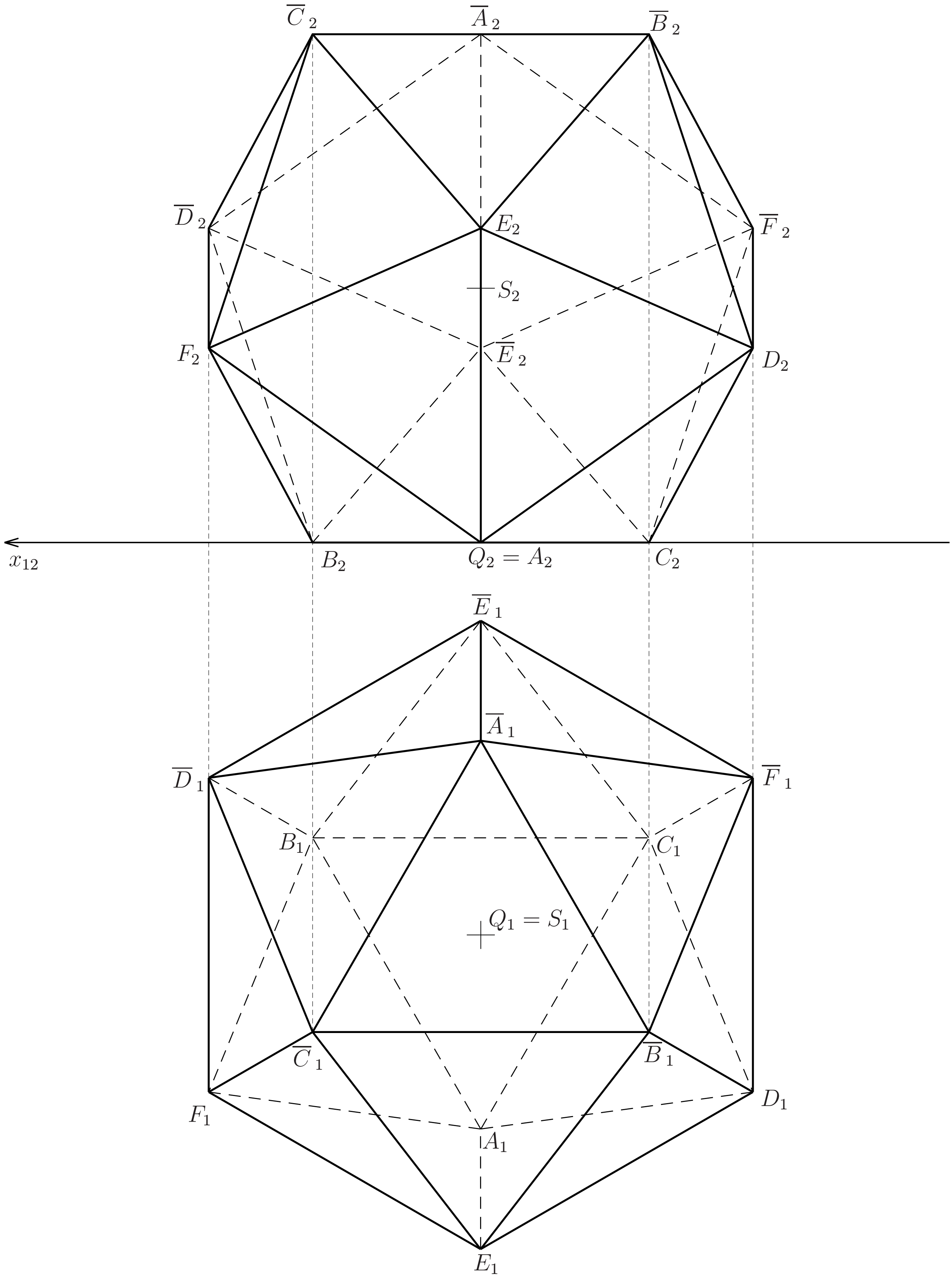
    $z_{\overline{C}} = z_{\overline{A}} = z_{\overline{B}} = r + \overline{r}$



