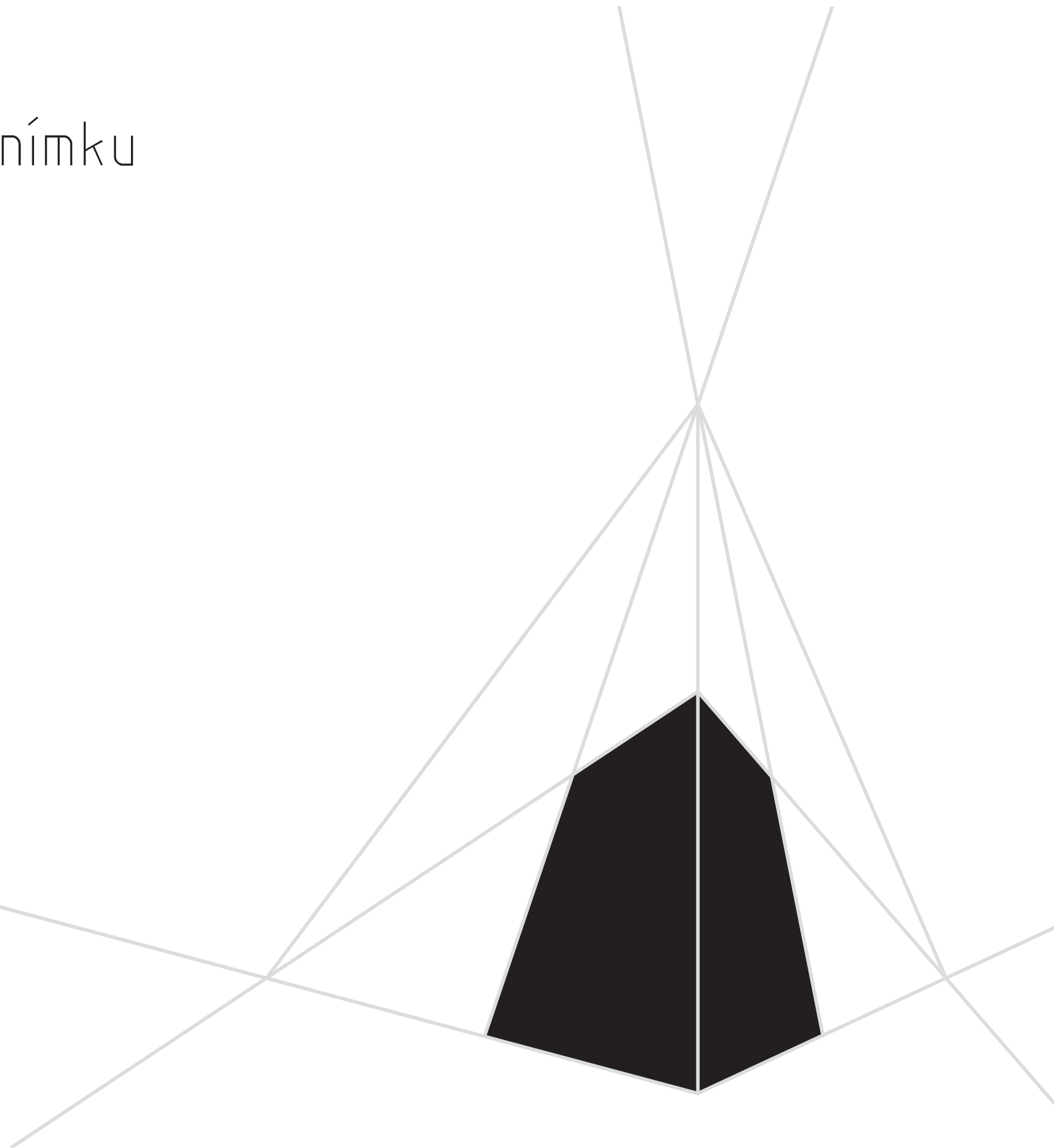


Fotogrammetrie

Rekonstrukce šikmého snímku

zpracovala Petra Brůžková

Fakulta Architektury
ČVUT v Praze
2012



Fotogrammetrie je geometrický postup, který nám umožňuje určení tvaru, velikosti a polohy reálných objektů na základě fotografického snímku. Podle polohy osy objektivu při fotografování rozlišujeme snímky vodorovné (osa objektivu je vodorovná, obrazy svislých hran jsou svislé rovnoběžné přímky) a snímky šikmé (osa objektivu je šikmá, obrazy svislých hran jsou různoběžné přímky). Skripta se věnují šikmým snímkům, tedy geometrické fotogrammetrii v tříúběžníkové perspektivě.

Cílem rekonstrukce je získat otočený půdorys, nárys a případně bokorys objektu. Při konstrukci volíme vhodné měřítko. Aby perspektiva působila přirozeně pro lidské oko, měl by být zobrazovaný objekt uvnitř tzv. zorné kružnice. Při samotné konstrukci je prvním krokem zkonstruování úběžníků svislých a vodorovných navzájem kolmých směrů. Spojnice mezi jednotlivými úběžníky jsou úběžnice, tj. stopy úběžnicových rovin ve kterých leží půdorysy, nárysy a bokorysy těles. Pro získání reálných rozměrů otáčíme úběžnicové roviny kolem úběžnic do nákresny - roviny papíru.

Úběžnice těchto význačných rovin patří mezi tzv. prvky vnitřní orientace. Dalšími prvky jsou hlavní bod H, což je pravouhlý průmět středu promítání do průmětny (na papíře je to průsečík výšek trojúhelníku, jehož vrcholy tvoří jednotlivé úběžníky) a distance (vzdálenost středu promítání od průmětny), kterou lze získat pomocí sklopených středů promítání.

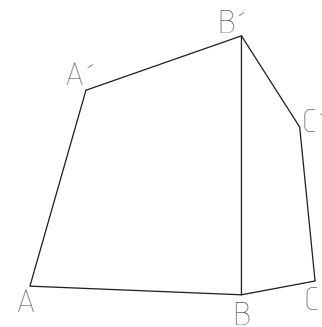
Skripta by měla seznámit čtenáře se základním postupem rekonstrukce šikmého snímku. Výchozí tělesa jsou zobrazena v nadhledu nebo podhledu. Úkolem je sestavit prvky vnitřní orientace, otočené půdorysy, nárysy nebo bokorysy těles, a přidat k jednotlivým objektům nové prvky, jejichž podoba je specifikována v zadání. Příklady jsou odstupňovány podle obtížnosti. Při konstrukci doporučuji využívat předtisky, u komplikovanějších příkladů jsou k dispozici dwg soubory.

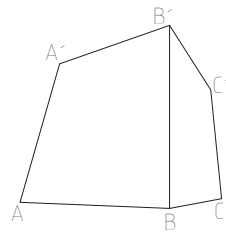


Příklad 1 - A3 na šířku

Je dán šikmý snímek krychle $ABCDA'B'C'D'$, jejíž dolní podstava leží v základní rovině. Určete prvky vnitřní orientace a sestrojte otočený půdorys a bokorys tělesa.

Zadání je předtištěno na následující stránce.





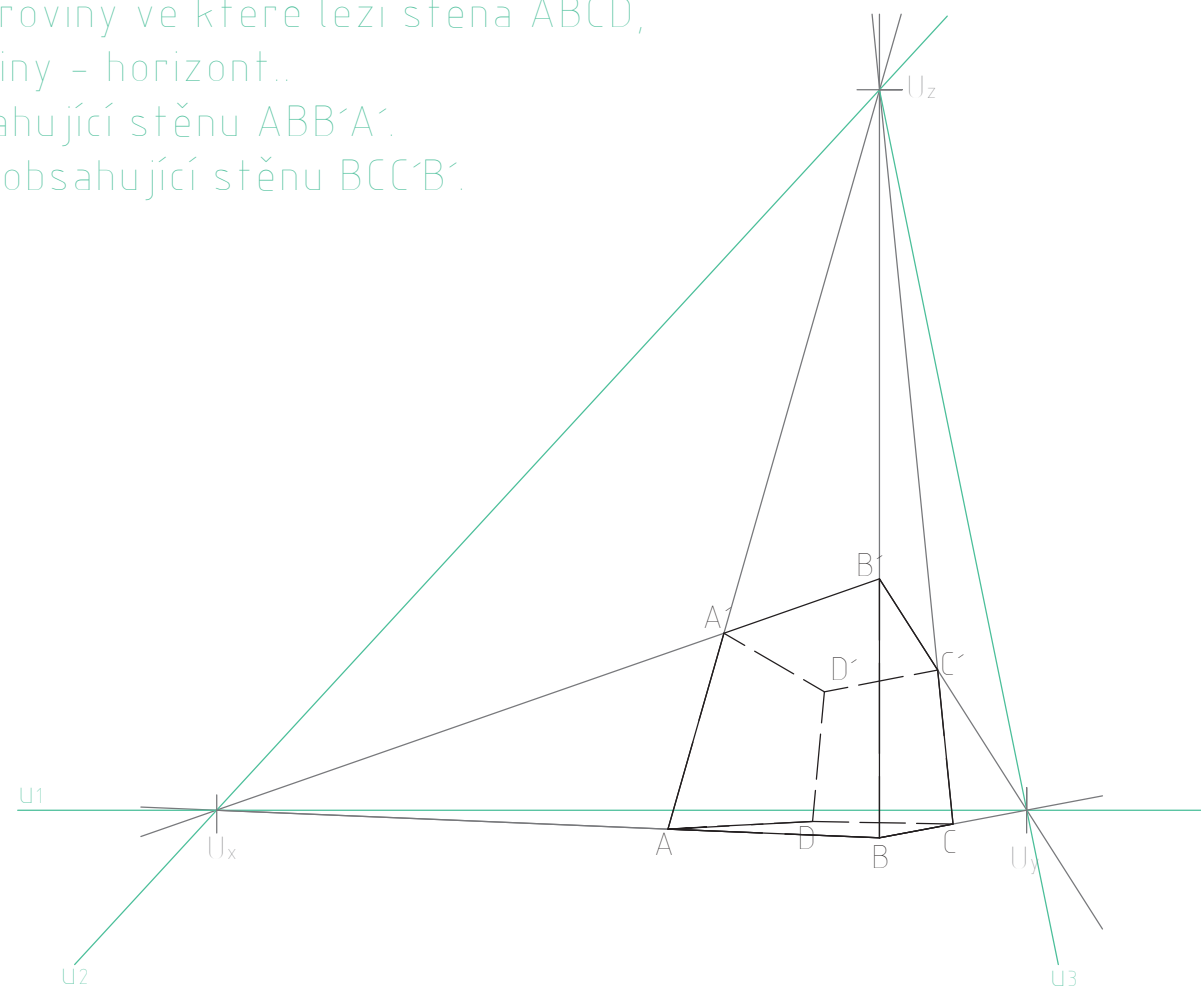
Nejprve musíme zkonstruovat úběžnice úběžnicových rovin, ve kterých leží stěny krychle.

Úběžnice jsou spojnicemi jednotlivých úběžníků $U_x U_y = u_1$, $U_x U_z = u_2$ a $U_y U_z = u_3$.

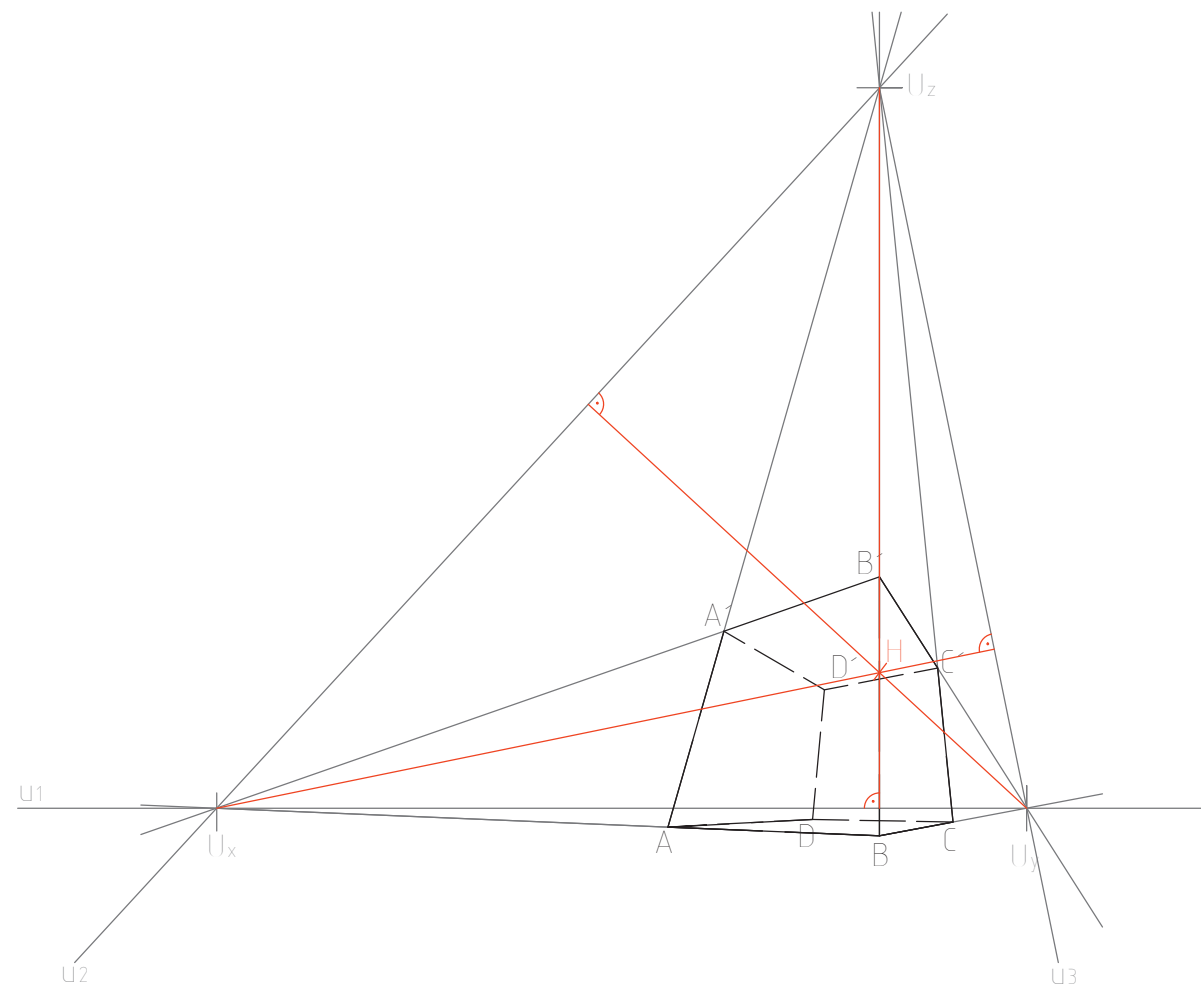
Přímka u_1 je úběžnicí vodorovné roviny ve které leží stěna ABCD, je to tedy úběžnice základní roviny - horizont..

Přímka u_2 je úběžnicí roviny obsahující stěnu $ABB'A'$.

Přímka u_3 je pak úběžnicí roviny obsahující stěnu $BCC'B'$.



Hlavní bod H je průsečíkem výšek trojúhelníku $U_xU_yU_z$, jehož strany tvoří jednotlivé úběžnice.



Pro rekonstrukci bokorysu otočíme svislou úběžnicovou rovinu kolem úběžnice u_3 do průmětny.

Nárys lze zkonstruovat obdobnou konstrukcí s využitím úběžnice u_2 .

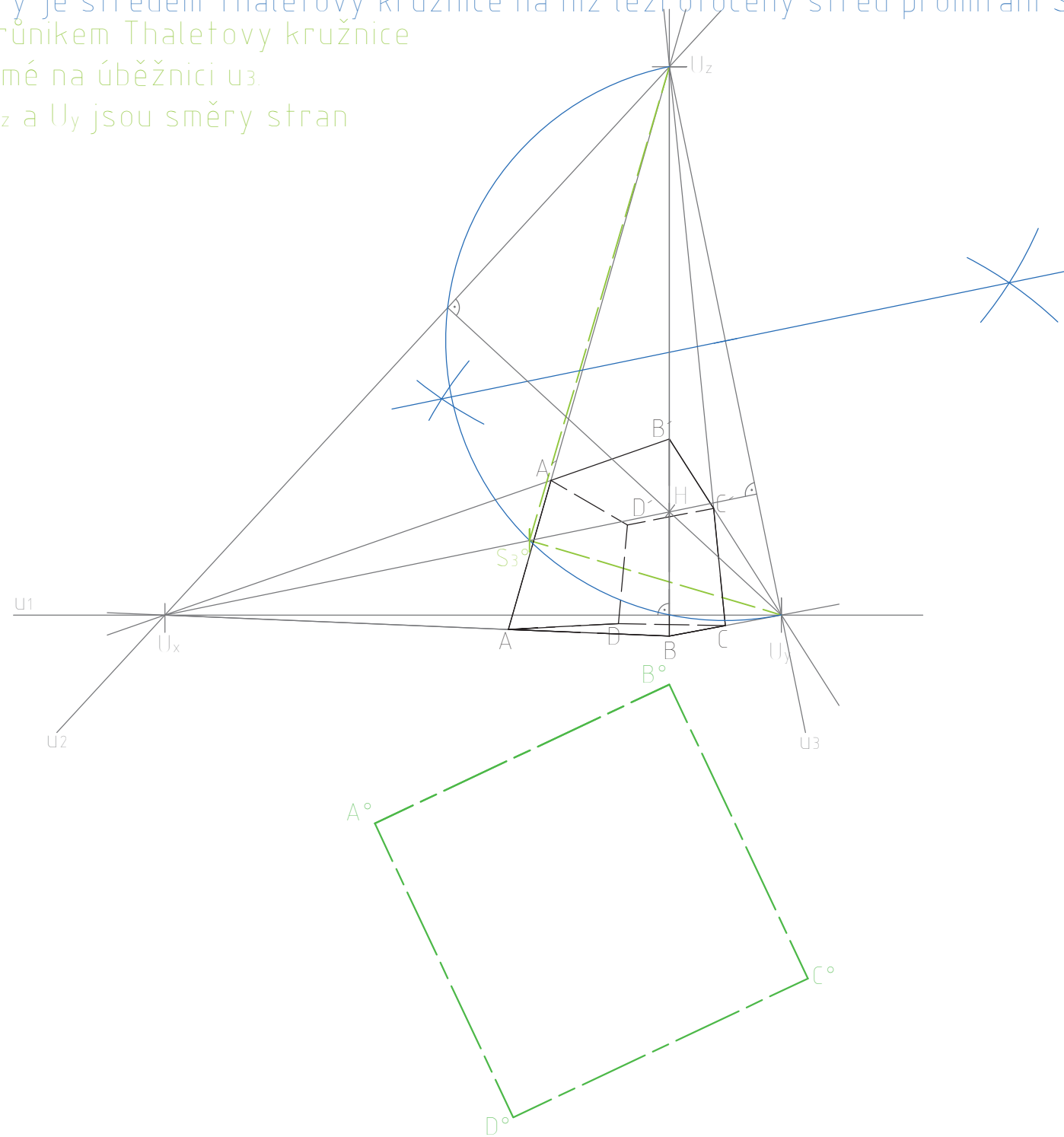
Najdeme střed strany $U_y U_z$, který je středem Thaletovy kružnice na níž leží otočený střed promítání S_3° .

Otočený střed promítání S_3° je průnikem Thaletovy kružnice

a výšky trojúhelníku $U_x U_y U_z$ kolmé na úběžnici u_3 .

Spojnice středu S_3° s úběžnicí U_z a U_y jsou směry stran

krychle v otočení.



Prodloužení obrazu vodorovné hrany AB vytne na úběžnici u_3 bod 3.

Bod B° leží na přímce $3p$, která je spojnicí S_3° a bodu 3. Současně náleží kolmici na úsečku $B^\circ C^\circ$ vedené bodem B° .

Prodloužení obrazu vodorovné hrany BC vytne na úběžnici u_3 bod 4.

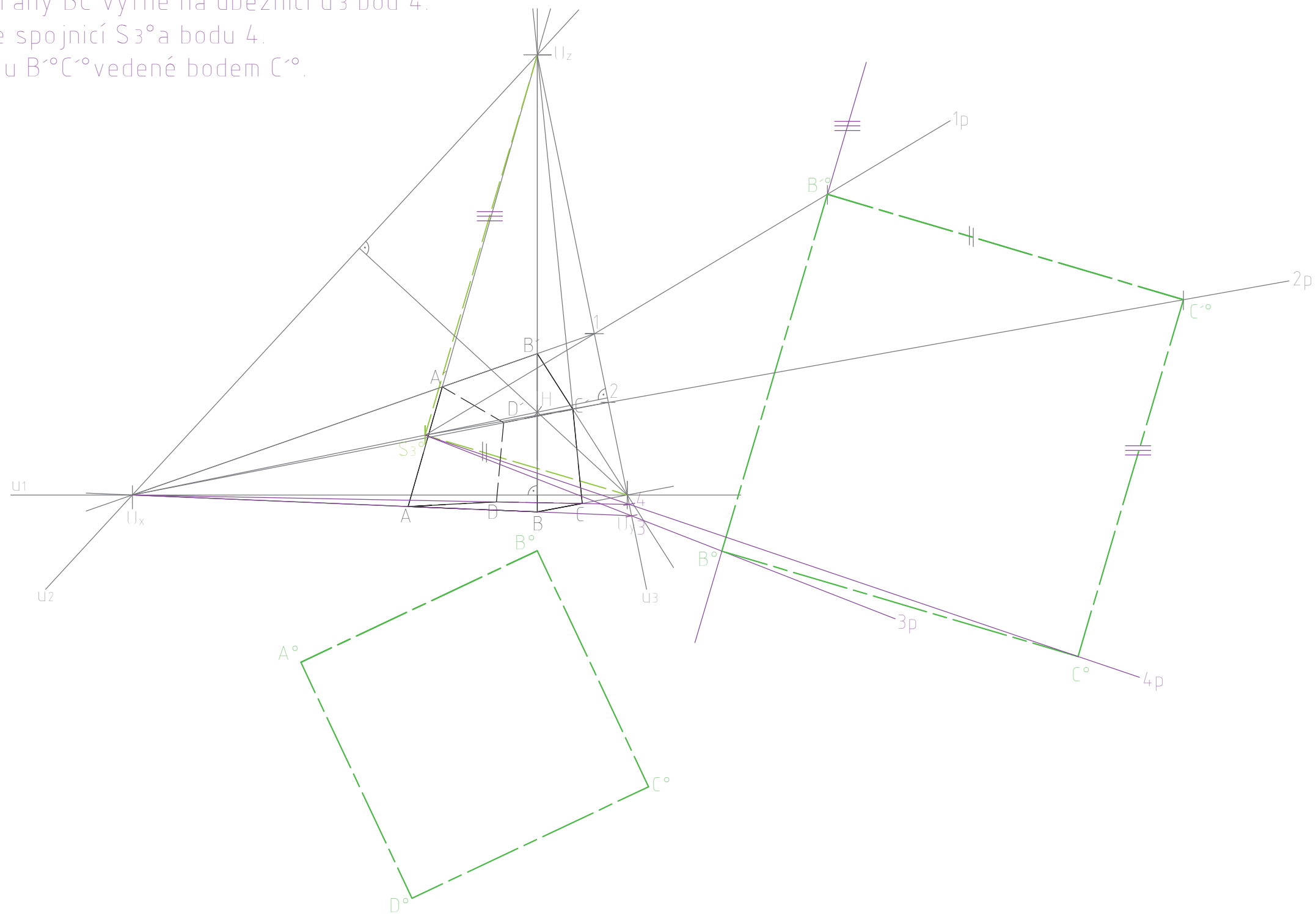
Bod C° leží na přímce $4p$, která je spojnicí S_3° a bodu 4.

Současně náleží kolmici na úsečku $B^\circ C^\circ$ vedené bodem C° .

Platí:

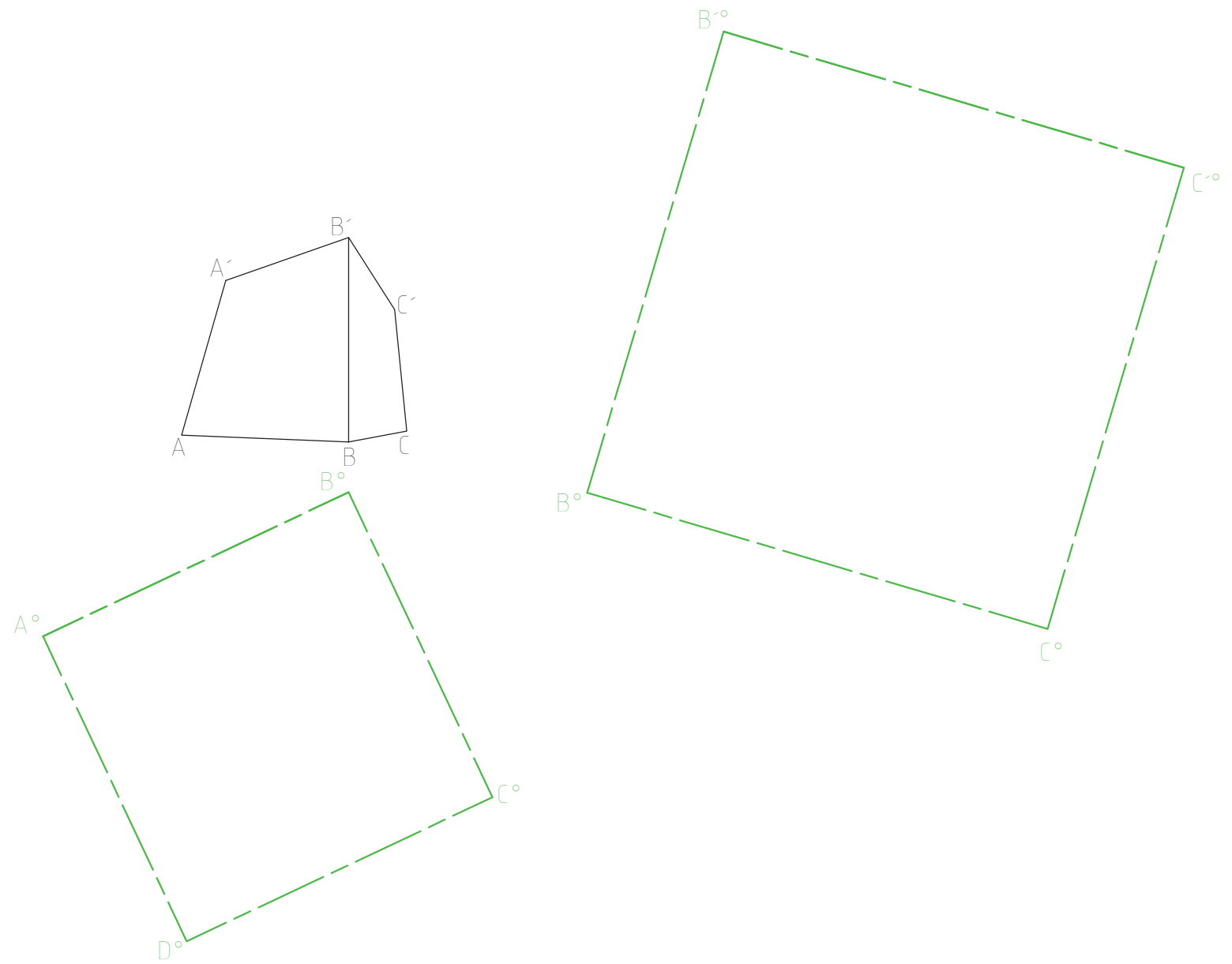
$B^\circ C^\circ \parallel B^\circ C^\circ \parallel S_3^\circ U_y$

$B^\circ B^\circ \parallel C^\circ C^\circ \parallel S_3^\circ U_z$



Výsledkem konstrukce je otočený půdorys a bokorys.

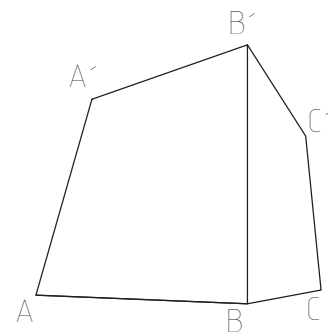
Protože jsme oba výchozí body otočených průmětů zvolili náhodně, nejsou délky hran krychle v otočeném půdoryse a bokoryse stejné. Poměry délek se ale v obou průmětech zachovávají - otočený půdorys i bokorys krychle je čtverec.

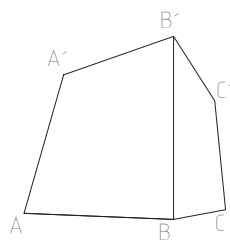


Příklad 2 - A3 na šířku

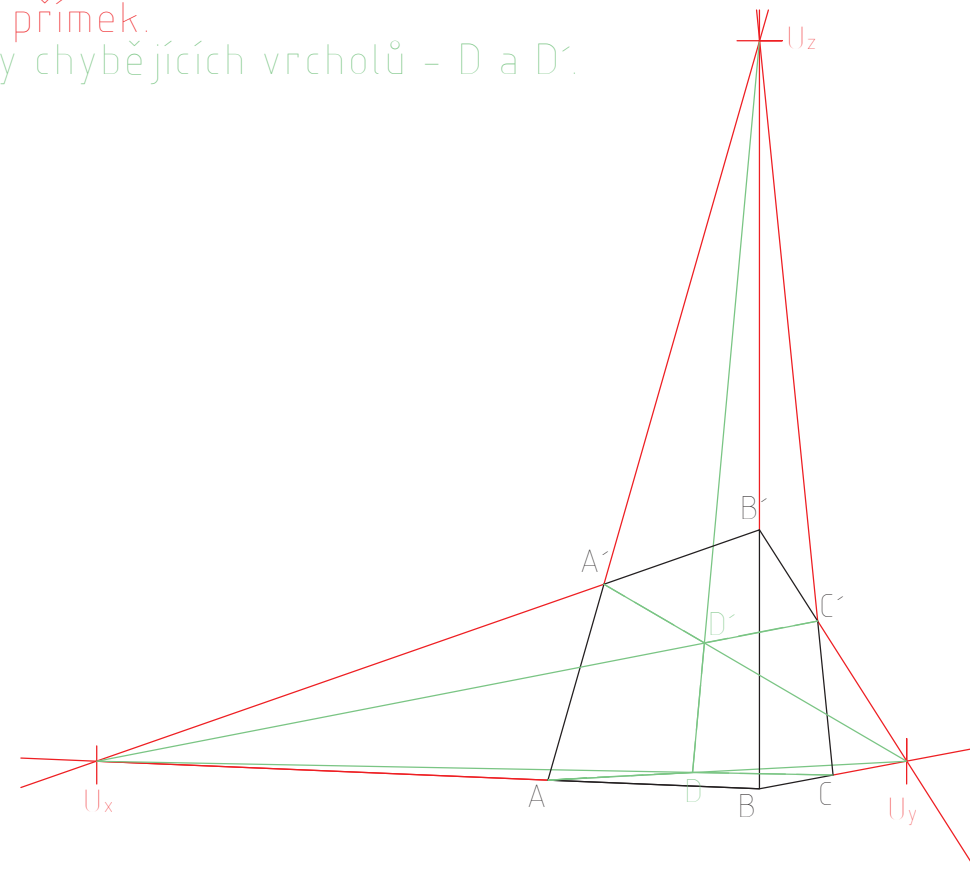
Je dán šikmý snímek krychle $ABCDA'B'C'D'$, jejíž dolní podstava leží v základní rovině.
Určete prvky vnitřní orientace a sestrojte půdorys a bokorys tělesa víte-li, že hrana AB měří 7 cm.

Zadání je předtištěno na následující stránce.





Přímka AB je ve skutečnosti rovnoběžná s přímkou $A'B'$. Průsečík jejich průmětů je jejich úběžníkem U_y .
Přímka BC je ve skutečnosti rovnoběžná s přímkou $B'C'$. Průsečík jejich průmětů je jejich úběžníkem U_x .
Přímka AA' je ve skutečnosti rovnoběžná s přímkou BB' . Průsečík jejich průmětů je jejich úběžníkem U_z .
Úběžník U_z je tedy úběžníkem svislých přímek.
Pomocí úběžníků zkonstruuujeme obrazy chybějících vrcholů - D a D' .



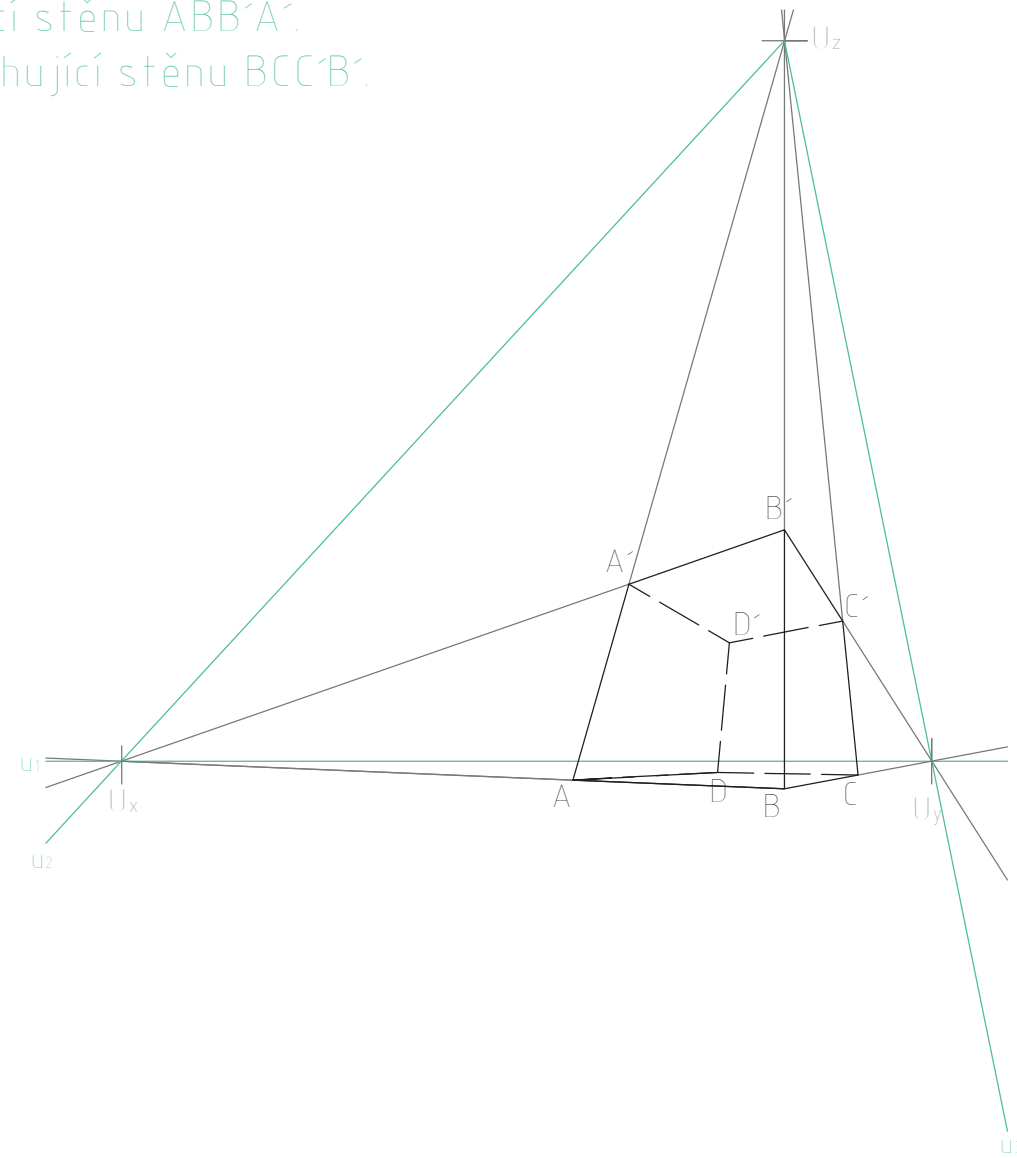
Nejprve musíme zkonstruovat úběžnice úběžnicových rovin, ve kterých leží stěny krychle.

Úběžnice jsou spojnicemi jednotlivých úběžníků $U_xU_y = u_1$, $U_xU_z = u_2$ a $U_yU_z = u_3$

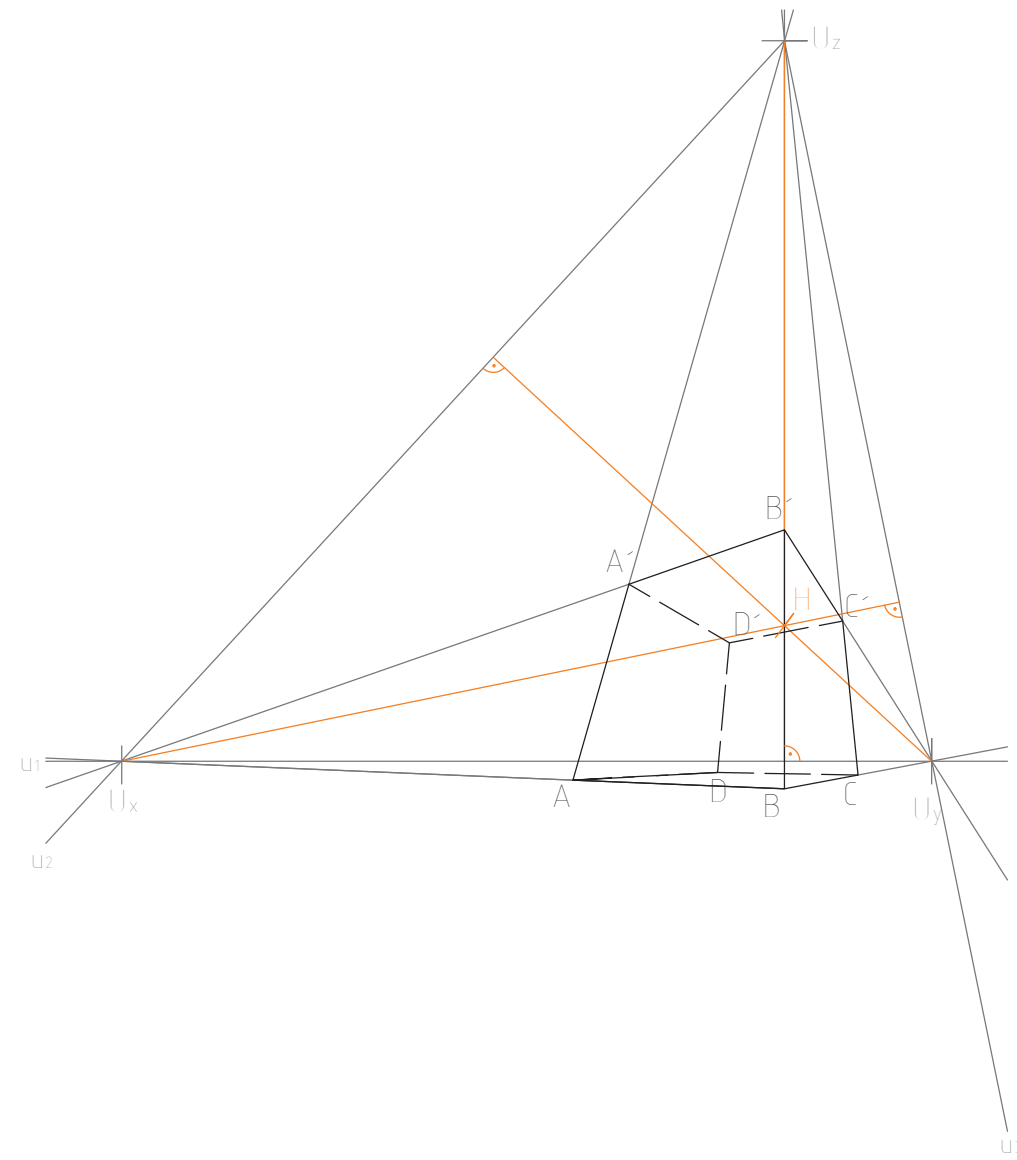
Přímka u_1 je úběžnicí vodorovné roviny ve které leží stěna ABCD, je to tedy úběžnice základní roviny - horizont.

Přímka u_2 je úběžnicí roviny obsahující stěnu $ABB'A'$.

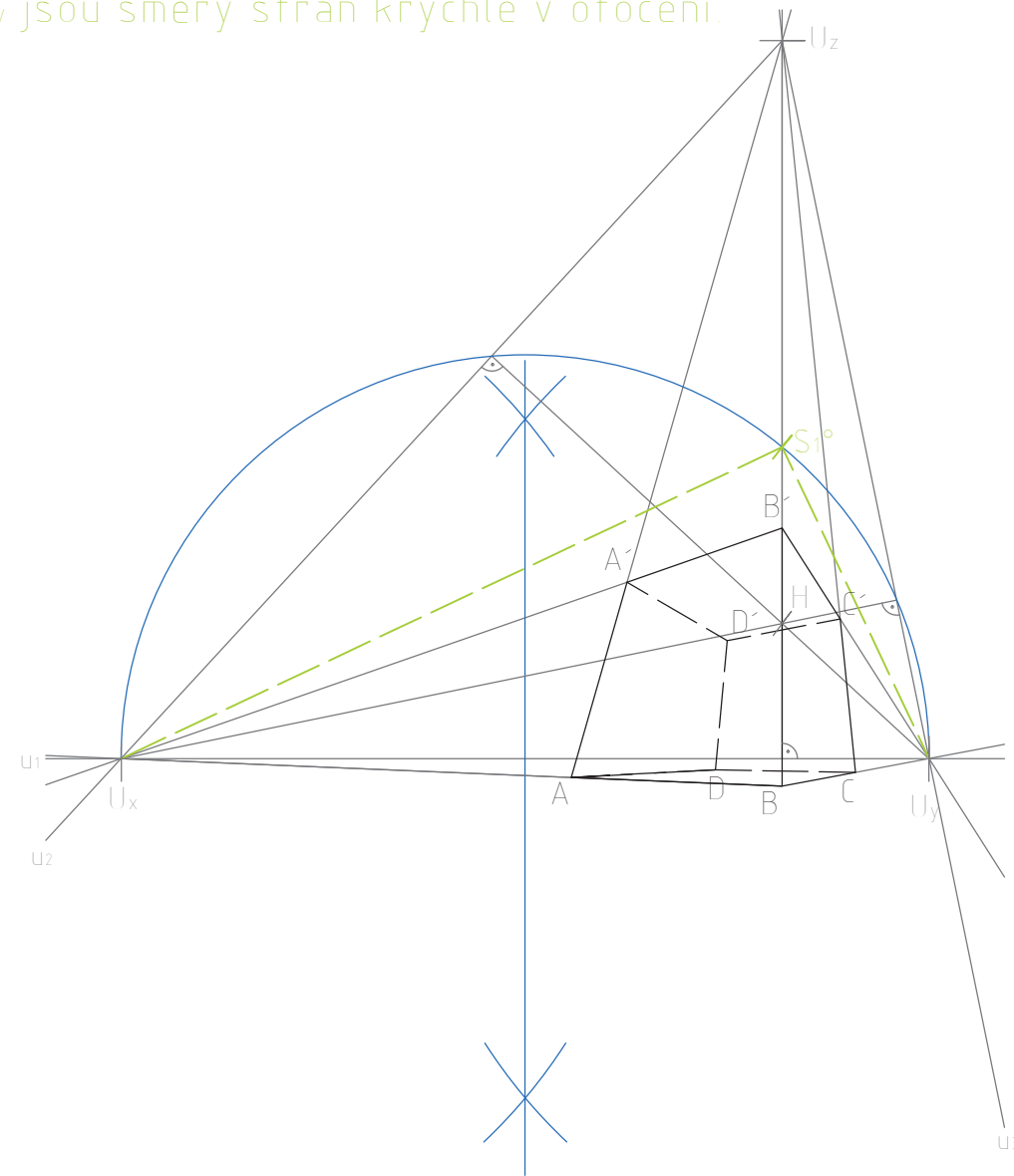
Přímka u_3 je pak úběžnicí roviny obsahující stěnu $BCC'B'$.



Hlavní bod H je průsečíkem výšek trojúhelníku $U_xU_yU_z$, jehož strany tvoří jednotlivé úběžnice.



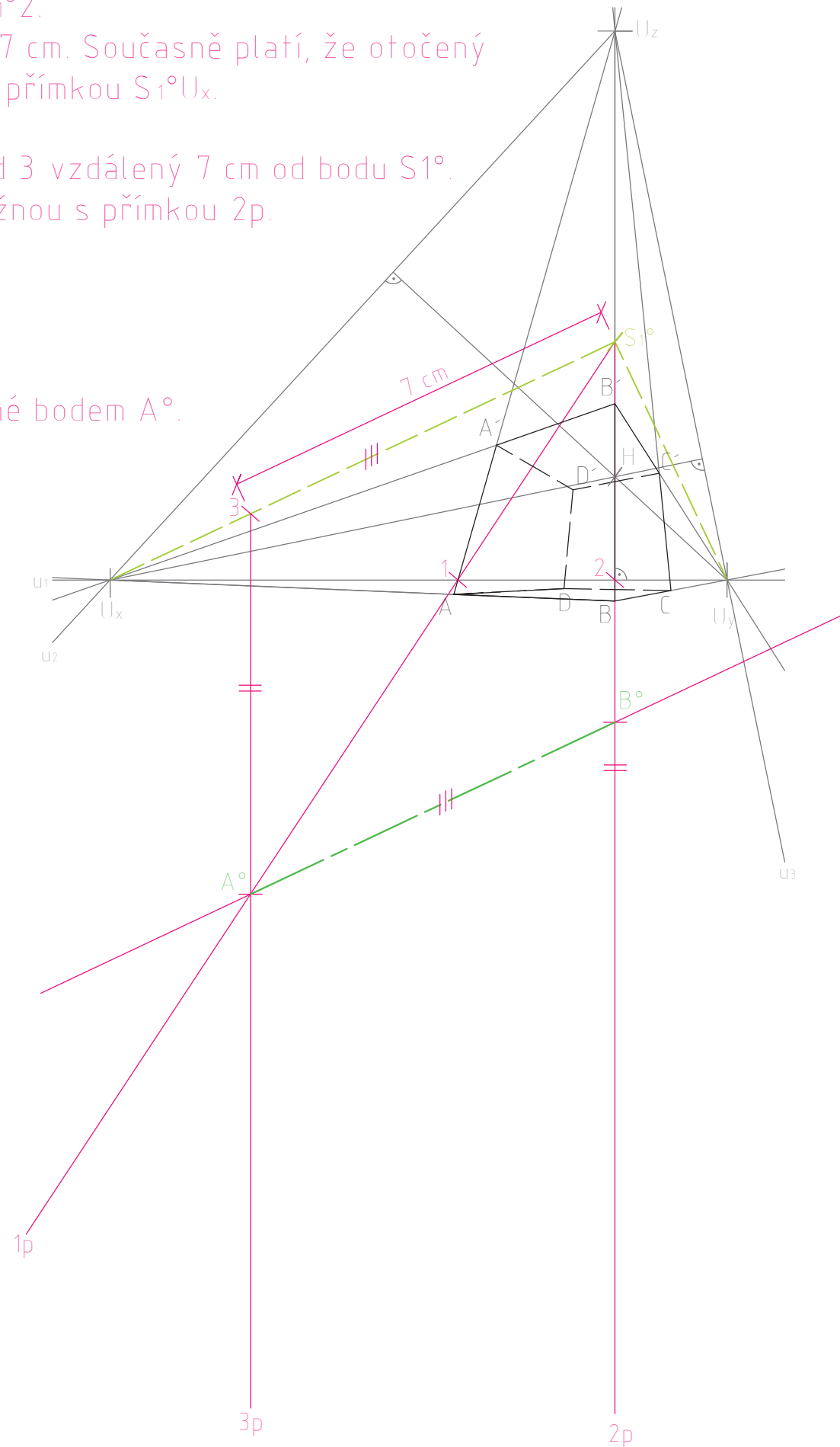
Pro rekonstrukci půdorysu otočíme úběžnicovou rovinu kolem úběžnice u_1 do průmětny.
Najdeme střed strany U_x a U_y , který je středem Thaletovy kružnice na níž leží otočený střed promítání S_1° .
Otočený střed promítání S_1° je průnikem Thaletovy kružnice a výšky trojúhelníku $U_x U_y U_z$ kolmé na úběžnici u_1 .
Spojnice středu S_1° s úběžnicí U_x a U_y jsou směry stran krychle v otočení.



Obraz svislé úsečky AA' vytne na úběžnici u_1 bod 1.
 Otočený bod A leží na přímce $1p = S1^\circ$.
 Obraz svislé úsečky BB' vytne na úběžnici u_1 bod 2.
 Otočený bod B leží na přímce $2p = S1^\circ$.
 Skutečná vzdálenost bodů A a B je 7 cm. Současně platí, že otočený
 půdorys přímky AB je rovnoběžný s přímkou $S1^\circ U_x$.

Na polopřímce $S1^\circ U_x$ sestrojíme bod 3 vzdálený 7 cm od bodu $S1^\circ$.
 Bodem 3 vedeme přímku $3p$ rovnoběžnou s přímkou $2p$.
 Bod A° je průsečík přímek $3p$ a $1p$.

Bod B° je průsečík přímky $2p$
 a rovnoběžky s přímkou $S1^\circ U_y$ vedené bodem A° .



Obraz svislé přímky CC' vytne na úběžnici u_1 bod 4.

Otočený bod C leží na přímce $4p = S_1^{\circ}4$.

Obraz svislé přímky DD' vytne na úběžnici u_1 bod 5.