11. S_2 je střed úsečky $A_2\overline{A}_2$, $B_2\overline{B}_2$, $C_2\overline{C}_2$
    bod $\overline{E}_2$ je souměrný k E_2 podle S_2
    $z_{\overline{E}} = z_F = z_D = r$ = poloměr k

12. zobrazení tělesa a viditelnost

V měřítku 1:1



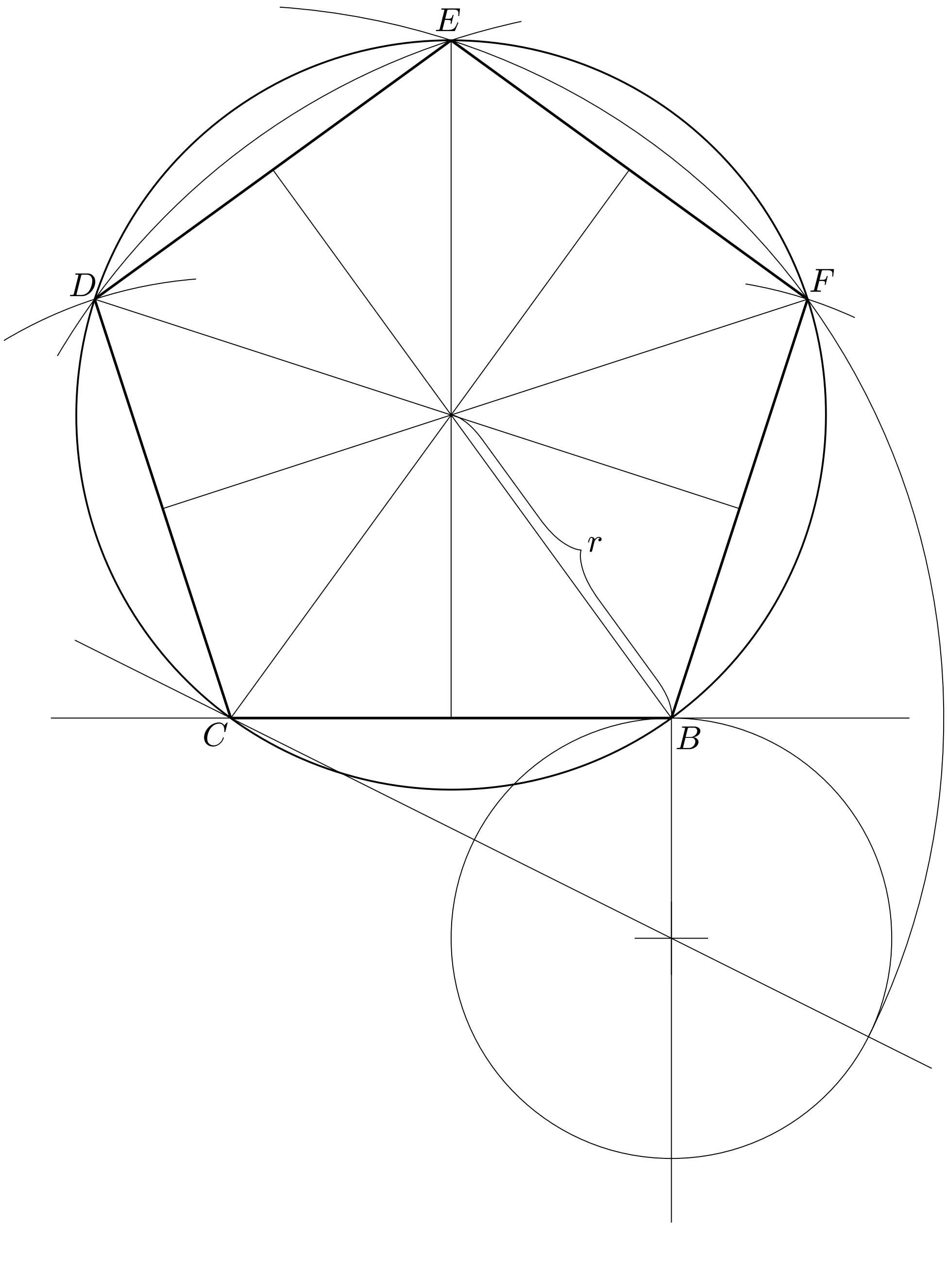
$\overline{C}_2$
$\overline{A}_2$
$\overline{B}_2$
$\overline{D}_2$
E_2
$\overline{F}_2$
S_2
F_2
$\overline{E}_2$
D_2
x_{12}
B_2
$Q_2 = A_2$
C_2
$\overline{E}_1$
$\overline{A}_1$
$\overline{D}_1$
$\overline{F}_1$
B_1
C_1
$Q_1 = S_1$
$\overline{C}_1$
$\overline{B}_1$
F_1
D_1
A_1
E_1