Otočený bod D leží na přímce $5p = S_1^{\circ}5$.

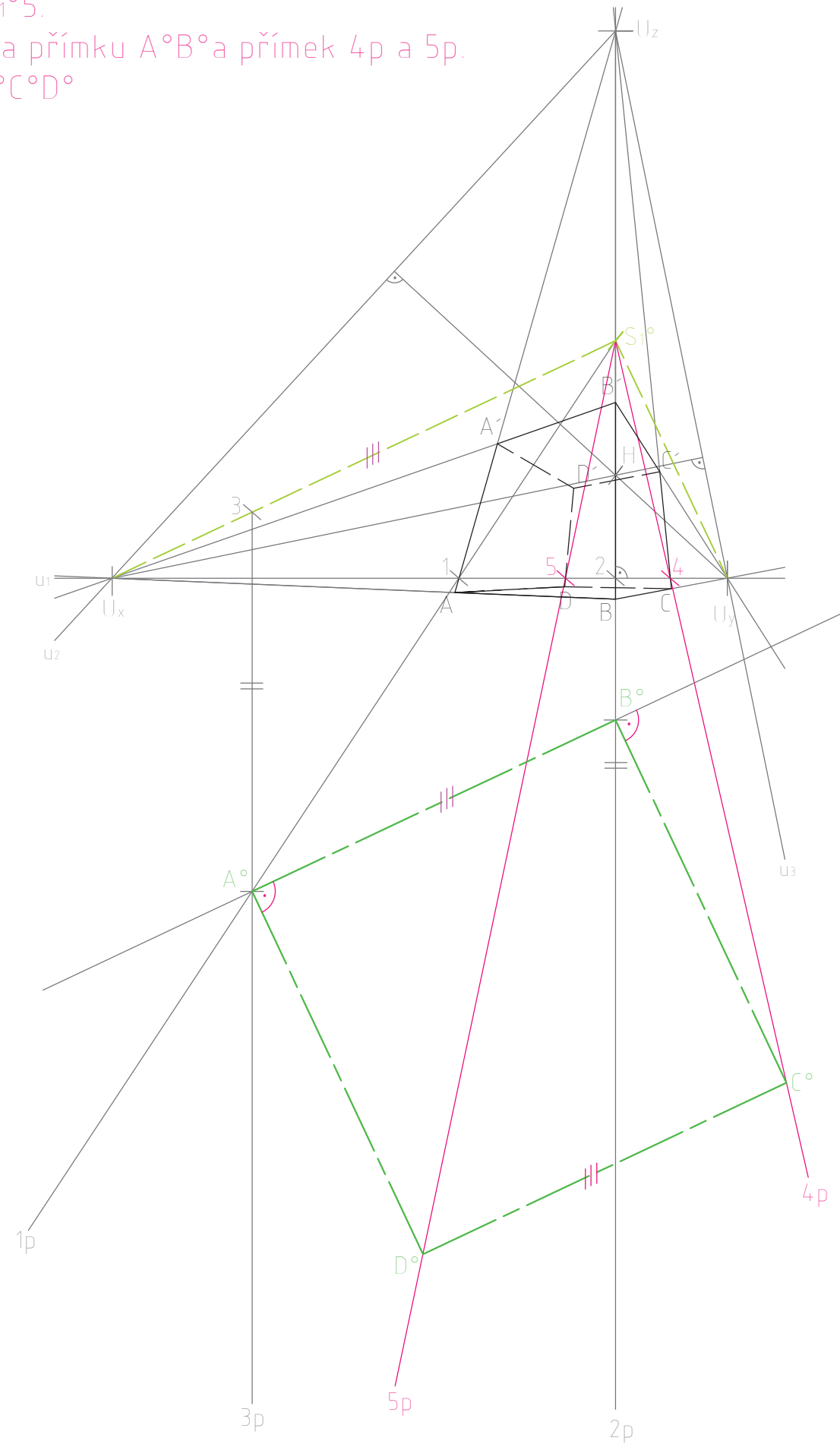
Body C° a D° jsou průsečíky kolmic na přímku $A^{\circ}B^{\circ}$ a přímk $4p$ a $5p$.

Výsledkem je otočený půdorys $A^{\circ}B^{\circ}C^{\circ}D^{\circ}$

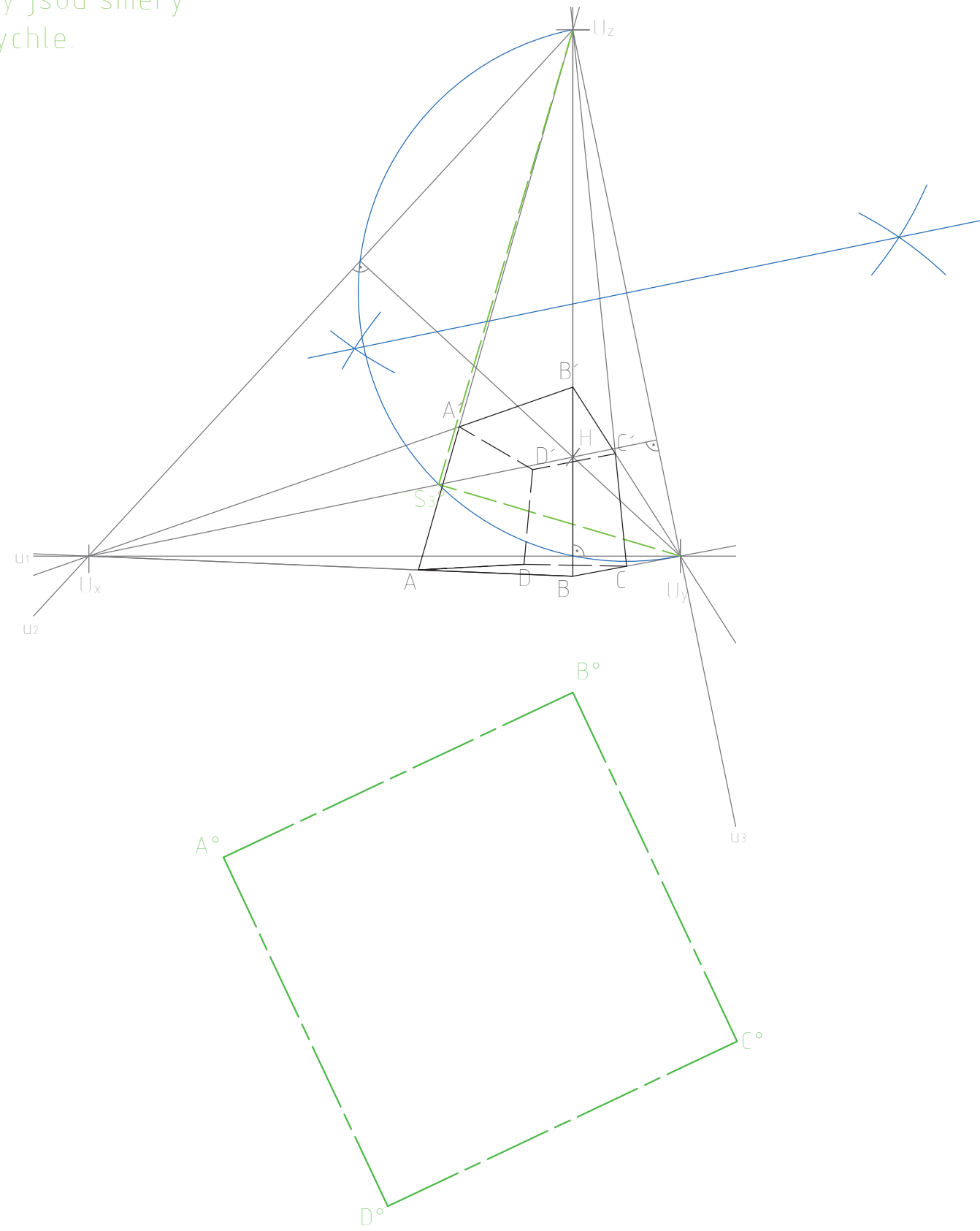
Platí:

$A^{\circ}B^{\circ} \parallel C^{\circ}D^{\circ} \parallel S_1^{\circ}U_x$

$A^{\circ}D^{\circ} \parallel C^{\circ}B^{\circ} \parallel S_1^{\circ}U_y$



Pro rekonstrukci bokorysu otočíme svislou úběžnicovou rovinu kolem úběžnice u_3 do průmětny - roviny papíru.
 Najdeme střed strany U_z a U_y , který je středem Thaletovy kružnice na níž leží otočený střed promítání S_3° .
 Otočený střed S_3° leží na průniku Thaletovy kružnice a výšky trojúhelníku $U_x U_y U_z$ kolmé na úběžnici u_3 .
 Spojnice středu S_3° s úběžnicí U_z a U_y jsou směry stran otočeného bokorysu strany krychle.



Prodloužení obrazu vodorovné přímky AB vytne na úběžnici u_3 bod 1.

Otočený bod B leží na přímce $1p = S_3^{\circ}1$.

Prodloužení obrazu vodorovné přímky $A'B'$ vytne na úběžnici u_3 bod 2.

Otočený bod B' leží na přímce $2p = S_3^{\circ}2$.

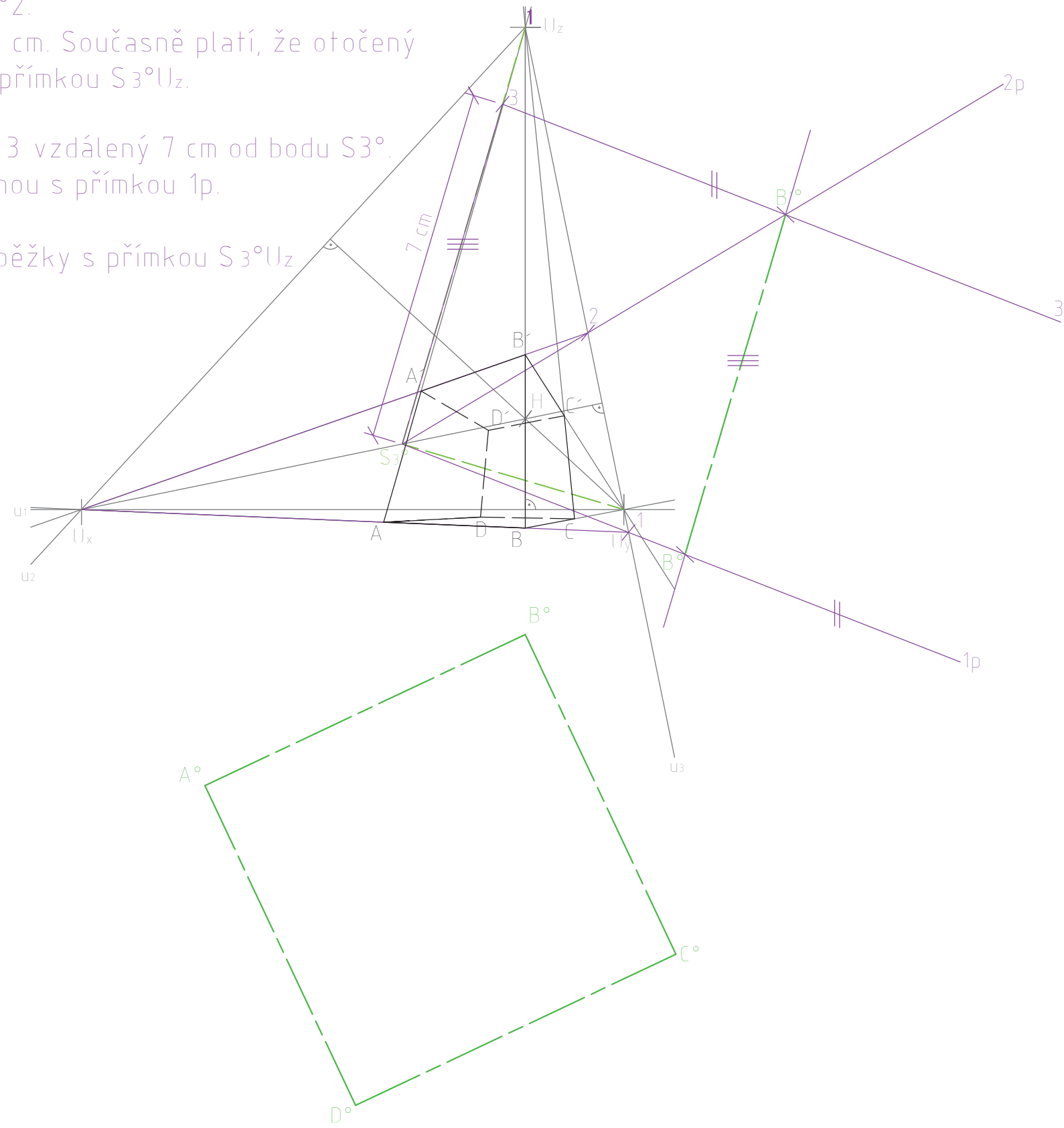
Skutečná vzdálenost bodů B a B' je 7 cm. Současně platí, že otočený půdorys úsečky BB' je rovnoběžný s přímkou $S_3^{\circ}U_z$.

Na polopřímce $S_3^{\circ}U_z$ sestrojíme bod 3 vzdálený 7 cm od bodu S_3° .

Bodem 3 vedeme přímkou $3p$ rovnoběžnou s přímkou $1p$.

Bod B'° je průsečík přímk $3p$ a $2p$.

Bod B° je průsečík přímky $1p$ a rovnoběžky s přímkou $S_3^{\circ}U_z$ vedené bodem B'° .

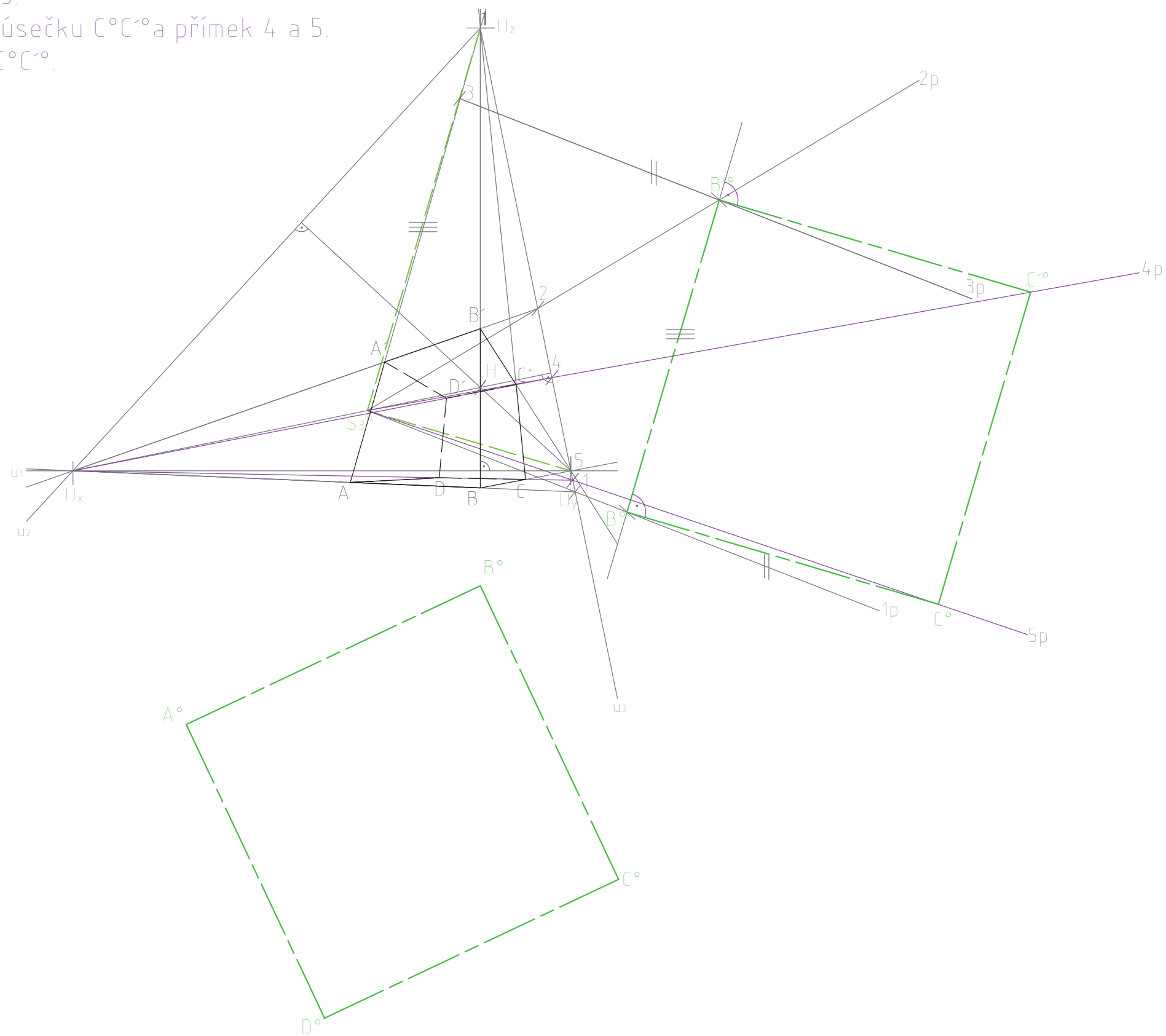


Prodloužení obrazu vodorovné přímky $D'C'$ vytne na úběžnici u_3 bod 4.
 Otočený bod C' leží na přímce $4p = S_3^{\circ}4$.
 Prodloužení obrazu vodorovné přímky DC vytne na úběžnici u_3 bod 5.
 Otočený bod C leží na přímce $5p = S_3^{\circ}5$.
 Body C° a C'° jsou průsečíky kolmic na úsečku $C^{\circ}C'^{\circ}$ a přímk 4 a 5.
 Výsledkem je otočený bokorys $B^{\circ}B'^{\circ}C^{\circ}C'^{\circ}$.

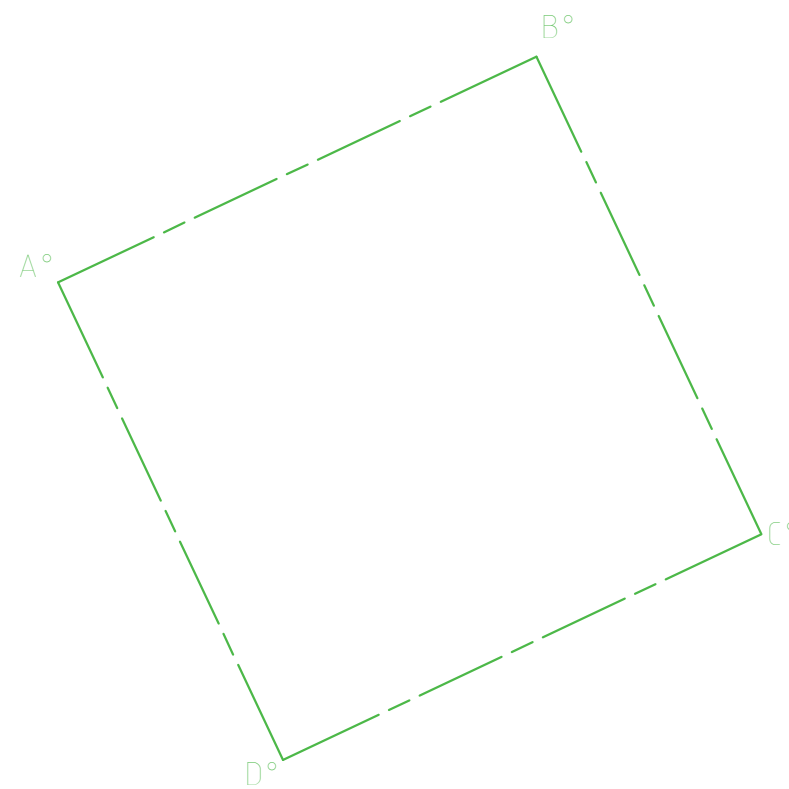
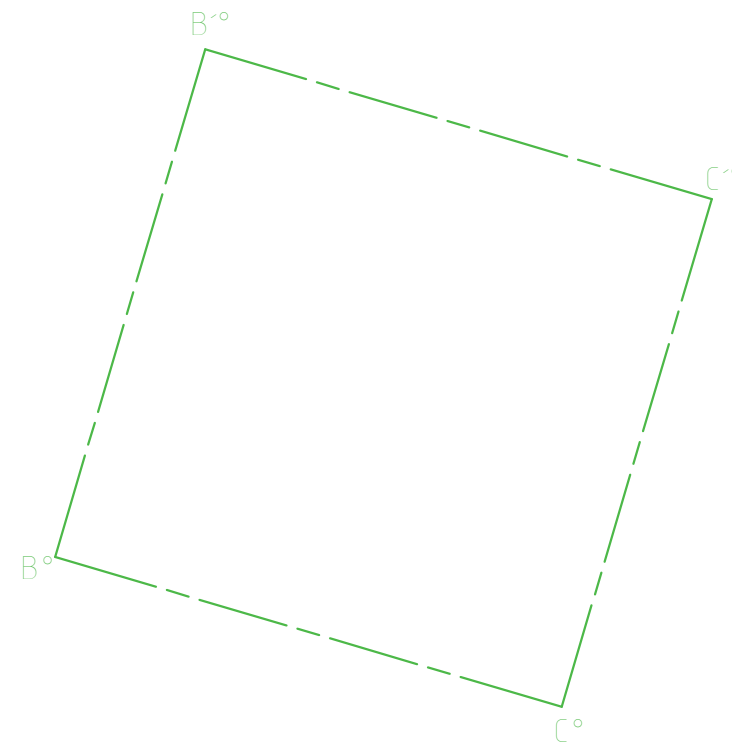
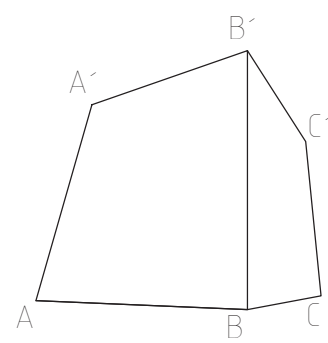
Platí:

$$B^{\circ}B'^{\circ} \parallel C^{\circ}C'^{\circ} \parallel S_3^{\circ}U_z$$

$$B^{\circ}C^{\circ} \parallel C'^{\circ}B'^{\circ} \parallel S_3^{\circ}U_y$$



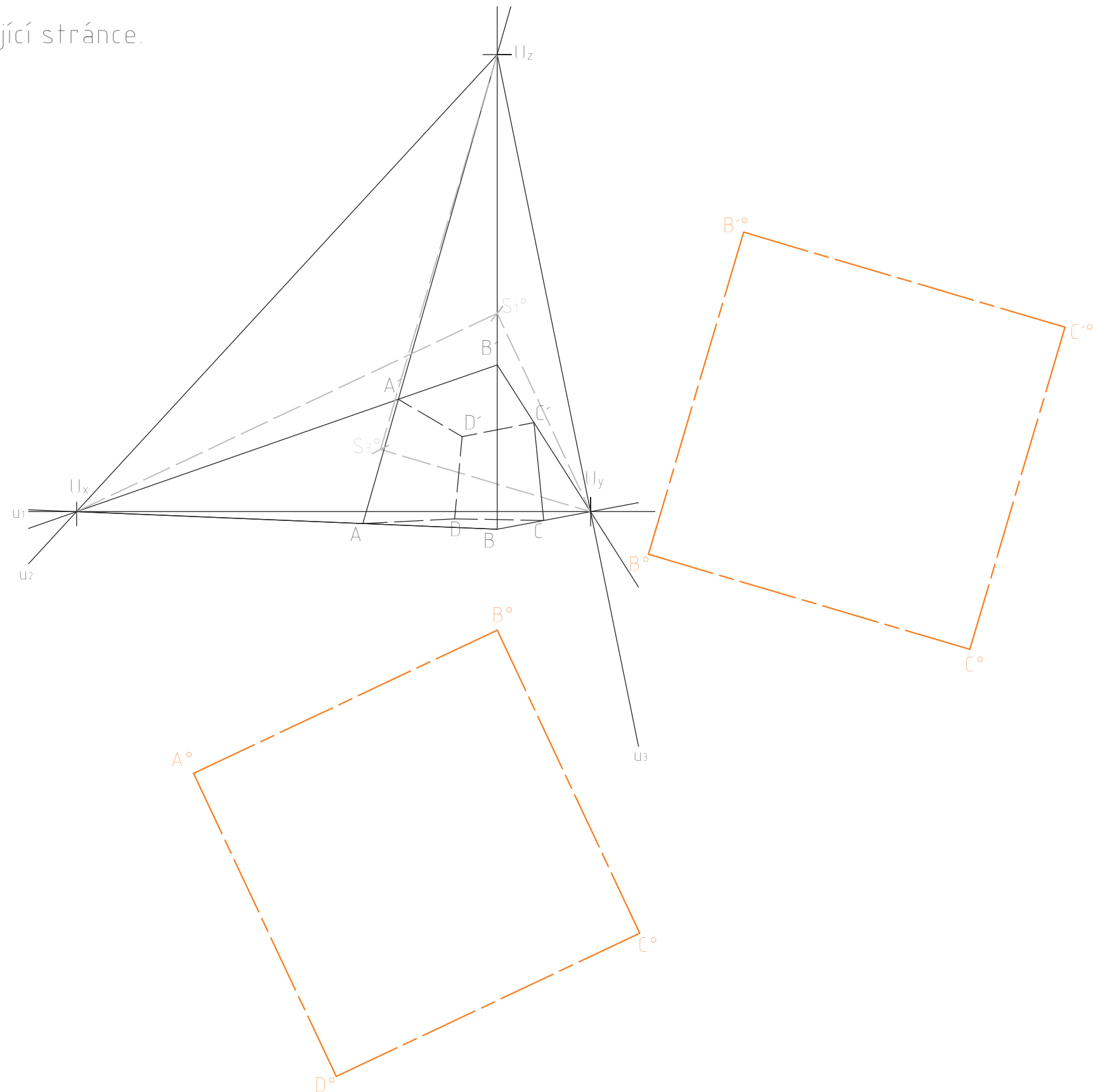
Výsledkem konstrukce je otočený půdorys a bokorys stěn krychle $ABCDA'B'C'D'$.
Oba obrazce si rozměrově odpovídají, protože jsme pracovali s konkrétním rozměrem.