Příklad 4

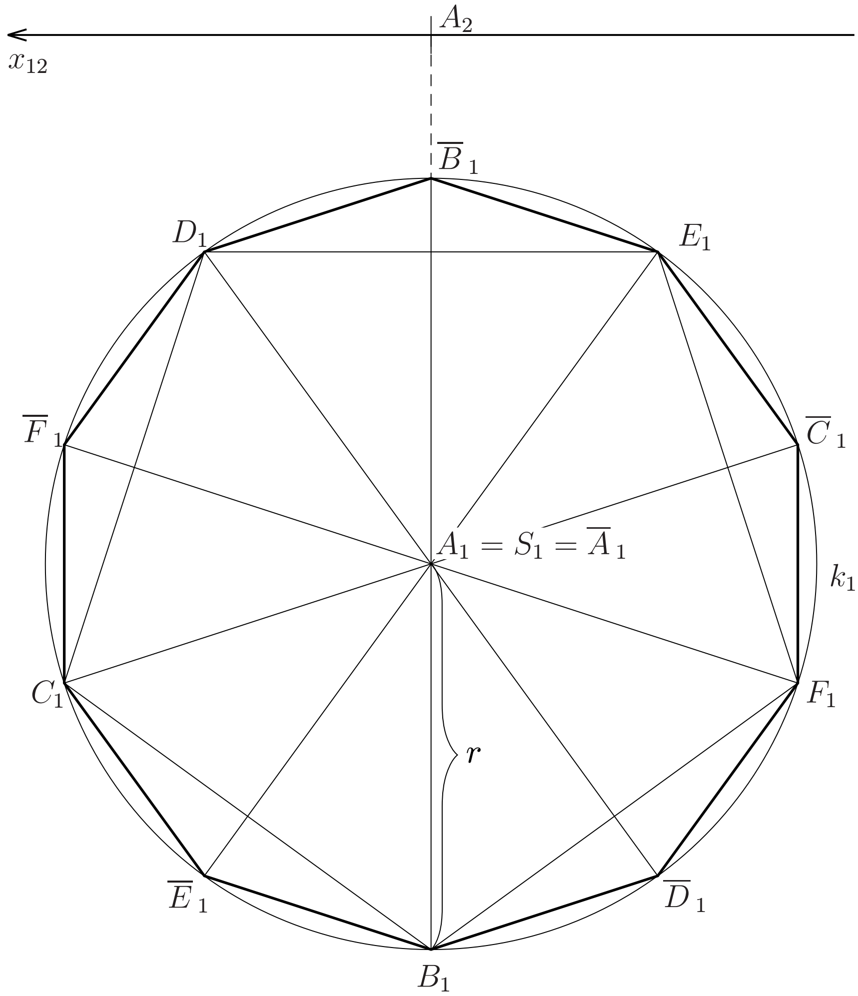
A4 na výšku, <u>MP</u>: $O[10,5\ ;\ 15]$

Zobrazte pravidelný dvacetistěn o velikosti hrany 6cm, jehož tělesová úhlopříčka $A\overline{A}$ je kolmá k půdorysně π, $A[0;7;0]$, $z_{\overline{A}} > 0$.