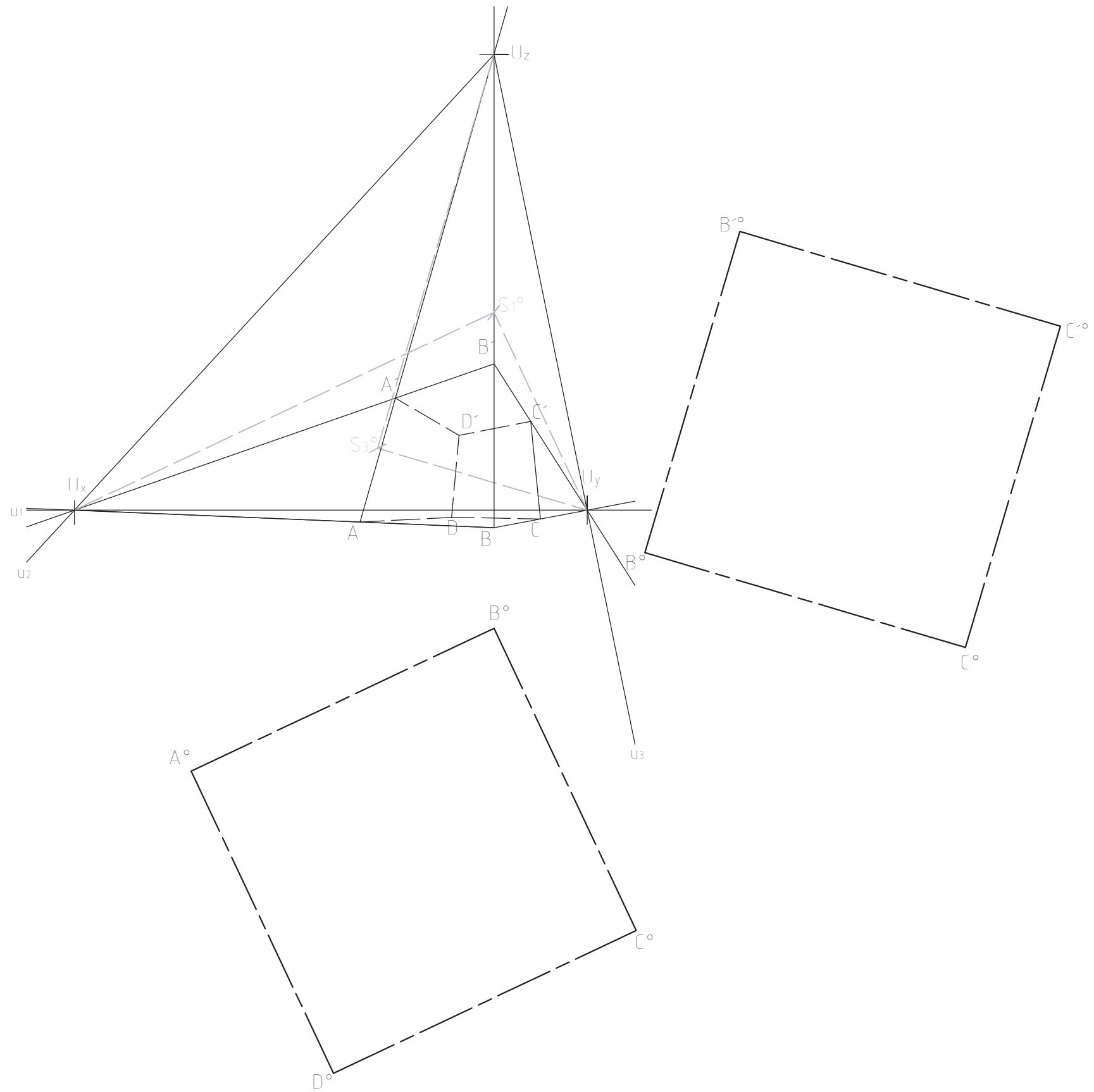


Příklad 3 - A3 na šířku

Příklad je pokračováním příkladu 2. Úkolem je zakreslit ke stávající krychli $ABCD A' B' C' D'$ nový objekt. Je zadán kvádr $BCFE B'' C'' F'' E''$, který svou stěnou přiléhá ke stěně $BCC' B'$. Velikost $BE = 3\text{ cm}$ a $EE'' = 9,5\text{ cm}$. Z minulé úlohy přejímáme otočený půdorys, bokorys a základní prvky vnitřní orientace - úběžnice, otočené středy $S1^\circ$ a $S3^\circ$.

Zadání je předtištěno na následující stránce.





Do otočeného půdorysu dokreslíme půdorys zakreslovaného kváдру BCFEB^oC^oF^oE^o.

Konstrukce obrazu bodu E:

Bodem E^o vedeme přímkou 1p, která je spojnicí bodu E^o a otočeného středu S^{1o}.

Přímka 1p vytne na úběžnici vodorovné roviny u₁ bod 1.

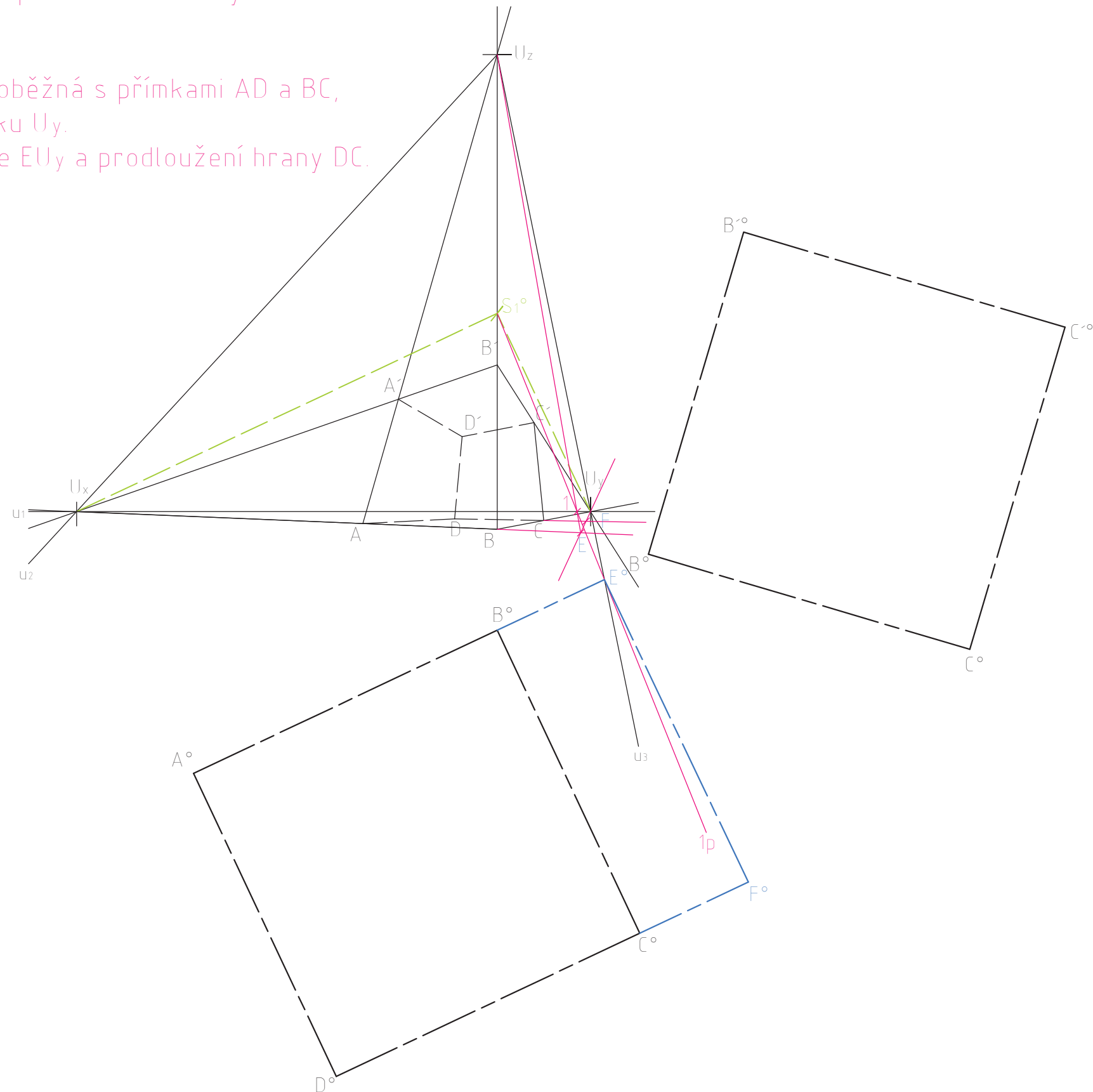
Spojením bodu 1 a úběžníku svislých přímek U_z získáme svislou přímku procházející bodem E.

Bod E je průsečíkem této přímky a prodloužení hrany AB.

Konstrukce obrazu bodu F:

Přímka EF je ve skutečnosti rovnoběžná s přímkami AD a BC, směřuje tedy do stejného úběžníku U_y.

Bod F je tedy průsečíkem spojnice EU_y a prodloužení hrany DC.



Do otočeného bokorysu dokreslíme bokorys zakreslovaného kvádru $BCFEB''C''F''E''$.
Body B'' a C'' leží na svislých přímkách vedených body B a C do úběžníku U_z .

Konstrukce obrazu bodu B''

Bodem B''^o vedeme přímkou $1p$, spojnici s otočeným středem S_3^o .

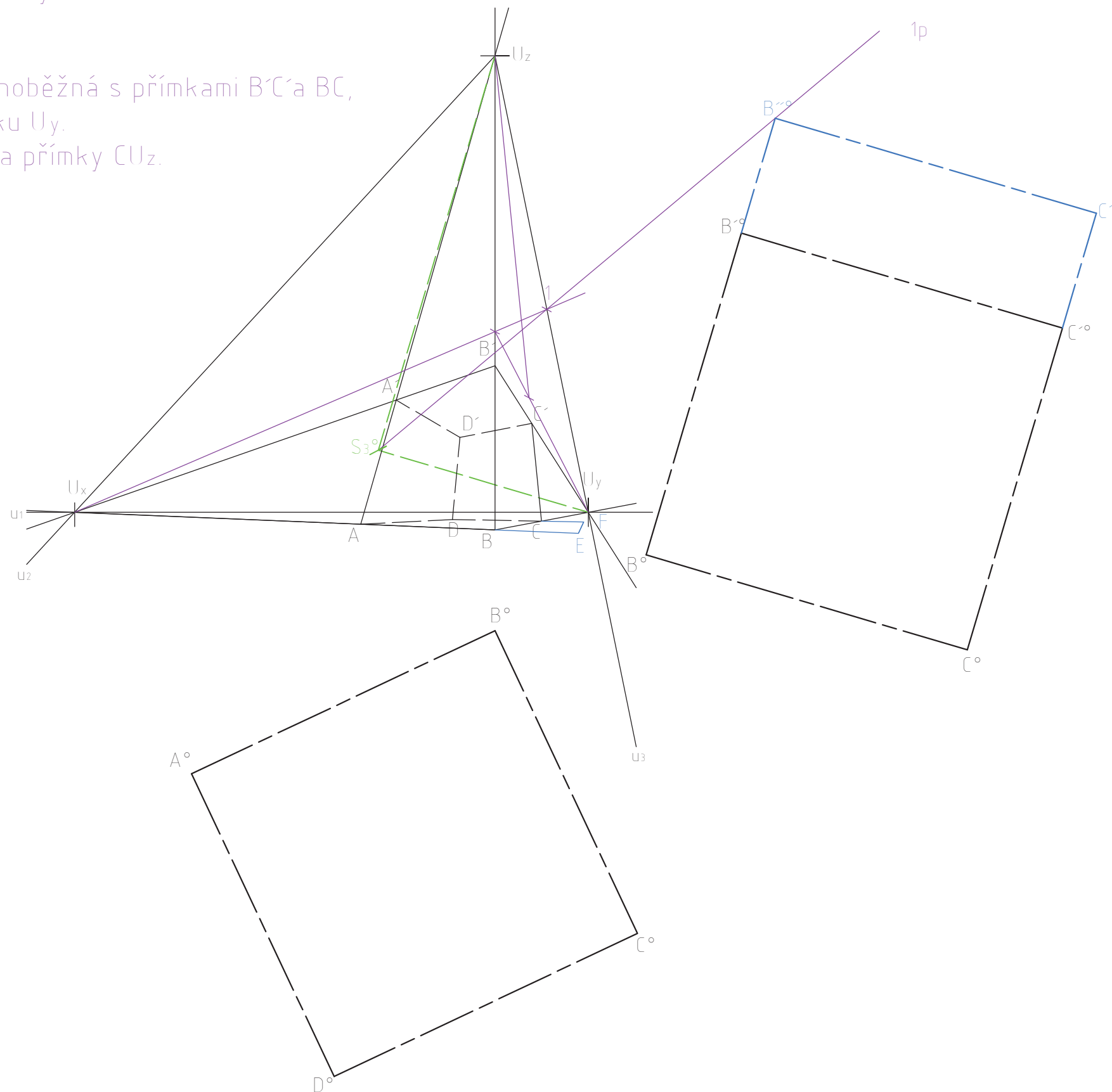
Přímka $1p$ vstřne na úběžnici u_3 bod 1.

Bod B'' je průsečík přímky $1U_x$ a přímky BU_z .

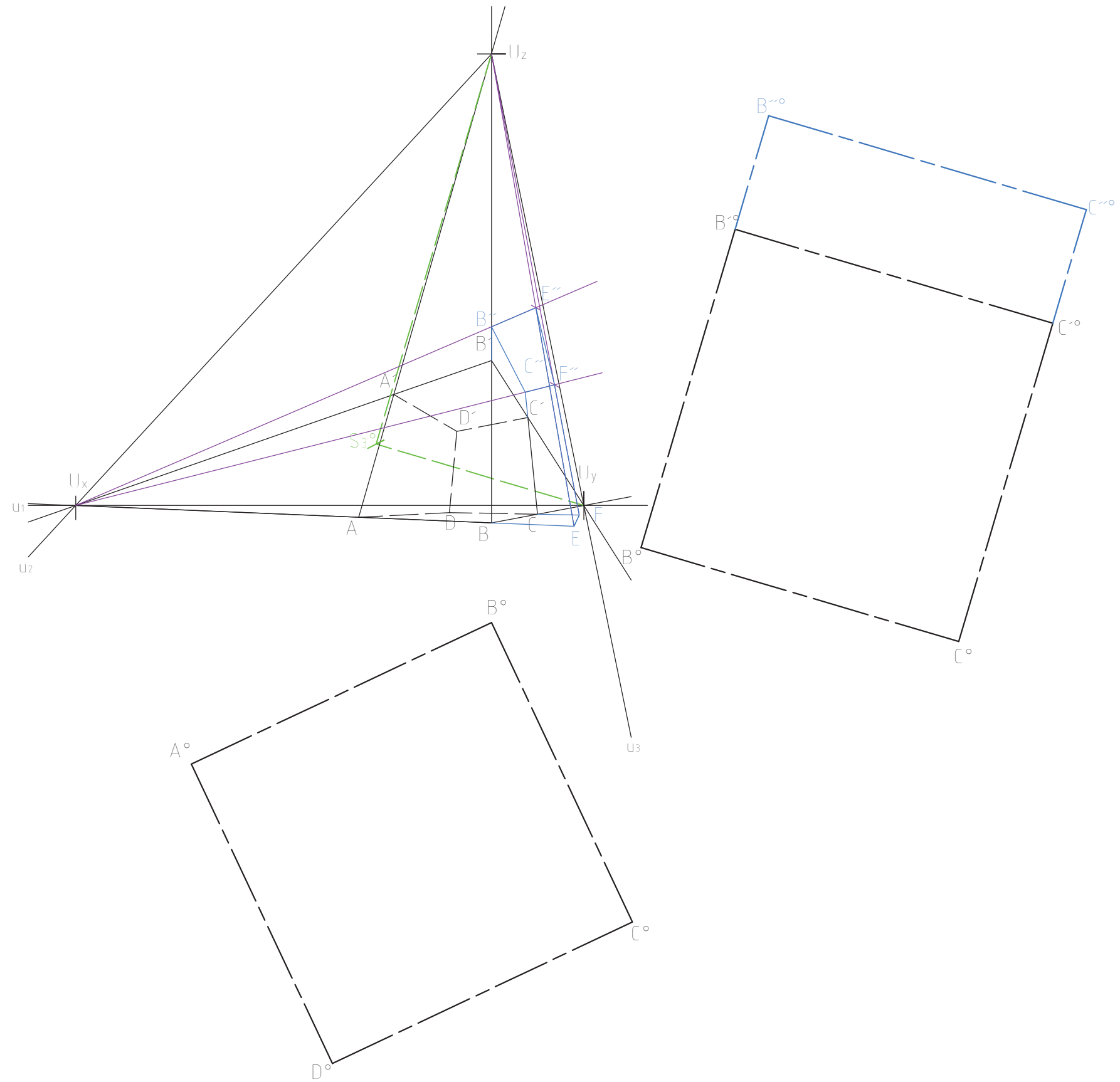
Konstrukce obrazu bodu C''

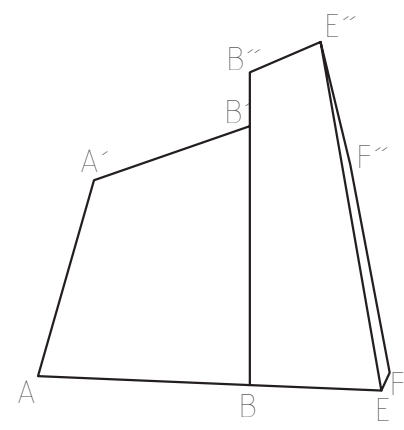
Přímka $B''C''$ je ve skutečnosti rovnoběžná s přímkami $B'C'$ a BC ,
směřuje tedy do stejného úběžníku U_y .

Bod C'' je průsečíkem přímky $B''U_y$ a přímky CU_z .



Body E'' a F'' leží na svislých přímkách, které procházejí body E a F .
Bod E'' je průsečíkem přímek EU_z a $B''U_x$.
Bod F'' je průsečíkem přímek FU_z a $C''U_x$.





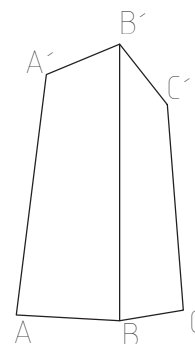
Příklad 4 - A3 na šířku

Je dán šikmý snímek sloupu $ABCD A' B' C' D'$, jehož obdélníková dolní podstava leží v základní rovině.

Zjistěte výšku sloupu víte-li, že velikost hrany $AB = 3$ m. Dále sestrojte prvky vnitřní orientace a otočený půdorys a bokorys tělesa v měřítku 1:100.

Zadání je vyneseno v příloženém dwg souboru.

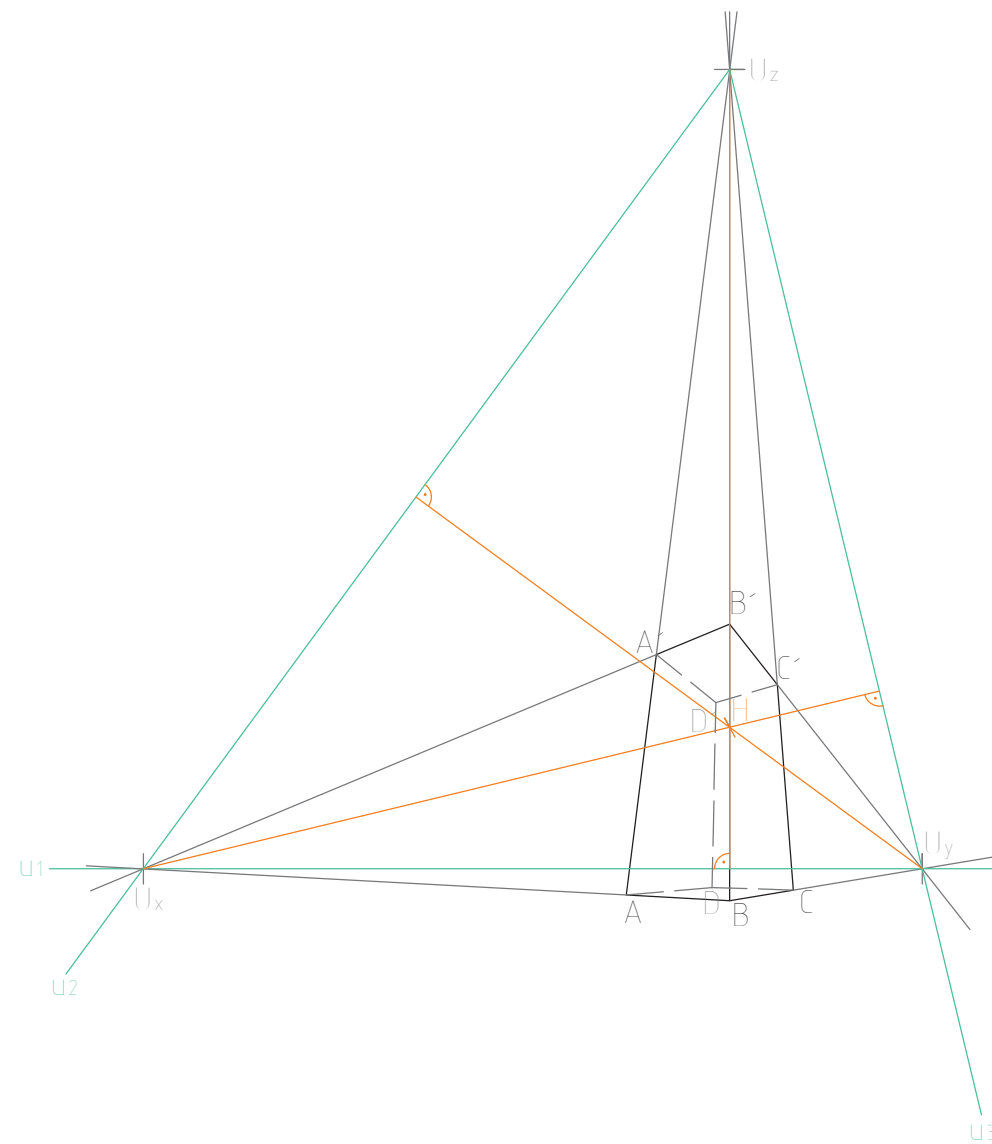
Vzhledem k malým rozměrům obrázků při běžném tisku doporučujeme zákres provádět v počítači.



Zkonstruuujeme úběžnice vodorovných a svislých úběžnicových rovin. (viz. Příklad 1)

Zkonstruuujeme výšky trojúhelníku $U_xU_yU_z$ na kterých budou ležet otočené středy promítání S_1° a S_3° .

Výšky se protínají v hlavním bodě H .



Obraz svíslé přímky AA' výtne na úběžnici u_1 bod 1.

Otočený bod A leží na přímce $1p = 1S_1^\circ$.

Obraz svíslé přímky BB' výtne na úběžnici u_1 bod 2.

Otočený bod B leží na přímce $2p = 2S_1^\circ$.

Skutečná vzdálenost bodů AB je 3 m, v měřítku otočeného půdorysu jsou to 3 cm.