Nejdříve sestrojíme pravidelný pětiúhelník $BCDEF$, jehož strana má velikost $|BC| = 6$cm (viz příklad č.3 a také č.2). Označme r poloměr kružnice pětiúhelníku opsané.



Z vrcholu A dvacetistěnu vychází 5 hran AB, AC, AD, AE a AF. Pravidelný pětiúhelník $BCDEF$ o straně 6 leží v rovině rovnoběžné s půdorysnou.



1. $B_1C_1D_1E_1F_1$ je pravidelný pětiúhelník o straně 6 a středu A_1, vrcholy pětiúhelníka leží na kružnici $k_1(A_1, r)$ (značeno po směru hodinových ručiček)

   zvolme bod B tak, že $x_B = 0$ a $y_B > y_A$

Označme $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$ a $\overline{F}$ vrcholy tělesa souměrné k vrcholům A, B, C, D, E, F podle středu S.

2. $S_1 = A_1 = \overline{A}_1$

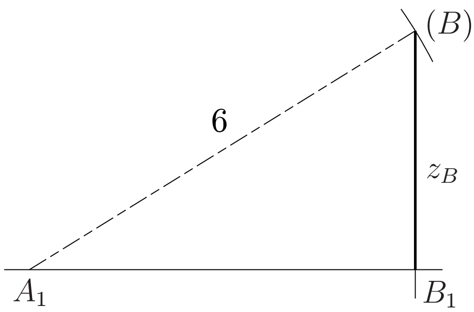
   bod $\overline{B}_1$ je souměrný k B_1 podle S_1

   bod $\overline{C}_1$ je souměrný k C_1 podle S_1

   $\vdots$

   bod $\overline{F}_1$ je souměrný k F_1 podle S_1

   $B_1\overline{E}_1C_1\overline{F}_1D_1\overline{B}_1E_1\overline{C}_1F_1\overline{D}_1$ je pravidelný desetiúhelník vepsaný do kružnice k_1 a tento desetiúhelník je obrysovou čarou půdorysu dvacetistěnu



3. určíme z-ovou souřadnici bodu B

   využijeme $\triangle A\ B_1B$:

   $|AB| = 6$

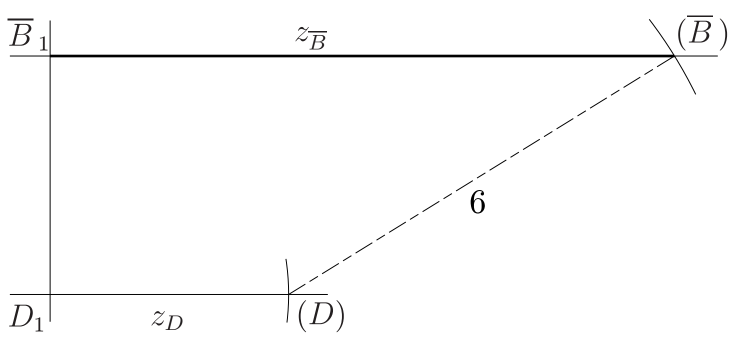
   $\angle(AB_1B) = 90°$

   sestrojíme bod (B)

   při přesném rýsování je

   $z_B = |B_1\overline{E}_1| =$ strana pravidelného desetiúhelníka vepsaného kružnici k_1