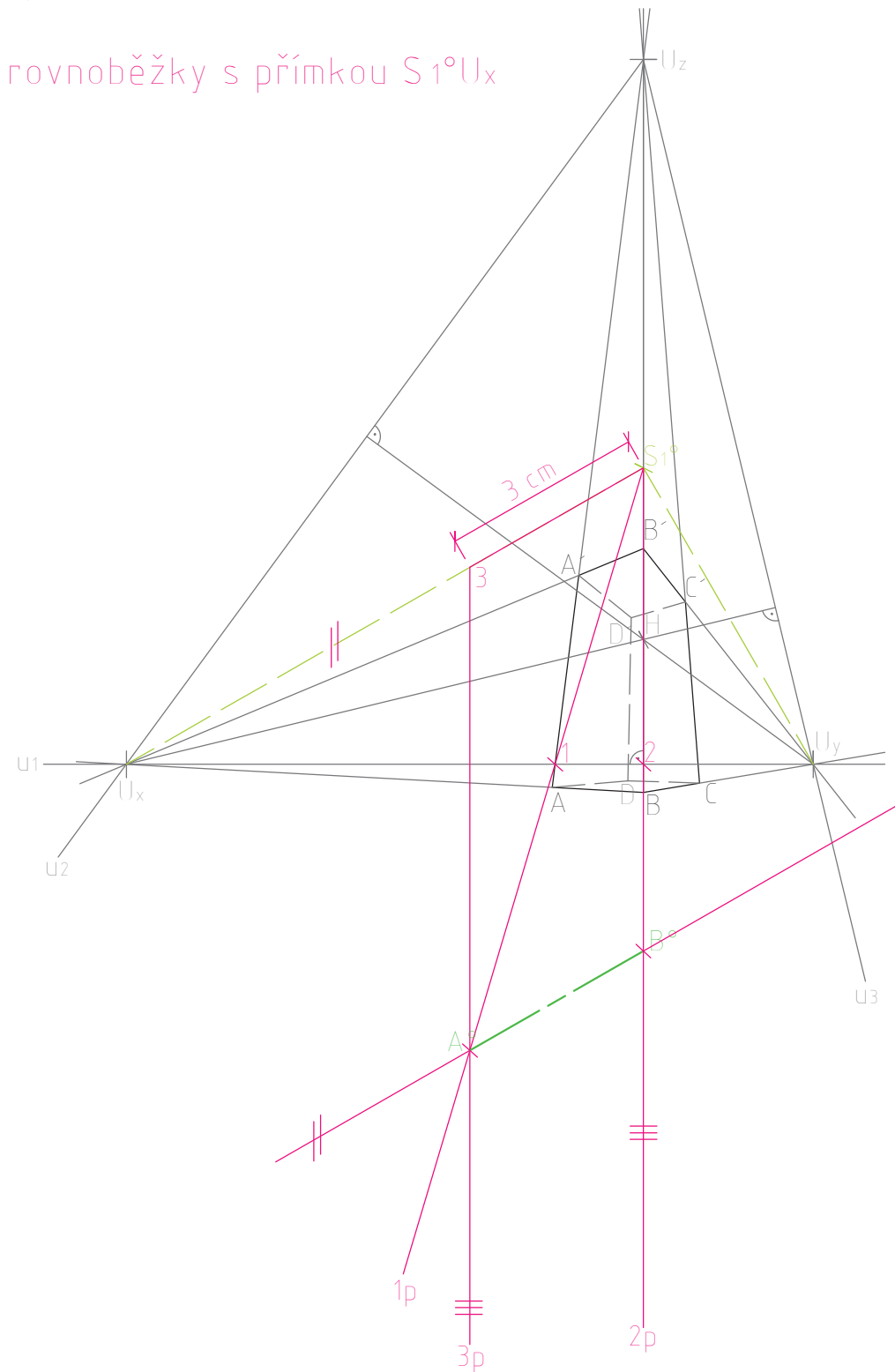
Platí, že otočený půdorys přímky AB je rovnoběžný s přímkou $S_1^\circ U_x$.

Na polopřímce $S_1^\circ U_x$ sestrojíme bod 3 ve vzdálenosti 3 cm od bodu S_1° .

Bodem 3 vedeme přímkou $3p$, která je rovnoběžná s přímkou $2p$.

Bod A° je průsečíkem přímek $3p$ a $1p$.

Bod B° je průsečíkem přímky $2p$ a rovnoběžky s přímkou $S_1^\circ U_x$ vedené bodem A° .

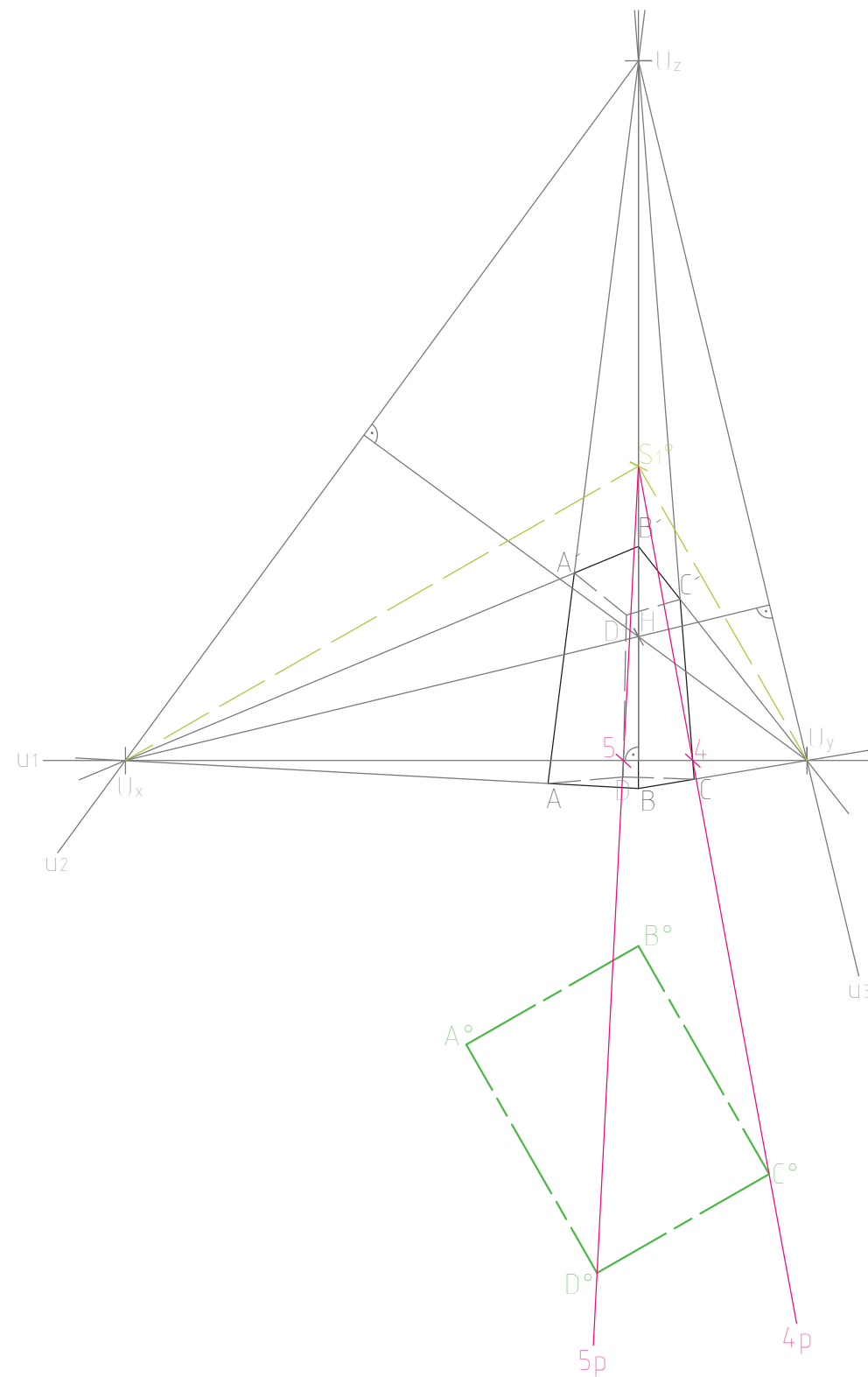


Obraz svislé přímky CC' vytne na úběžnici u_1 bod 4.
 Otočený bod C leží na přímce $4p = 4S_1^\circ$.
 Obraz svislé přímky DD' vytne na úběžnici u_1 bod 5.
 Otočený bod D leží na přímce $5p = 5S_1^\circ$.
 Body C° a D° jsou průsečíky kolmic na přímku $A^\circ B^\circ$ a přímek $4p$ a $5p$.
 Výsledkem je otočený půdorys $A^\circ B^\circ C^\circ D^\circ$.

Platí:

$A^\circ B^\circ \parallel C^\circ D^\circ \parallel S_1^\circ U_x$

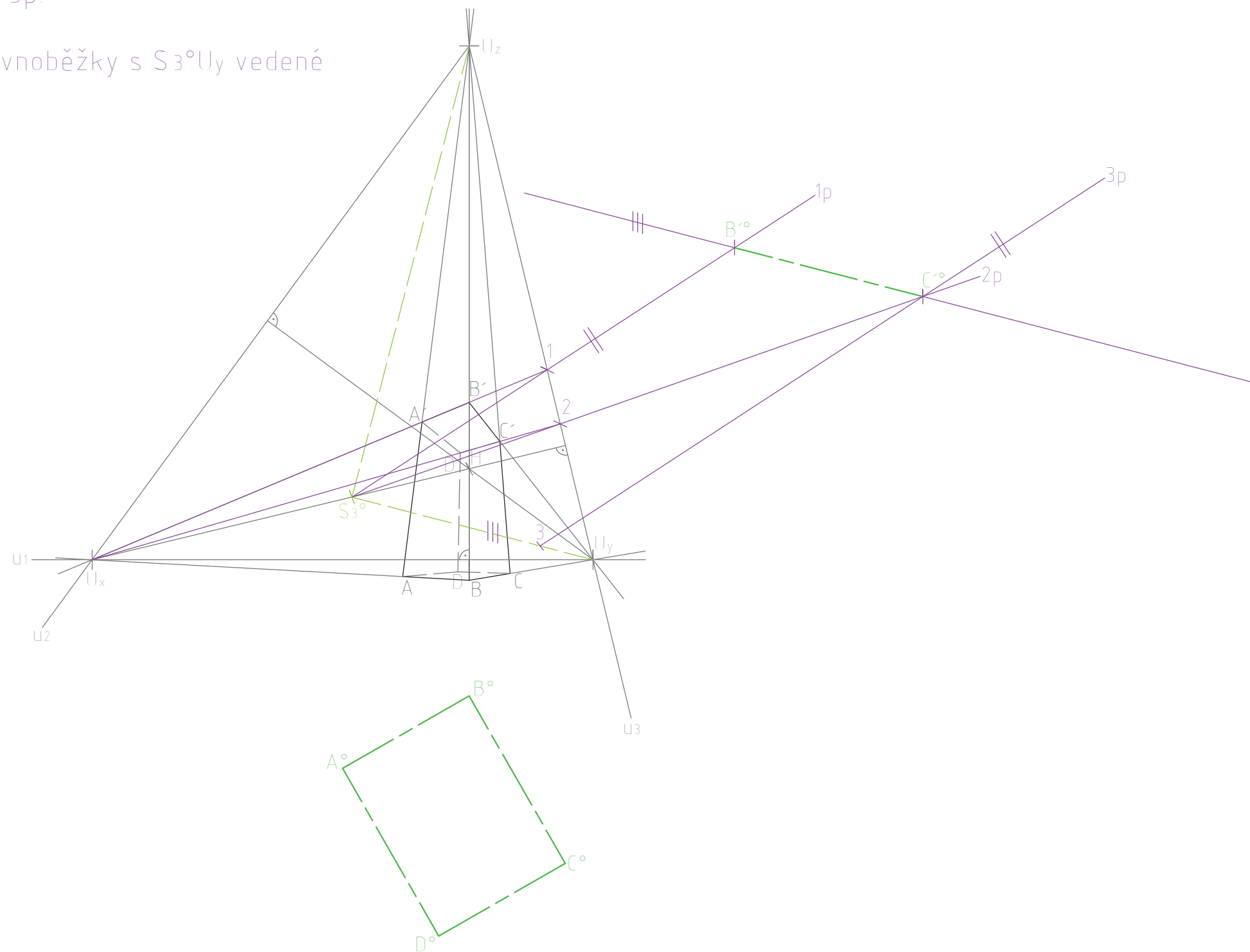
$A^\circ D^\circ \parallel B^\circ C^\circ \parallel S_1^\circ U_y$



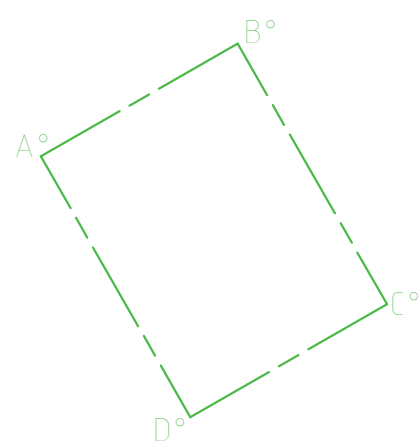
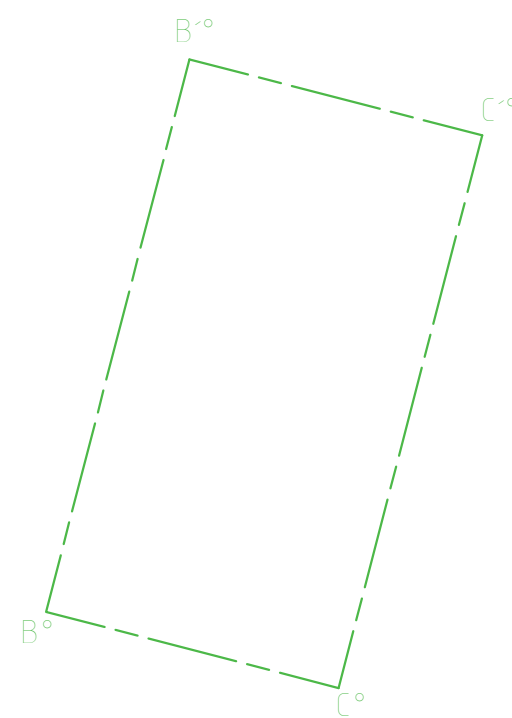
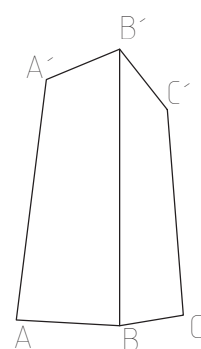
Z konstrukce půdorysu jsme získali velikost hrany $BC = B'C' = 4$ cm.
 Prodloužení obrazu vodorovné přímky $A'B'$ vytne na úběžnici u_3 bod 1.
 Otočený bod B' leží na přímce $1p = S_3^\circ 1$.
 Prodloužení obrazu vodorovné přímky $D'C'$ vytne na úběžnici u_3 bod 2.
 Otočený bod C' leží na přímce $2p = S_3^\circ 2$.
 Platí, že otočený půdorys přímky $B'C'$ je rovnoběžný s přímkou $S_3^\circ U_y$.

Na polopřímce $S_3^\circ U_y$ sestrojíme bod 3 ve vzdálenosti 4 cm od bodu S_3° .
 Bodem 3 vedeme přímku $3p$, která je rovnoběžná s přímkou $1p$.
 Bod C° je průsečíkem přímek $2p$ a $3p$.

Bod B° je průsečík přímky $1p$ a rovnoběžky s $S_3^\circ U_y$ vedené bodem C° .



Výsledkem konstrukce je otočený půdorys a bokorys sloupu ABCDA'B'C'D'.

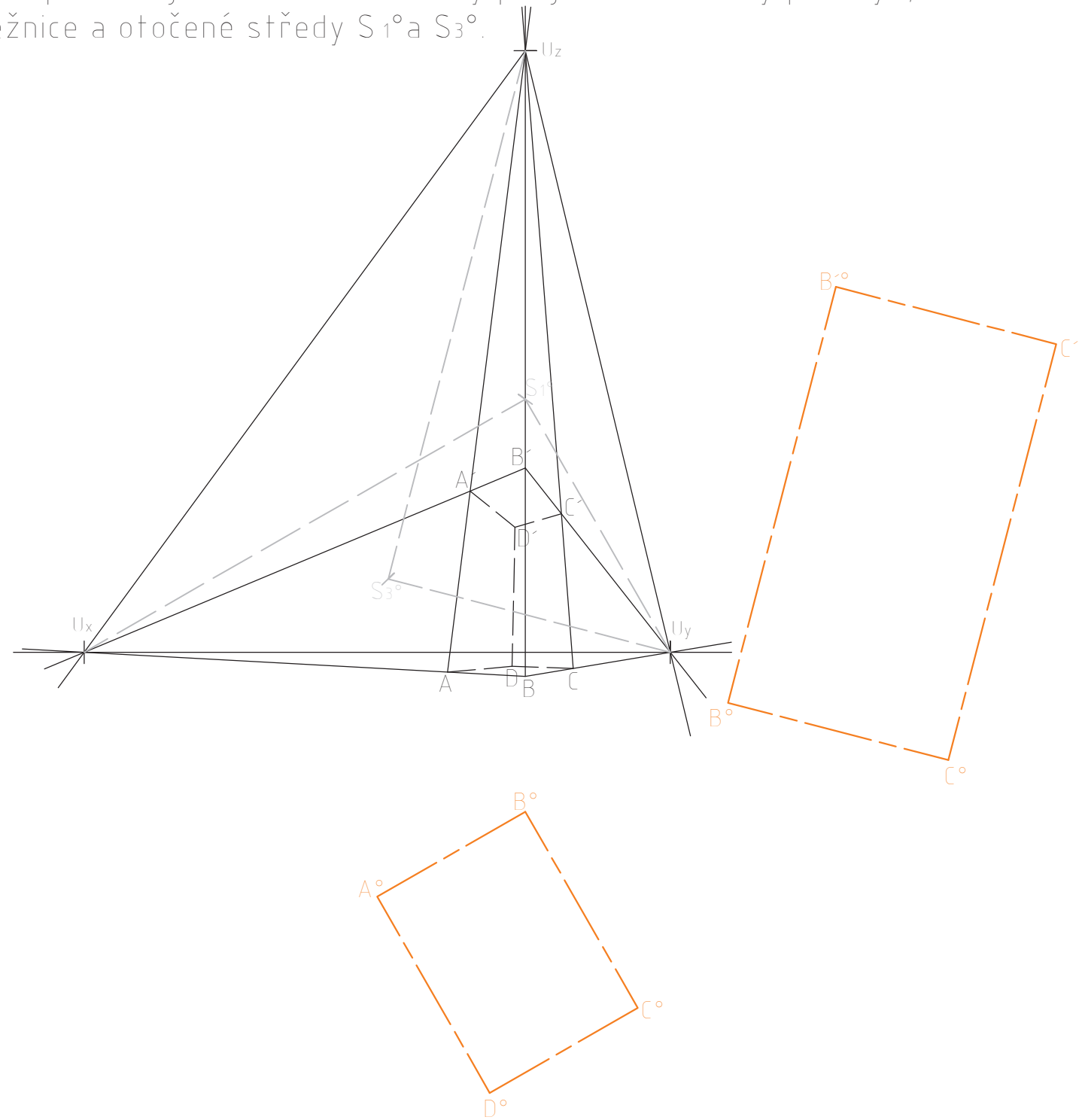
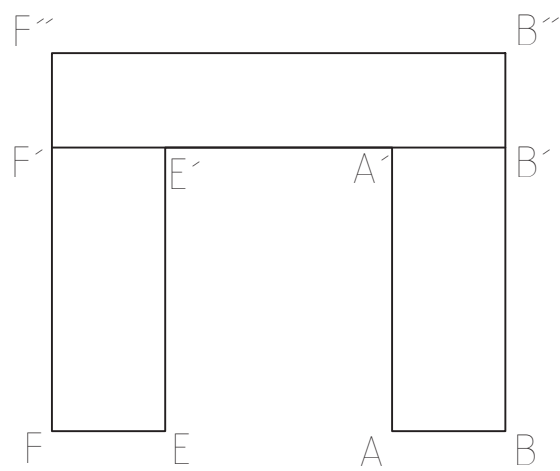


Příklad 5 - A3 na šířku

Příklad je pokračováním příkladu 4. Stávající sloup je částí brány, kterou tvoří další sloup a překlád.

Úkolem je dokreslit obraz chybějící části brány víte-li, že výška překládu s horní podstavou $B''C''F''G''$ je 2,5 m a vzdálenost druhého sloupu s podstavou EFGH od prvního je 6 m. Z minulé úlohy přejímáme otočený půdorys, bokorys a základní prvky vnitřní orientace - úběžnice a otočené středy S_1° a S_3° . Otočený půdorys a bokorys jsou v měřítku 1:100.

Zadání je vyneseno v přiloženém dwg souboru.



Do otočeného půdorysu dokreslíme půdorys zakreslovaného sloupu EFGH.

Konstrukce obrazu bodu F:

Bodem F° vedeme přímkou $1p = S_1^\circ F^\circ$.

Přímka $1p$ vytne na úběžnici u_1 bod 1.

Spojením bodu 1 s úběžníkem U_z získáme svislou přímku procházející bodem F.

Bod F je průsečíkem této přímky a prodloužení hrany AB.

Konstrukce obrazu bodu E:

Bodem E° vedeme přímkou $2p = S_1^\circ E^\circ$.

Přímka $2p$ vytne na úběžnici u_1 bod 2.

Spojením bodu 2 s úběžníkem U_z získáme svislou přímku, která prochází bodem E.

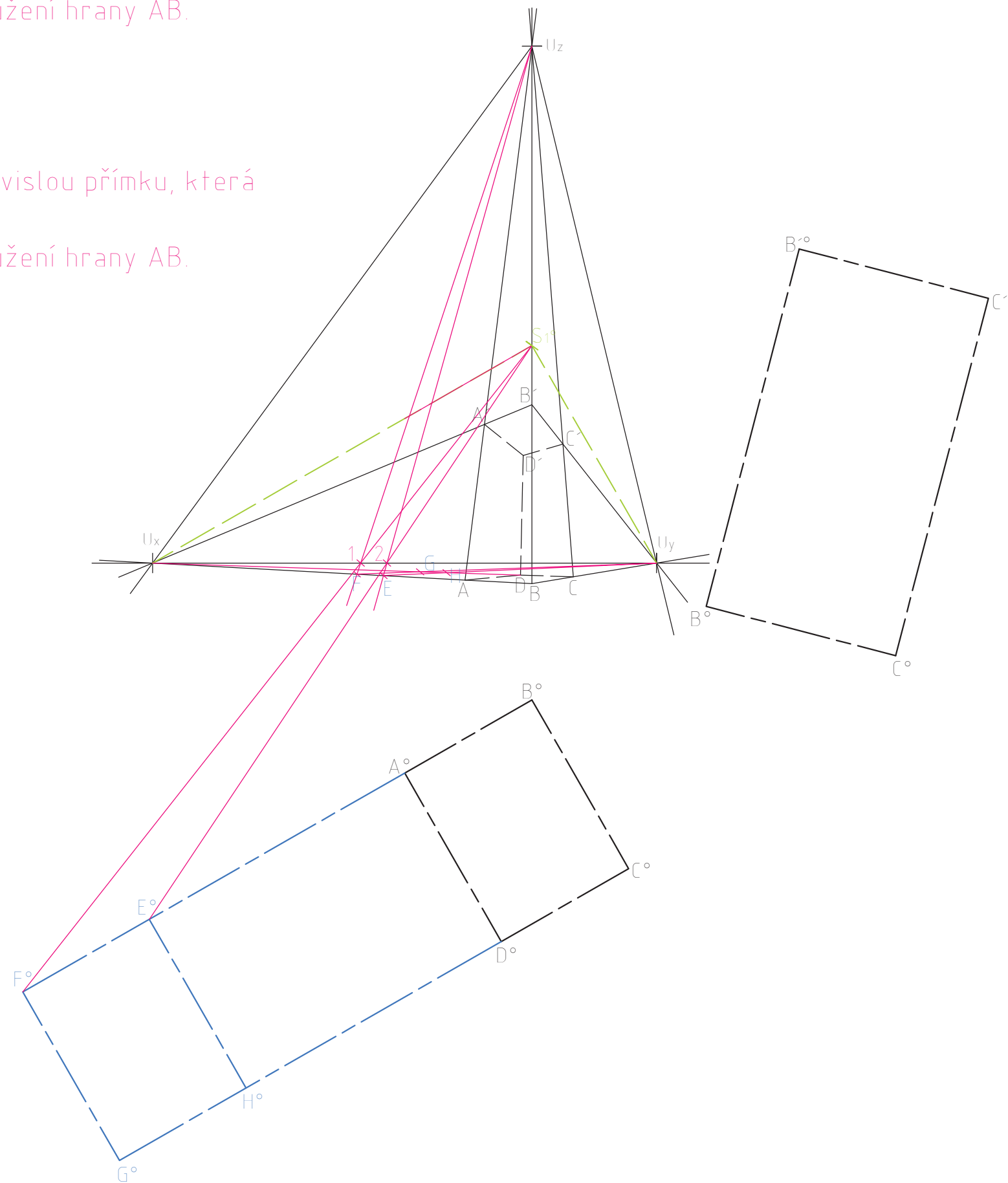
Bod E je průsečíkem této přímky a prodloužení hrany AB.

Konstrukce bodů G a H

Přímky FG a EH jsou ve skutečnosti rovnoběžné s přímkami AD a BC, směřují tedy do stejného úběžníku.

Bod G je průsečíkem přímky FU_y s prodloužením hrany CD.

Bod H je průsečíkem přímky EU_y s prodloužením hrany CD.



Do otočeného bokorysu dokreslíme bokorys zakreslovaného překladu.

Konstrukce obrazu bodu B'' :

Bodem B''° vedeme přímkou $1p = S_3^{\circ}B''^{\circ}$.

Přímka $1p$ vstne na úběžnici u_3 bod 1.

Bod B'' je průsečíkem přímky $1U_x$ a přímky BU_z .

Konstrukce obrazu bodu C'' :

Bodem C''° vedeme přímkou $2p = S_3^{\circ}C''^{\circ}$.

Přímka $2p$ vstne na úběžnici u_3 bod 2.

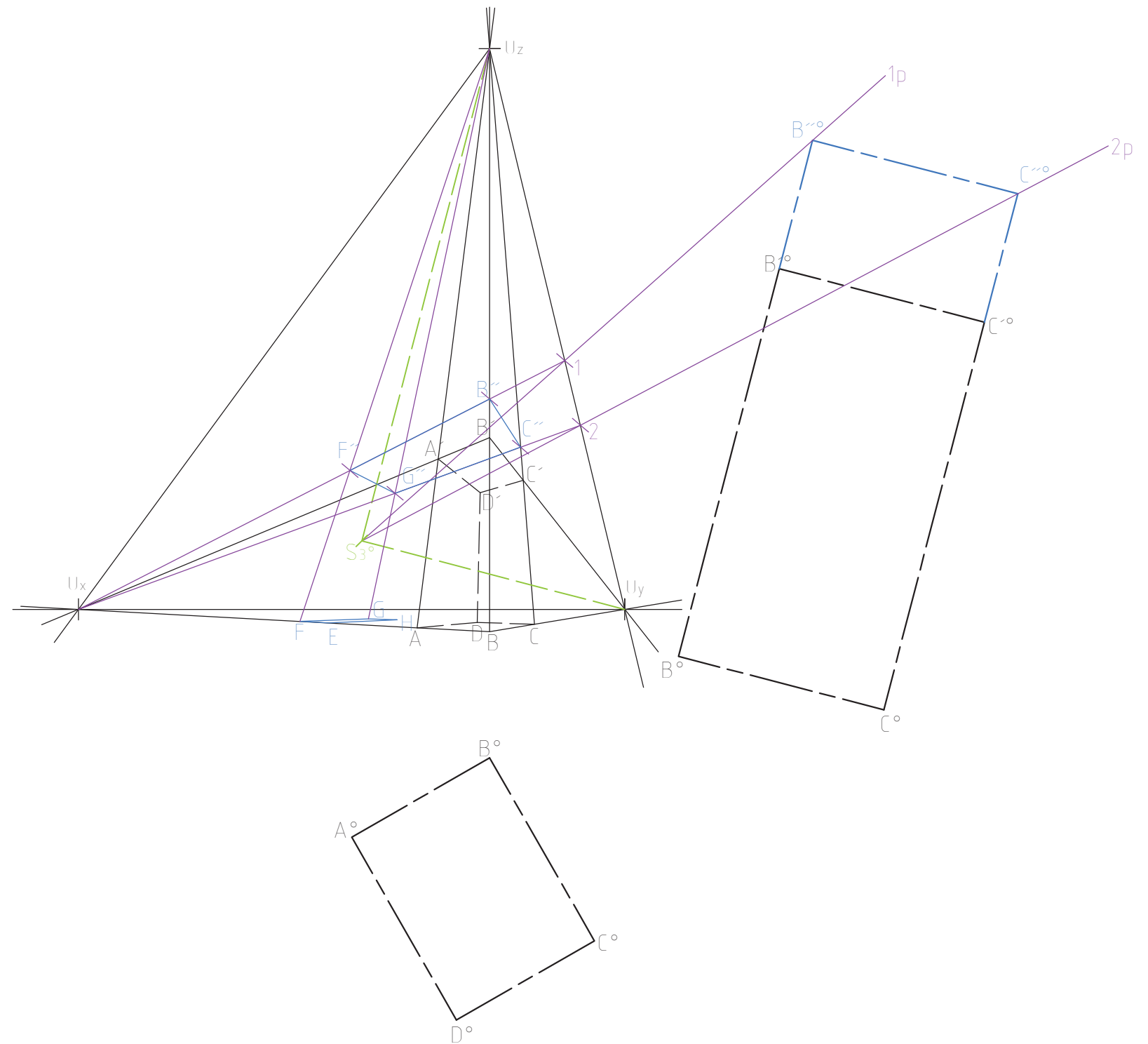
Bod C'' je průsečíkem přímky $2U_x$ a přímky CU_z .

Konstrukce bodů F'' a G'' :

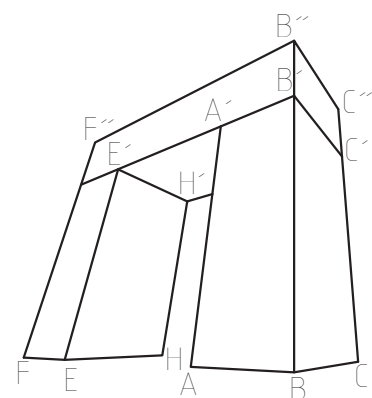
Bod F'' je průsečíkem přímky $B''U_x$ a přímky FU_z .

Bod G'' je průsečíkem přímky $C''U_x$ a přímky GU_z .

Výsledkem je horní podstava překladu $B''C''G''F''$.



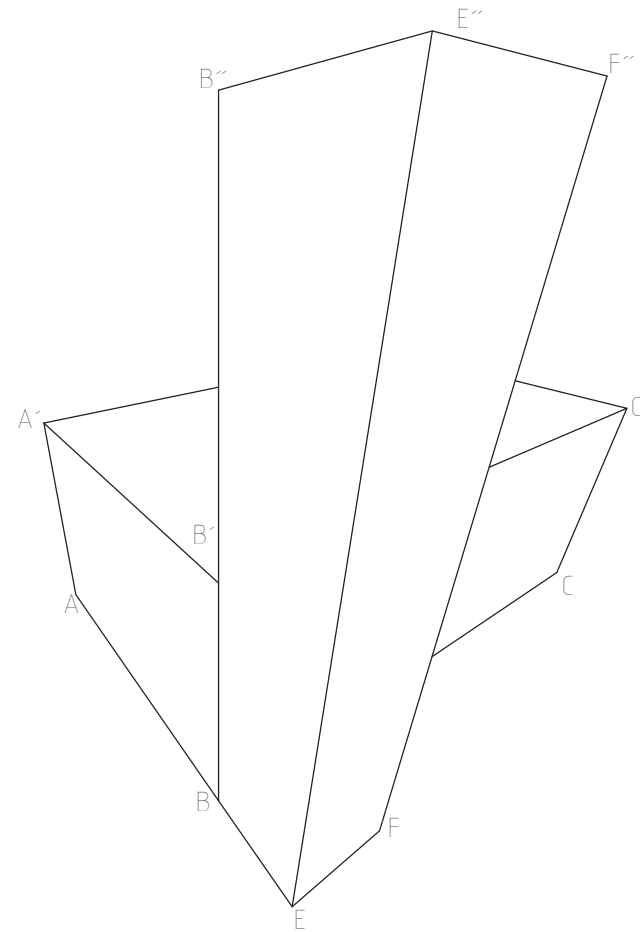
Výsledkem je brána tvořená dvěma sloupy a vodorovným překladem.

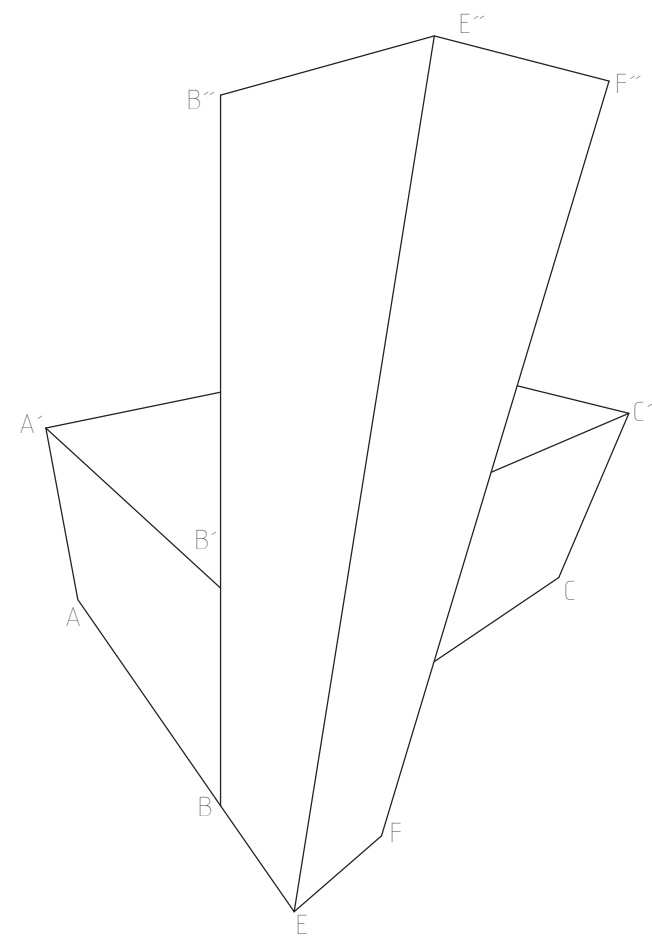


Příklad 6 - A3 na šířku

Je dán šikmý snímek kostela, který je tvořen hlavní lodí s obdélníkovým půdorysem ABCD a čtvercovou věží s podstavou BEFG. Délka hlavní lodi je 12 m a její výška je 5 m. Určete prvky vnitřní orientace a sestrojte otočený půdorys a nárys objektu v měřítku 1:100

Zadání je předtištěno na následující stránce.





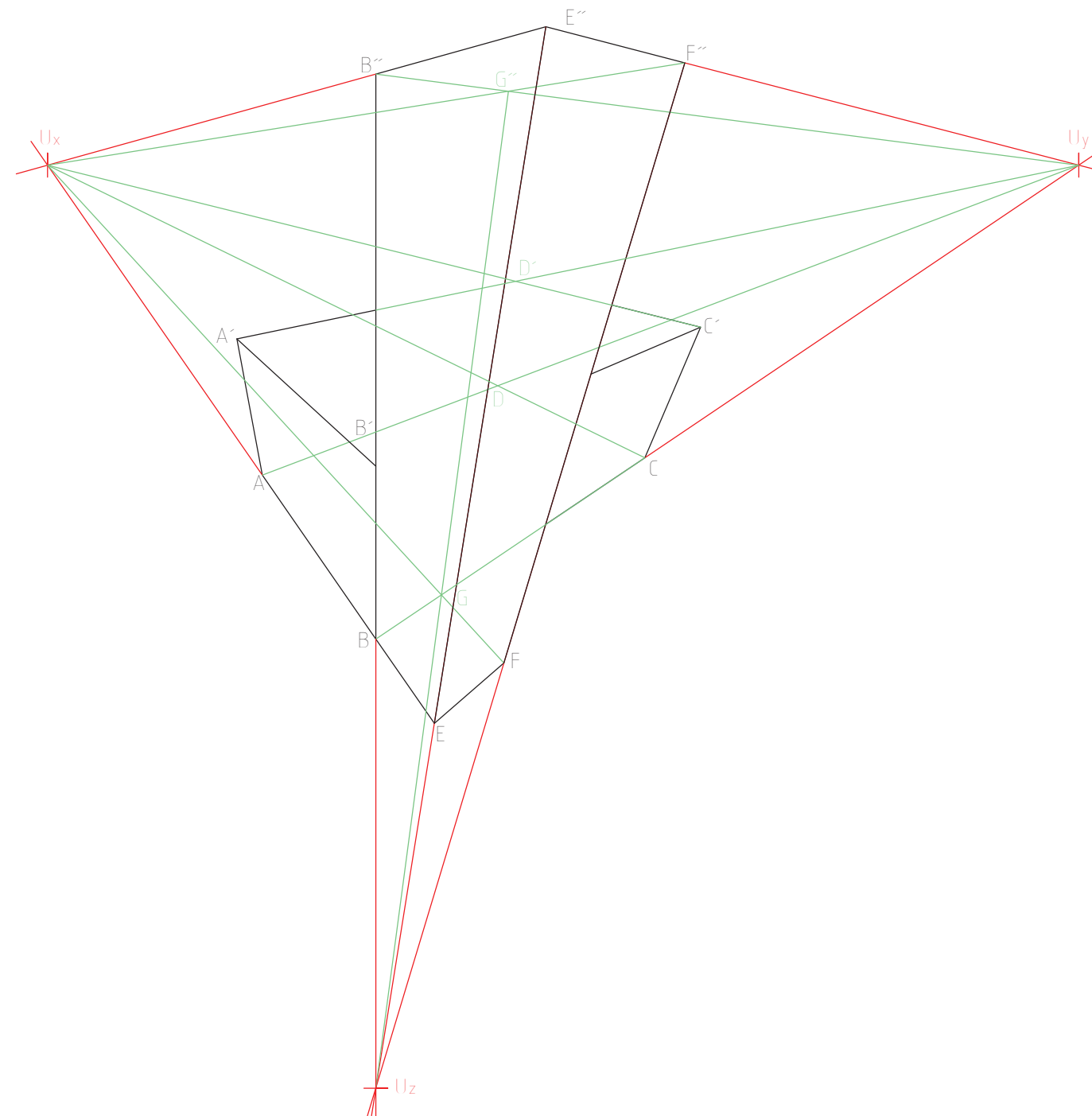
Zkonstruuujeme úběžníky vodorovných a svislých přímek. (viz. Příklad 1)

Průnik obrazů vodorovných přímek AB , $A'B'$ a $E''B''$ je úběžník U_x .

Průnik obrazů vodorovných přímek BC , $B'C'$, EF a $E''F''$ je úběžník U_y .

Průnik obrazů svislých přímek AA' , BB' , CC' , EE' a FF'' je úběžník U_z .

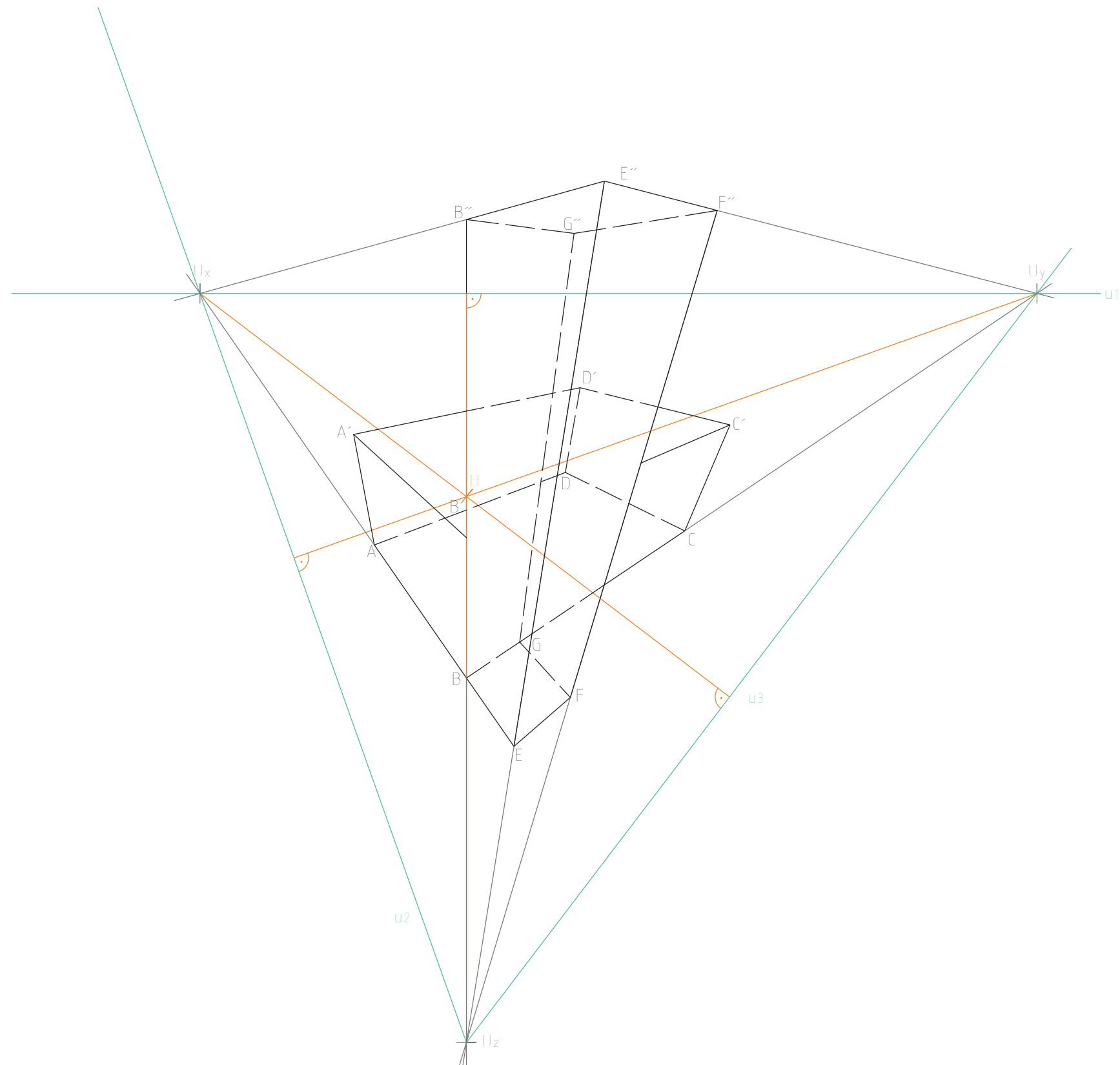
S využitím úběžníků zkonstruuujeme chybějící obrazy vrcholů D, D', G a G''



Zkonstruuje uběžnice vodorovných a svislých uběžnicových rovin. (viz. Příklad 1)

Zkonstruuje výšky trojúhelníku $U_xU_yU_z$ na kterých budou ležet otočené středy promítání S_1° a S_2° .

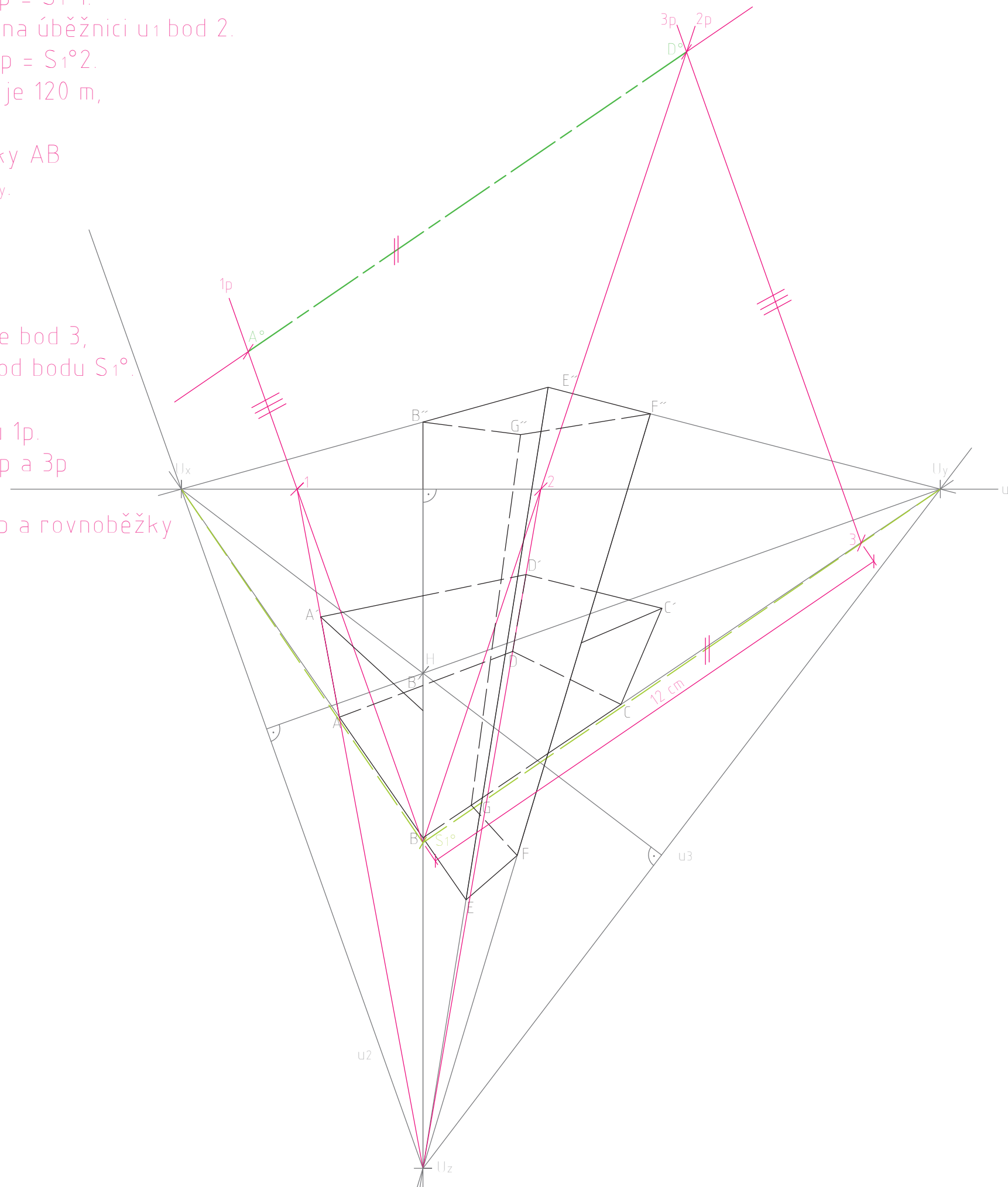
Výšky se protínají v hlavním bodě H .



Obraz svislé přímky AA' vytne na úběžnici u_1 bod 1.
 Otočený bod A leží na přímce $1p = S_1^{\circ}1$.
 Obraz svislé přímky DD' vytne na úběžnici u_1 bod 2.
 Otočený bod D leží na přímce $2p = S_1^{\circ}2$.
 Skutečná vzdálenost bodů AD je 120 m,
 v měřítku 1:100 je to 12 cm.
 Platí, že otočení půdorys přímky AB
 je rovnoběžný s přímkou $S_1^{\circ}U_y$.

Na polopřímce $S_1^{\circ}U_y$ sestrojíme bod 3,
 který je ve vzdálenosti 12 cm od bodu S_1° .
 Bodem 3 vedeme přímku $3p$,
 která je rovnoběžná s přímkou $1p$.
 Bod D° je průsečíkem přímek $2p$ a $3p$

Bod A° je průsečíkem přímky $1p$ a rovnoběžky
 s $S_1^{\circ}U_y$ vedené bodem D° .