   $z_B = z_C = z_D = z_E = z_F$



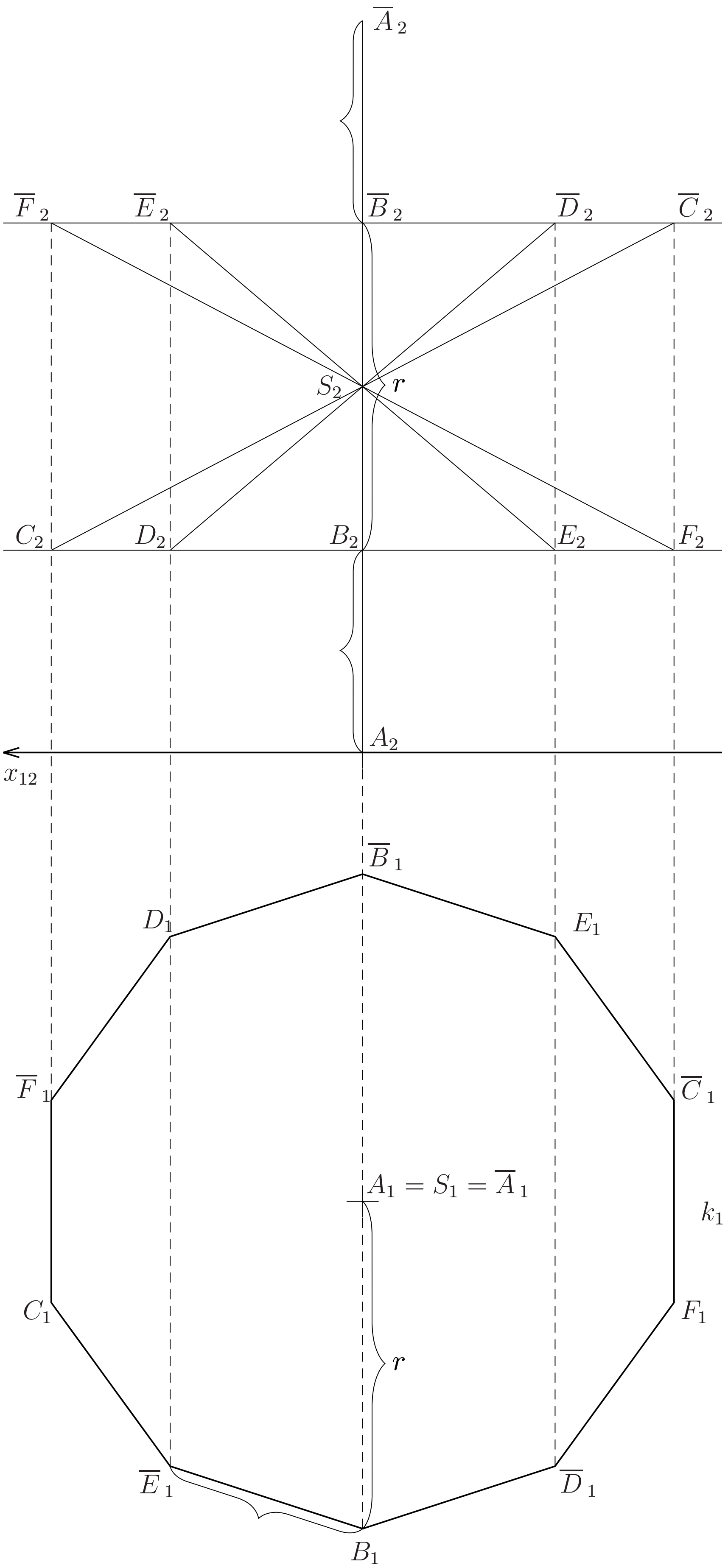
4. určíme z-ovou souřadnici bodu $\overline{B}$

   využijeme promítací lichoběžník úsečky $D\overline{B}$:

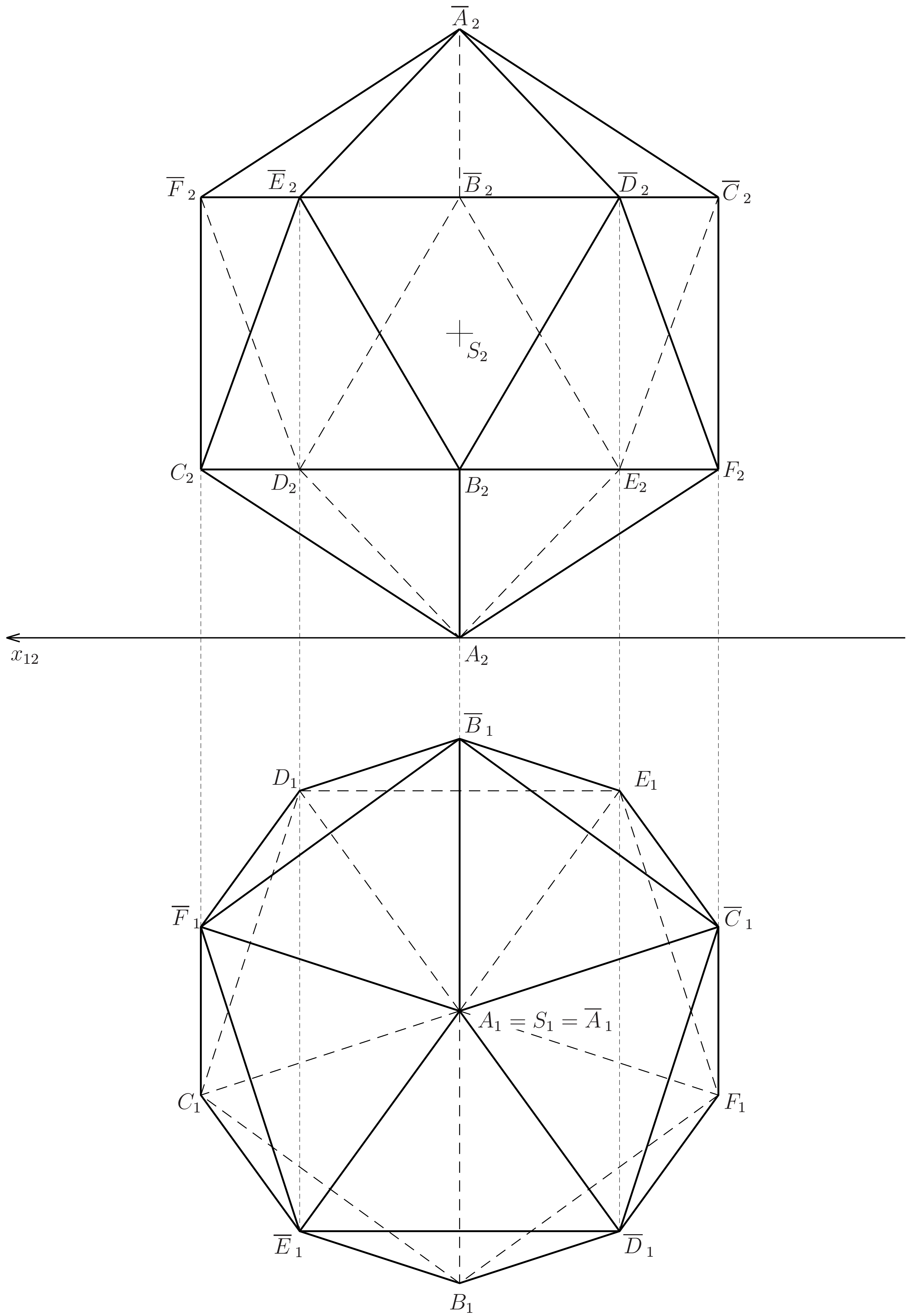
   $z_D = z_B$, $|D\overline{B}| = 6$

   při přesném rýsování je $z_{\overline{B}} = r + z_B$

   $z_{\overline{B}} = z_{\overline{C}} = z_{\overline{D}} = z_{\overline{E}} = z_{\overline{F}} = r + z_B$



5. S_2 je střed úsečky $B_2\overline{B}_2$, $C_2\overline{C}_2$, $\ldots F_2\overline{F}_2$
   $z_{\overline{A}} = r + 2 \cdot z_B$
6. zobrazení tělesa a viditelnost


$\overline{A}_2$
$\overline{F}_2$
$\overline{E}_2$
$\overline{B}_2$
$\overline{D}_2$
$\overline{C}_2$
S_2
C_2
D_2
B_2
E_2
F_2
x_{12}
A_2
$\overline{B}_1$
D_1
E_1
$\overline{F}_1$
$\overline{C}_1$
$A_1 = S_1 = \overline{A}_1$
C_1
F_1
$\overline{E}_1$
$\overline{D}_1$
B_1