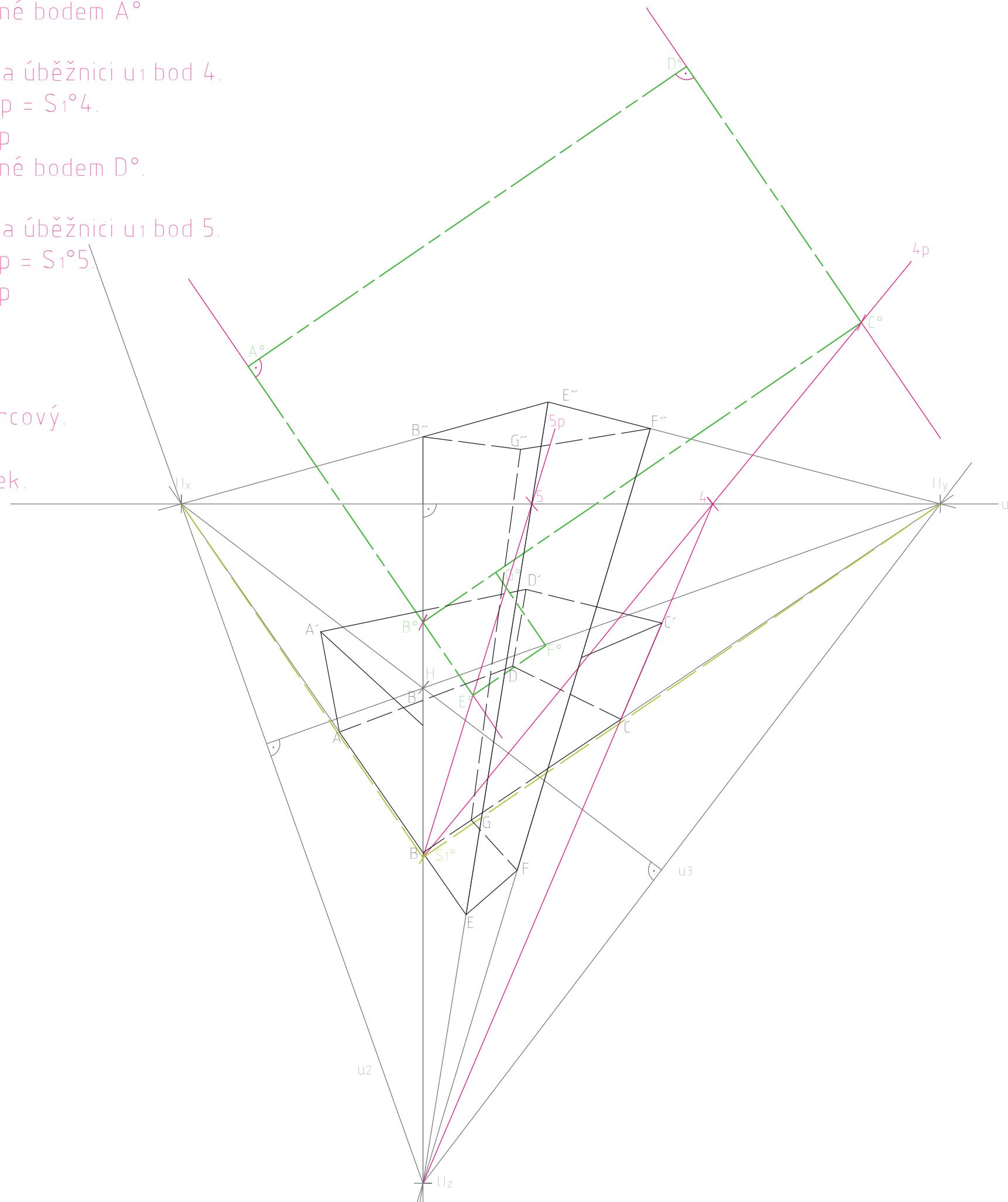


Bod B° je průsečíkem přímky BB'
a kolmice na přímku $A^\circ D^\circ$ vedené bodem A°

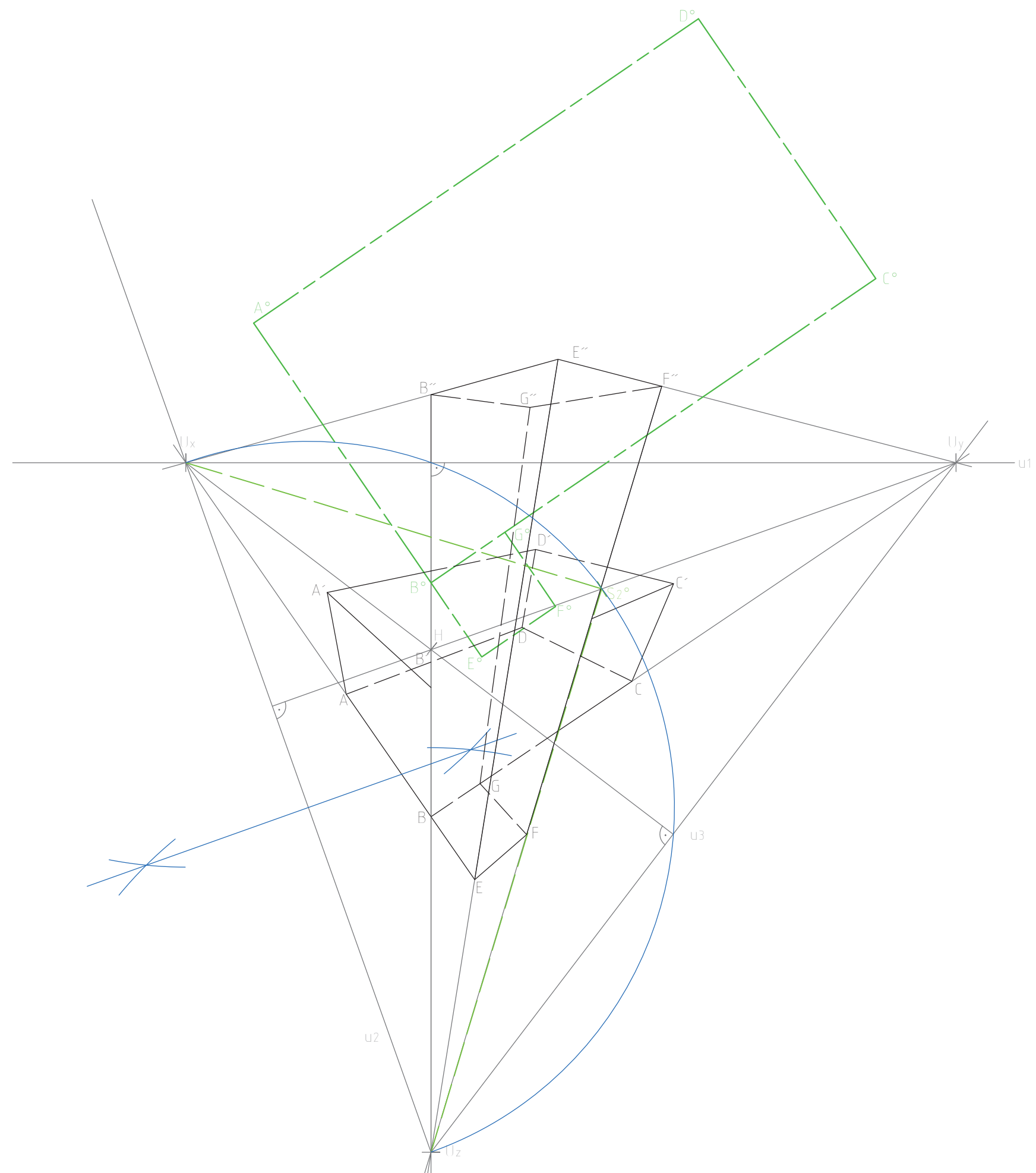
Obraz svislé hrany CC' vytne na úběžnici u_1 bod 4.
Otočený bod C leží na přímce $4p = S_1^\circ 4$.
Bod C° je průsečíkem přímky $4p$
a kolmice na přímku $A^\circ D^\circ$ vedené bodem D° .

Obraz svislé hrany EE' vytne na úběžnici u_1 bod 5.
Otočený bod E leží na přímce $5p = S_1^\circ 5$.
Bod E° je průsečíkem přímky $4p$
a přímky $A^\circ B^\circ$.

Vzdálenost $B^\circ E^\circ$ je 2 cm.
Víme, že půdorys věže je čtvercový.
Dokončíme konstrukci
půdorysu pomocí kolmých přímk.

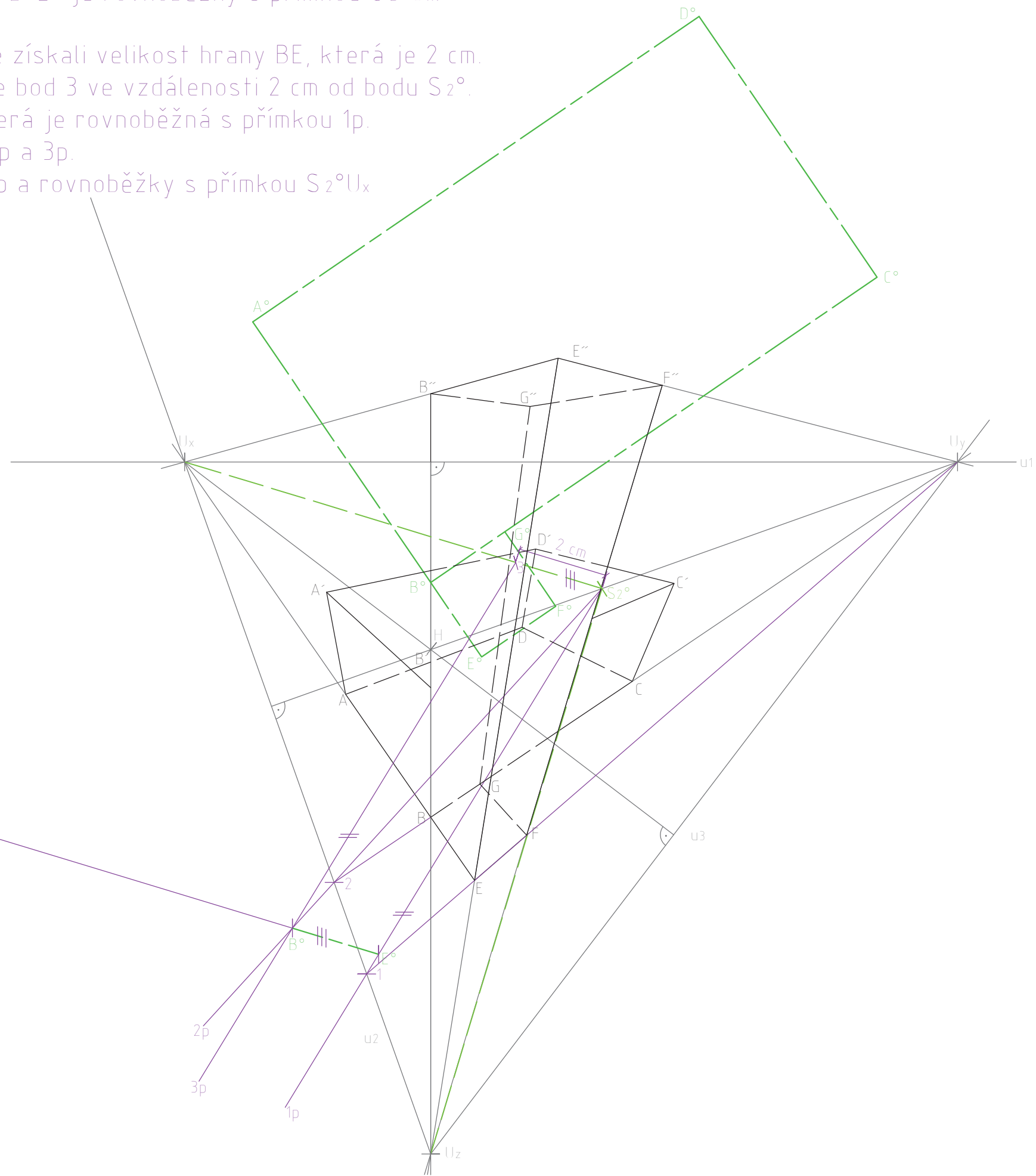


Pro rekonstrukci nárýsu otočíme úběžnicovou rovinu kolem úběžnice u_2 do průmětny - roviny papíru (viz. Příklad 1).
Spojnice bodu S_2° s úběžníky U_x a U_z jsou směry zdí kostela v nárýsu.

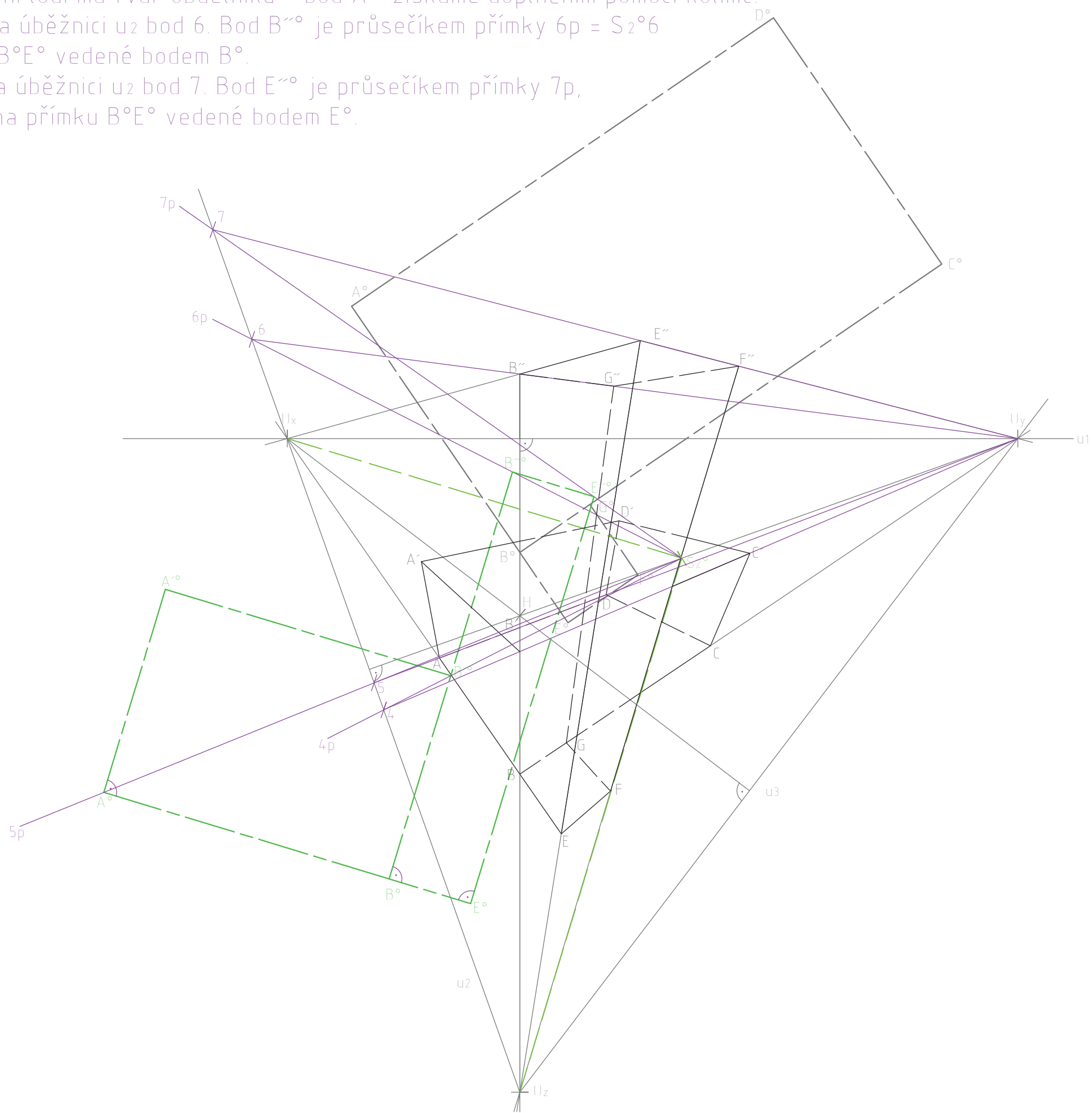


Přímka EF vytne na úběžnici u_2 bod 1. Otočený bod E° leží na přímce $1p = S_2^\circ 1$.
 Přímka BG vytne na úběžnici u_2 bod 2. Otočený bod B° leží na přímce $2p = S_2^\circ 2$.
 Platí, že otočený nárys přímky $B^\circ E^\circ$ je rovnoběžný s přímkou $S_2^\circ U_x$.

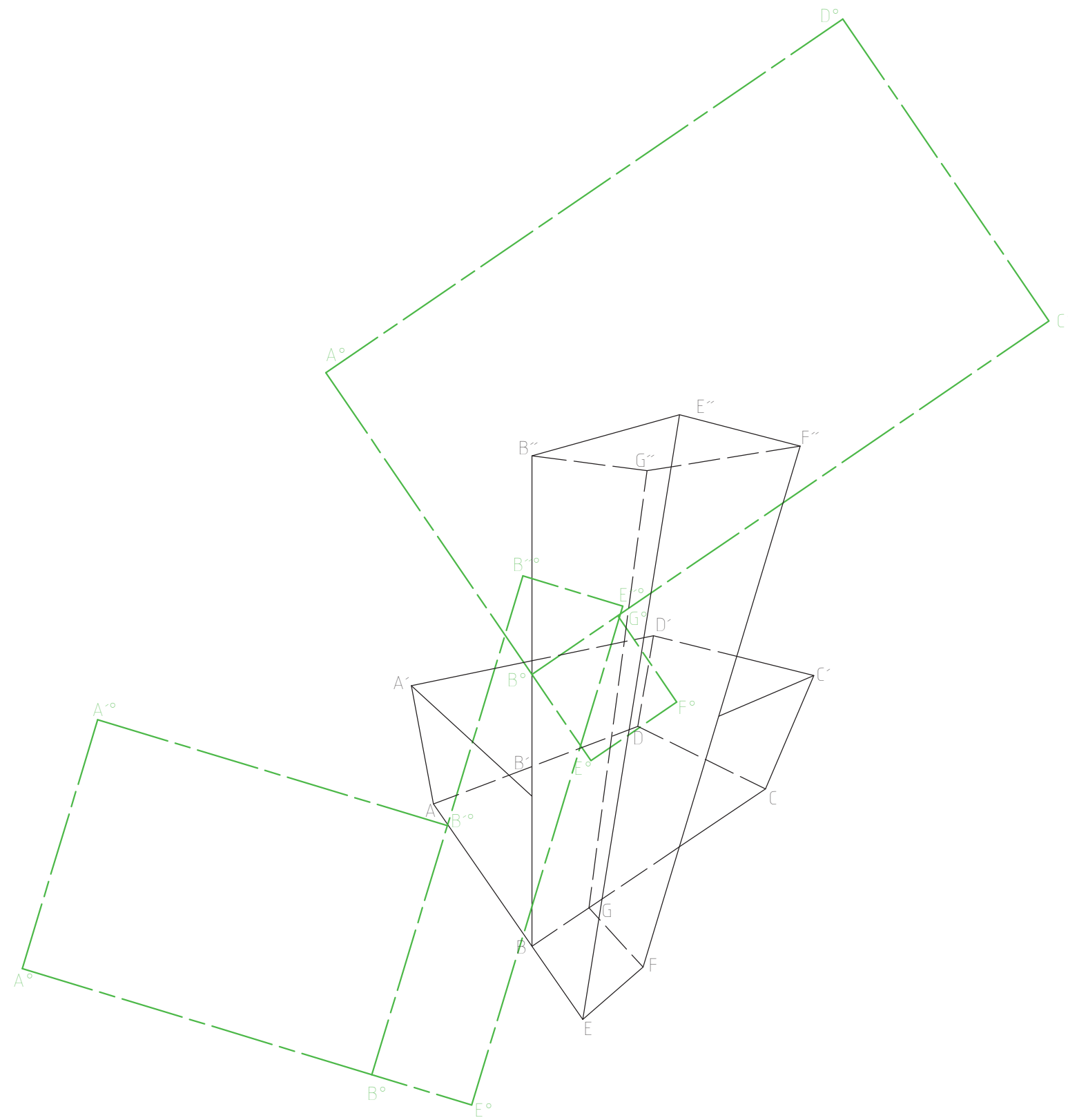
Z rekonstrukce půdorysu jsme získali velikost hrany BE, která je 2 cm.
 Na polopřímce $S_2^\circ U_x$ sestrojíme bod 3 ve vzdálenosti 2 cm od bodu S_2° .
 Bodem 3 vedeme přímku $3p$, která je rovnoběžná s přímkou $1p$.
 Bod B° je průsečíkem přímek $2p$ a $3p$.
 Bod E° je průsečíkem přímek $1p$ a rovnoběžky s přímkou $S_2^\circ U_x$ vedené bodem B° .



Přímka $C'B'$ vytne na úběžnici u_2 bod 4. Bod B° je průsečíkem přímky $4p = S_2^\circ 4$ a kolmice na přímku $B^\circ E^\circ$ vedené bodem B° .
 Přímka AD vytne na úběžnici u_2 bod 5. Bod A° je průsečíkem přímky $5p = S_2^\circ 5$ a přímky $B^\circ E^\circ$.
 Víme, že průčelí hlavní lodi má tvar obdélníku – bod A° získáme doplněním pomocí kolmic.
 Přímka $G''B''$ vytne na úběžnici u_2 bod 6. Bod B'' je průsečíkem přímky $6p = S_2^\circ 6$ a kolmice na přímku $B^\circ E^\circ$ vedené bodem B° .
 Přímka $E''F''$ vytne na úběžnici u_2 bod 7. Bod E'' je průsečíkem přímky $7p$, $7p = S_2^\circ 7$ a kolmice na přímku $B^\circ E^\circ$ vedené bodem E° .



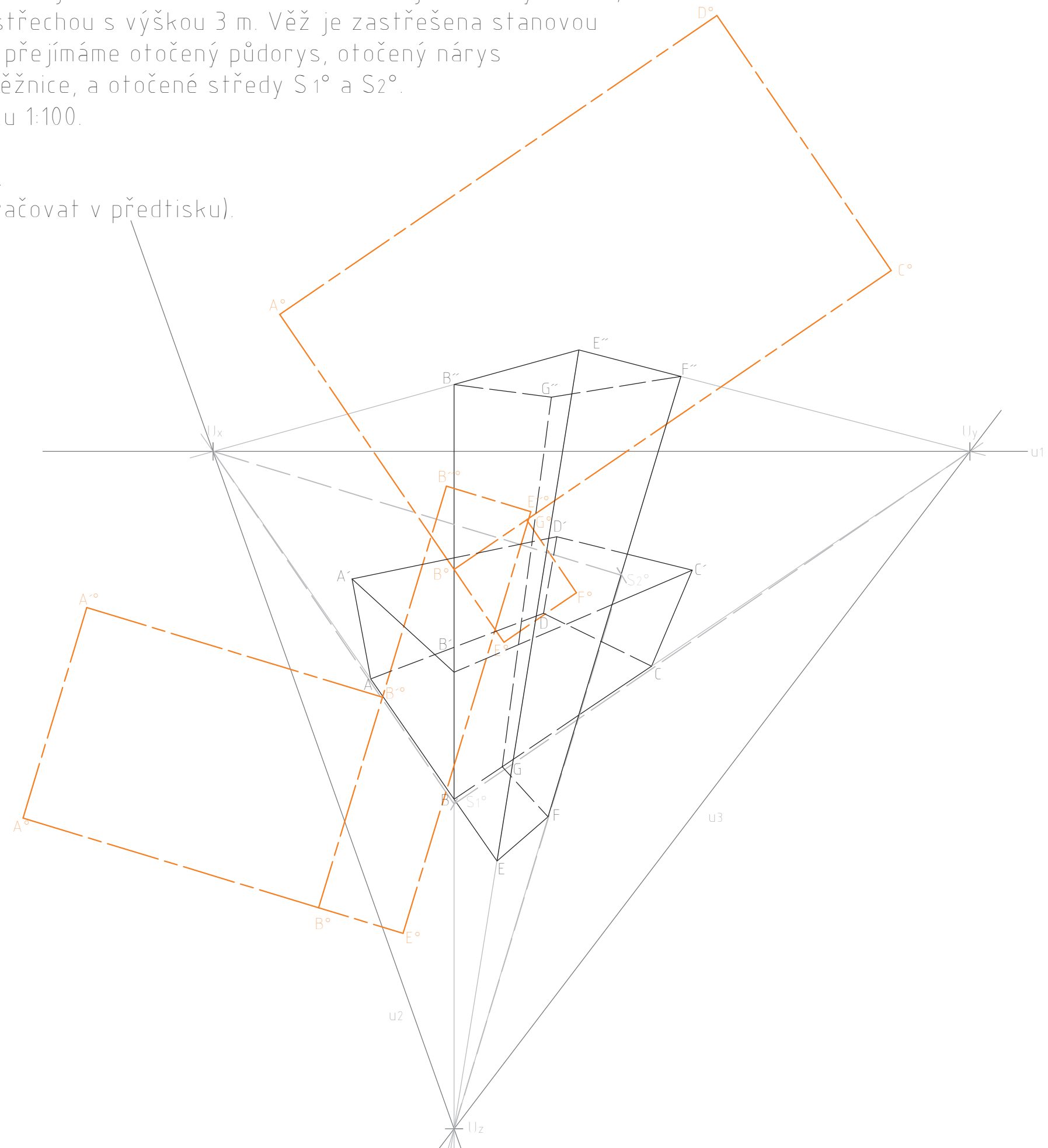
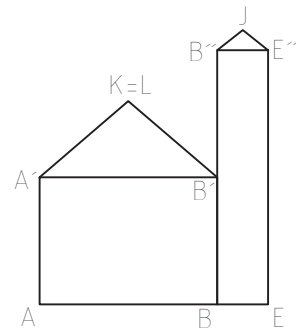
Výsledkem konstrukce je otočený půdorys a nárys kostela..

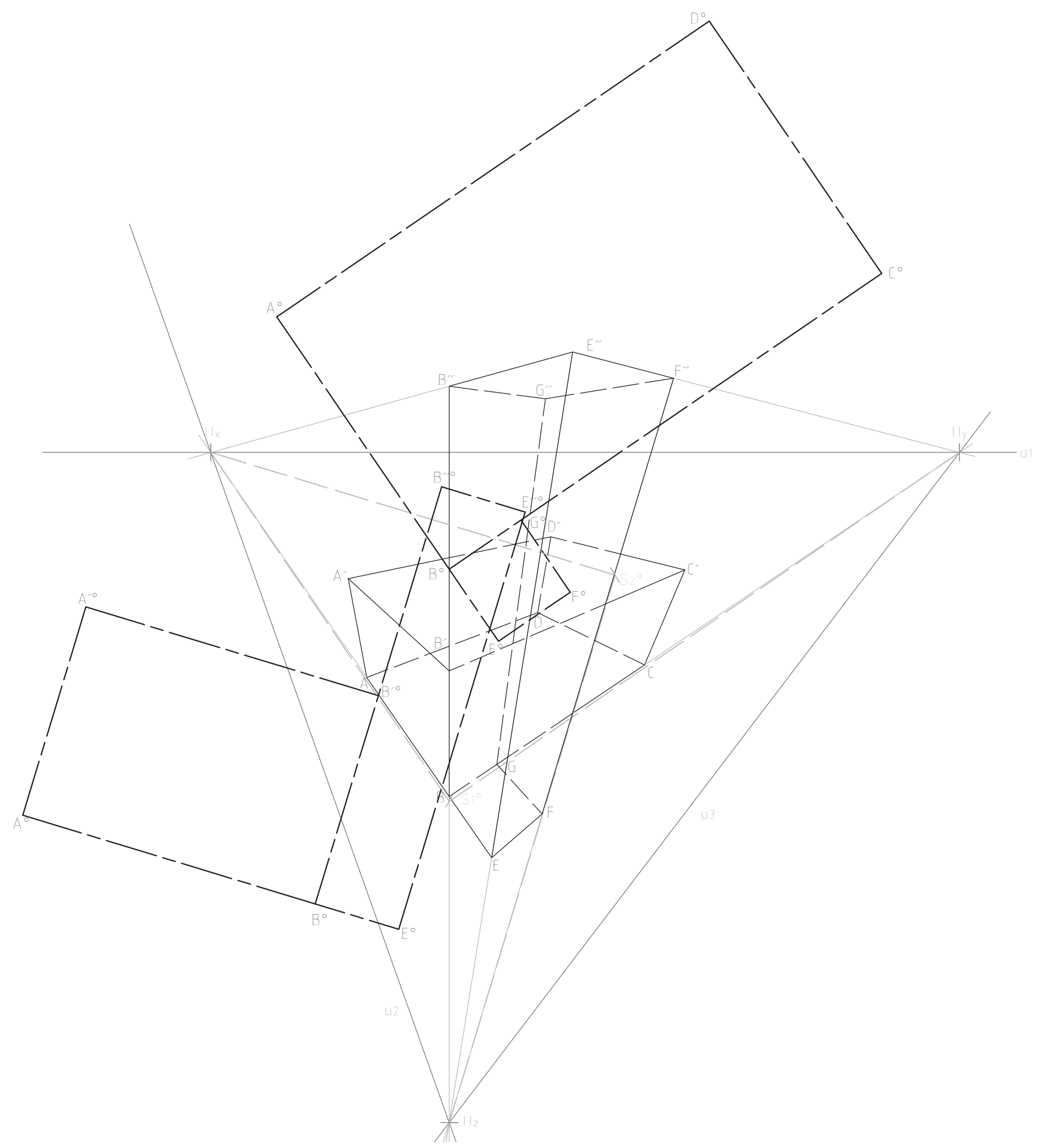


Příklad 7 - A3 na šířku

Příklad je pokračováním příkladu 6. Úkolem je dokreslení zastřešení stávající budovy víte-li, že hlavní loď je zastřešena sedlovou střechou s výškou 3 m. Věž je zastřešena stanovou střechou o výšce 0,8 m. Z minulé úlohy přejímáme otočený půdorys, otočený nárys a základní prvky vnitřní orientace - úběžnice, a otočené středy S_1° a S_2° . Otočený půdorys a nárys jsou v měřítku 1:100.

Zadání je předtištěno na další stránce.
(Pro větší přehlednost doporučuji pokračovat v předtisku).





Do otočeného půdorysu dokreslíme půdorysy bodů K°, L° a M° .

Konstrukce obrazu půdorysu bodu K , tj. bodu K_1 .

Přímka $1p = S_1^\circ K^\circ$ vytne na úběžnici u_1 dělicí bod 1 .

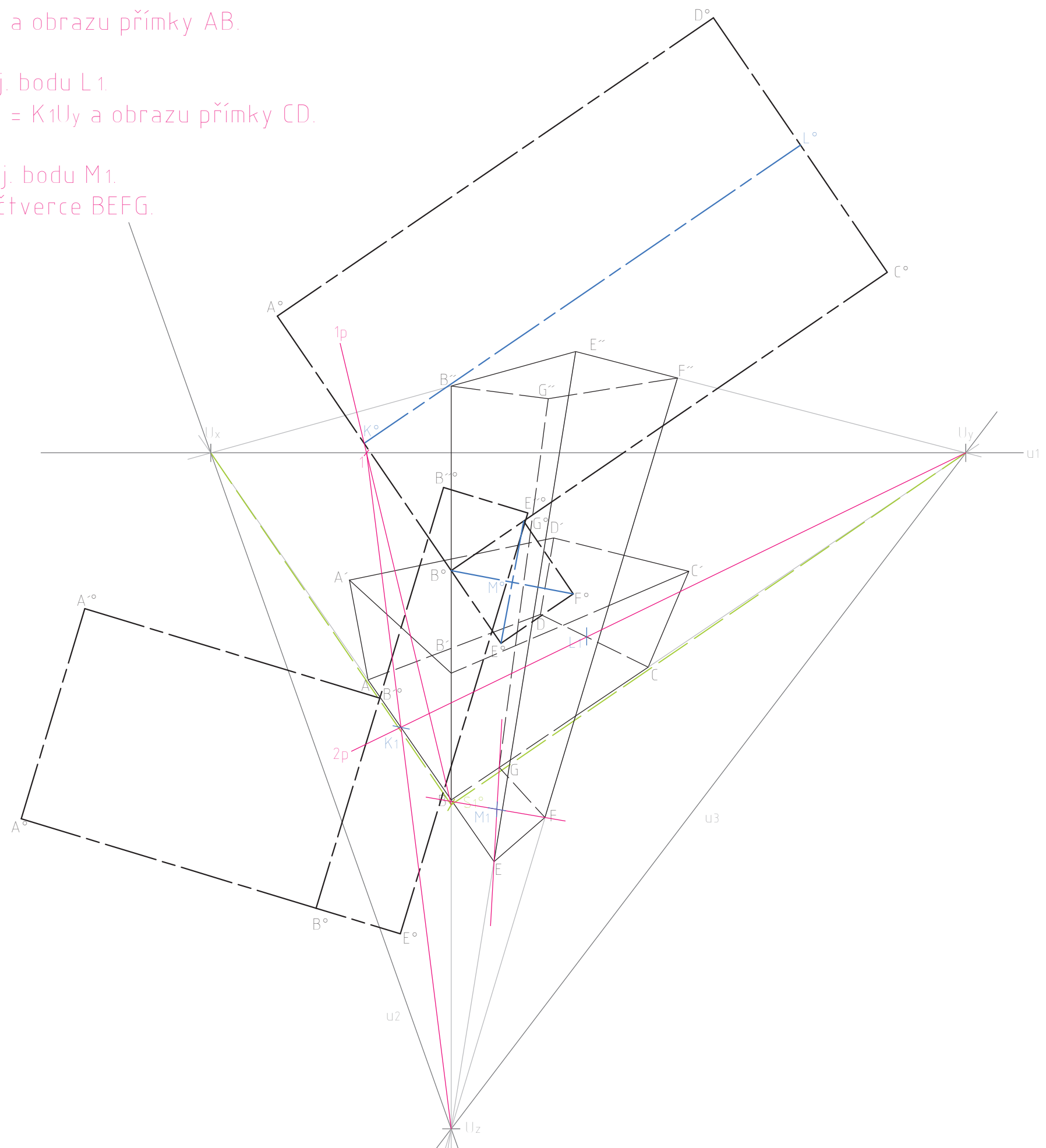
Obraz bodu K_1 je průnikem spojnice $1U_z$ a obrazu přímky AB .

Konstrukce obrazu půdorysu bodu L , tj. bodu L_1 .

Obraz bodu L_1 je průnikem přímky $2p = K_1U_y$ a obrazu přímky CD .

Konstrukce obrazu půdorysu bodu M , tj. bodu M_1 .

Bod M_1 získáme jako průnik úhlopříček čtverce $BEFG$.



Do otočeného bokorysu dokreslíme body K° , L° a M° .

Konstrukce obrazu bodu K

Obrazem bodu K_1 vedeme přímkou $1p = K_1U_z$ - svislá přímka nad bodem K_1 .

Spojnice bodu K° a S_2° výtne na úběžnici u_2 bod 2. Bod K je průnikem přímkou $1p$ a $2p = U_y2$.

Konstrukce obrazu bodu L

Obrazem bodu L_1 vedeme přímkou $3p$

$3p = L_1U_z$ - svislá přímka nad bodem L_1 .

Bod L je průnikem přímkou $3p$ a $2p$.

Konstrukce obrazu bodu M

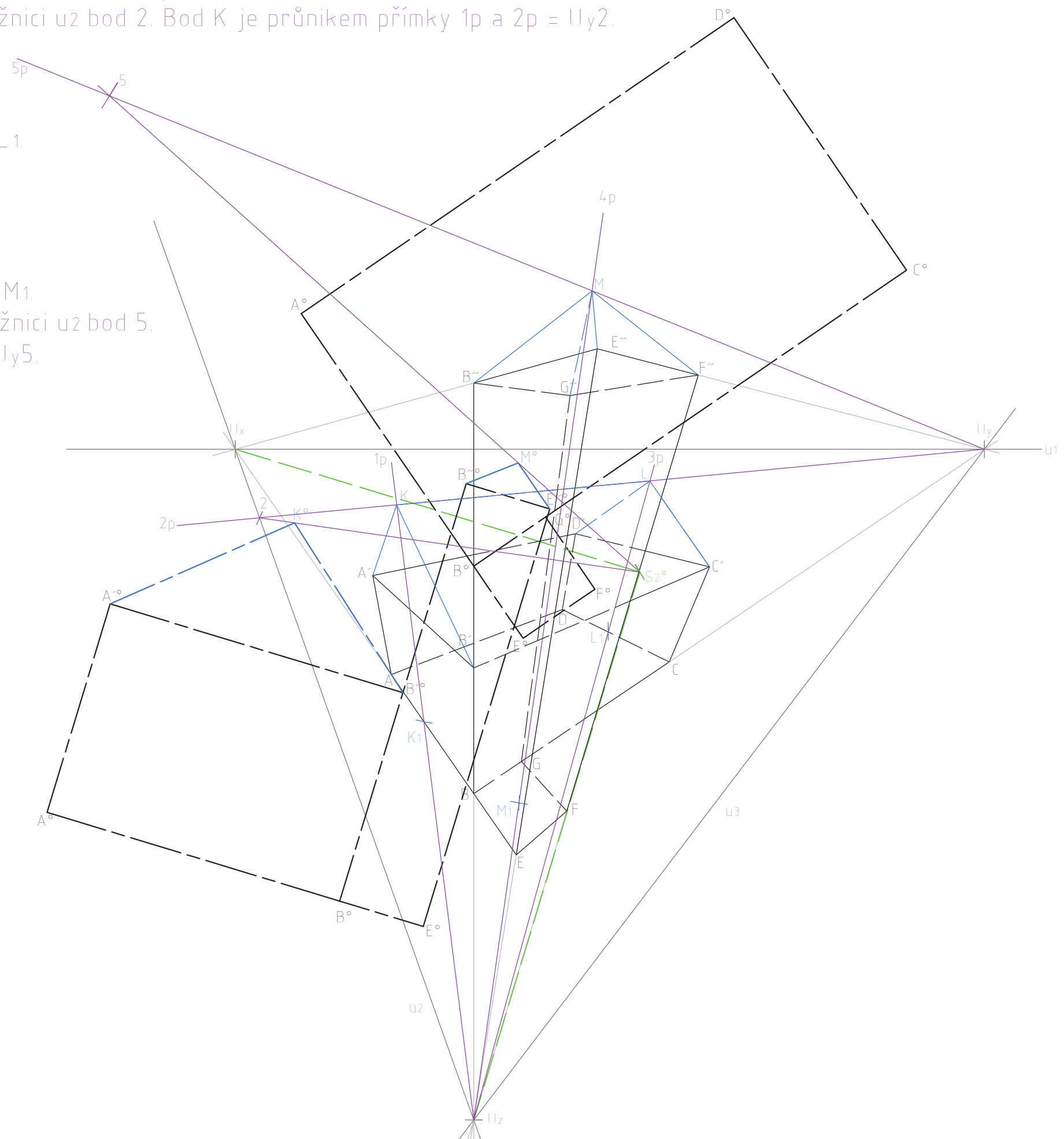
Obrazem bodu M_1 vedeme přímkou $4p$

$4p = M_1U_z$ - svislá přímka nad bodem M_1 .

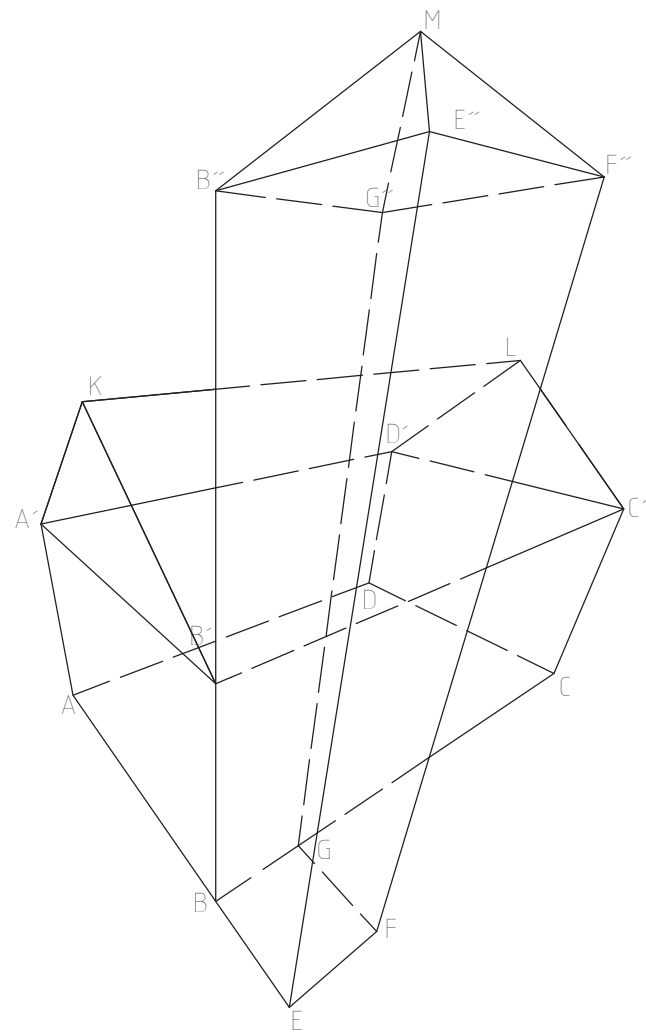
Spojnice bodu M° a S_2° výtne na úběžnici u_2 bod 5.

Bod M je průnikem přímkou $4p$ a $5p = U_y5$.

Doplníme hrany střech a viditelnost.



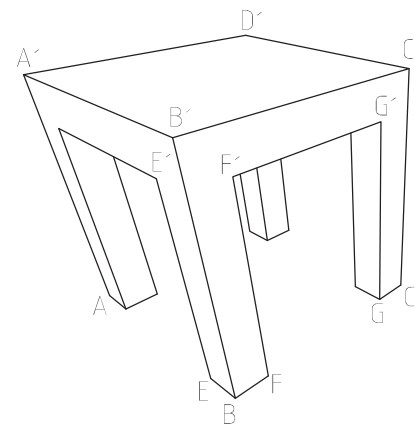
Výsledkem je obraz kostela.

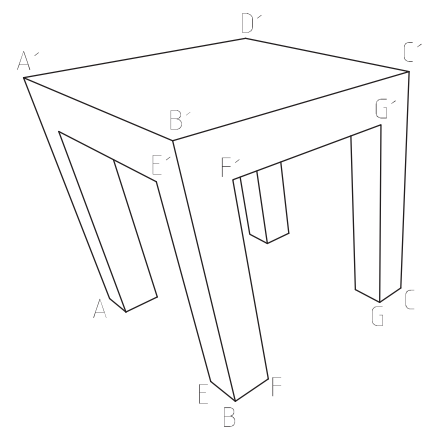


Příklad 8 - A3 na šířku

Je dán šikmý snímek židle. Rozměry sedáku jsou 50 x 50 cm. Nohy židle mají čtvercový průřez. Obrázek je v měřítku 1:10. Zjistěte skutečnou výšku židle a sestrojte otočený půdorys a bokorys tělesa.

Zadání je předtištěno na následující stránce.





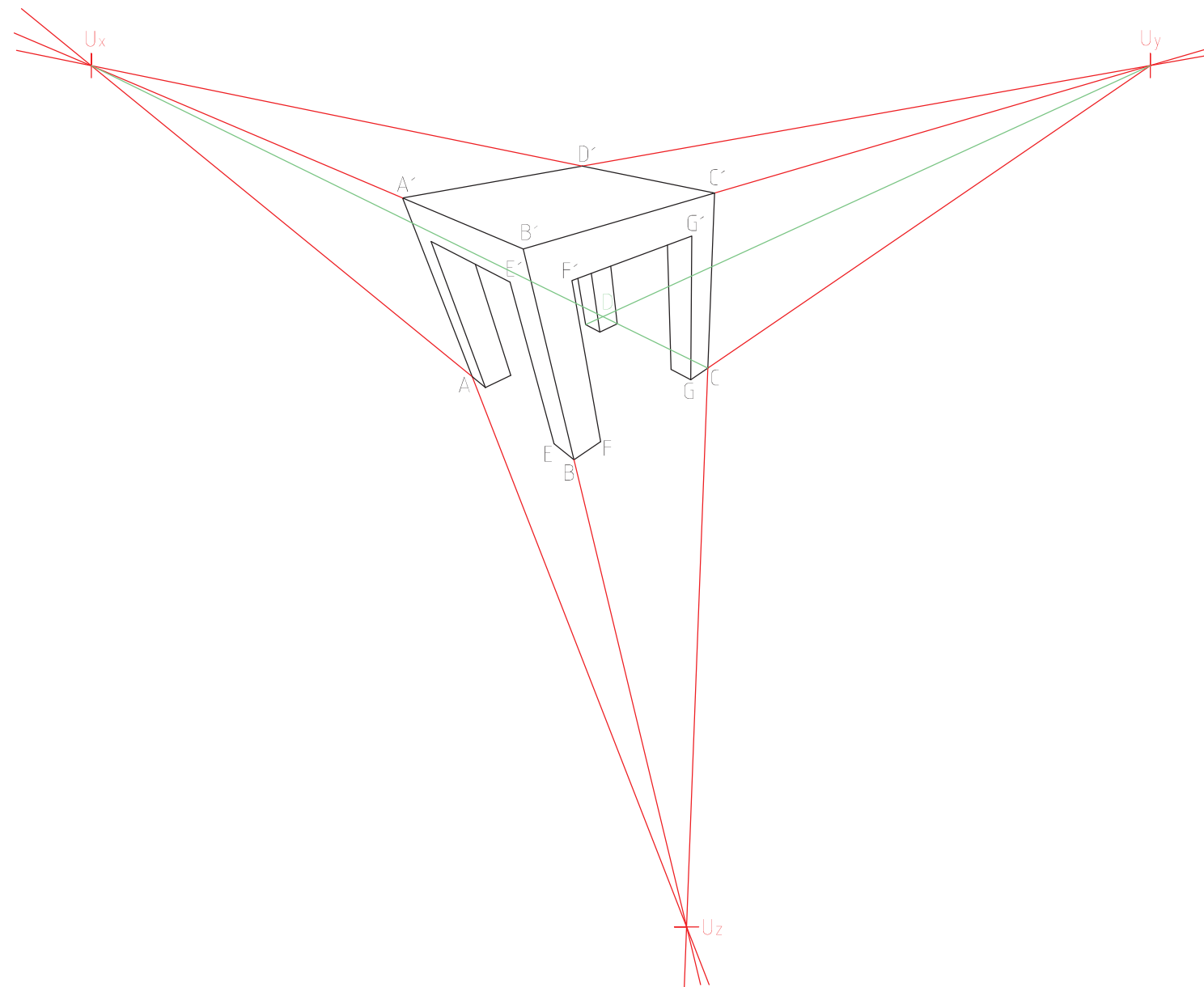
Zkonstruuje uběžníky vodorovných a svislých přímek. (viz. Příklad 1)

Průnik obrazů vodorovných přímek AB , $A'B'$ a $C'D'$ je uběžník U_x .

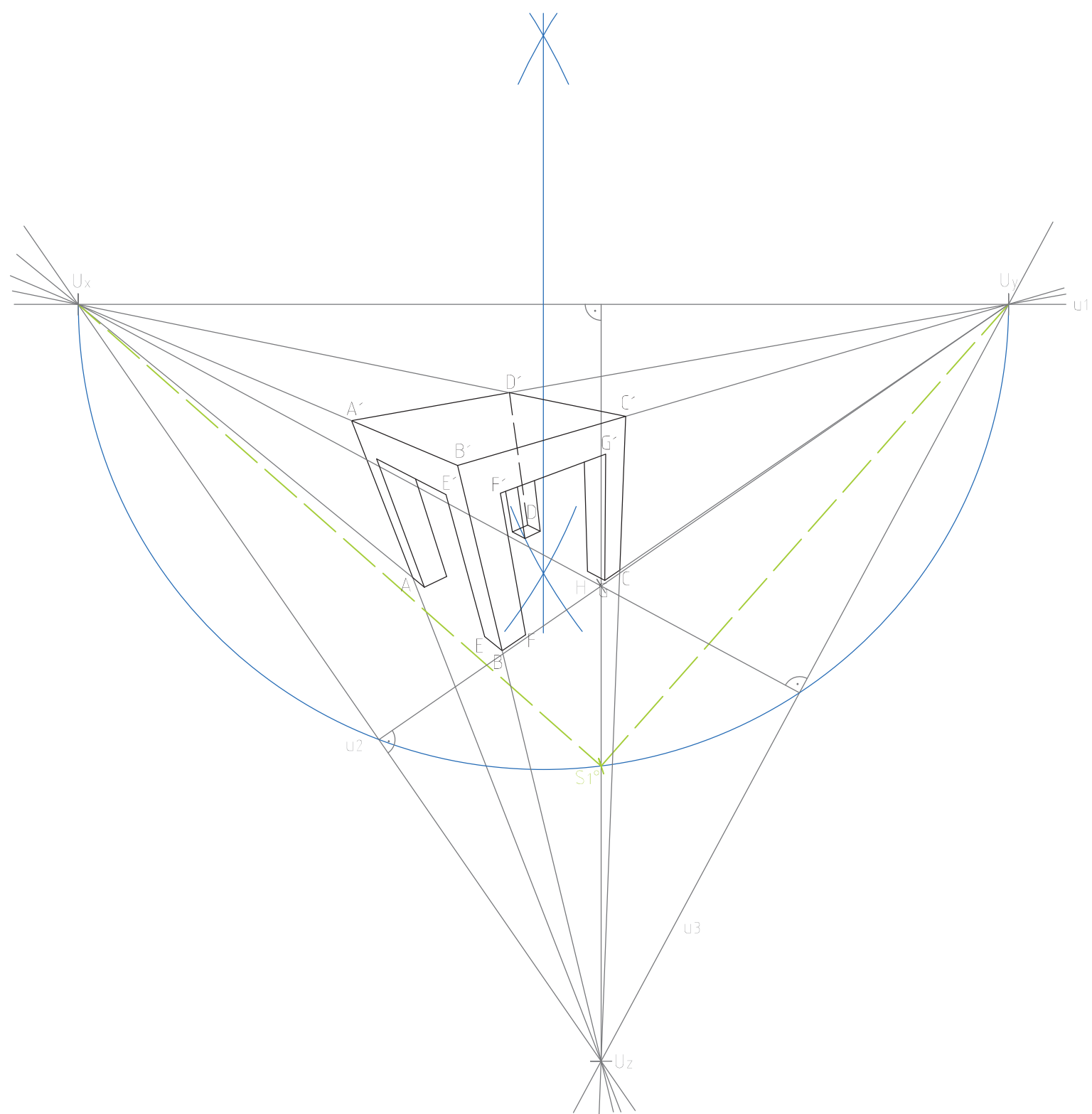
Průnik obrazů vodorovných přímek BC , $B'C'$ a $A'D'$ je uběžník U_y .

Průnik obrazů svislých přímek AA' , BB' a CC' je uběžník U_z .

S využitím uběžníků zkonstruuje chybějící obraz vrcholu D .



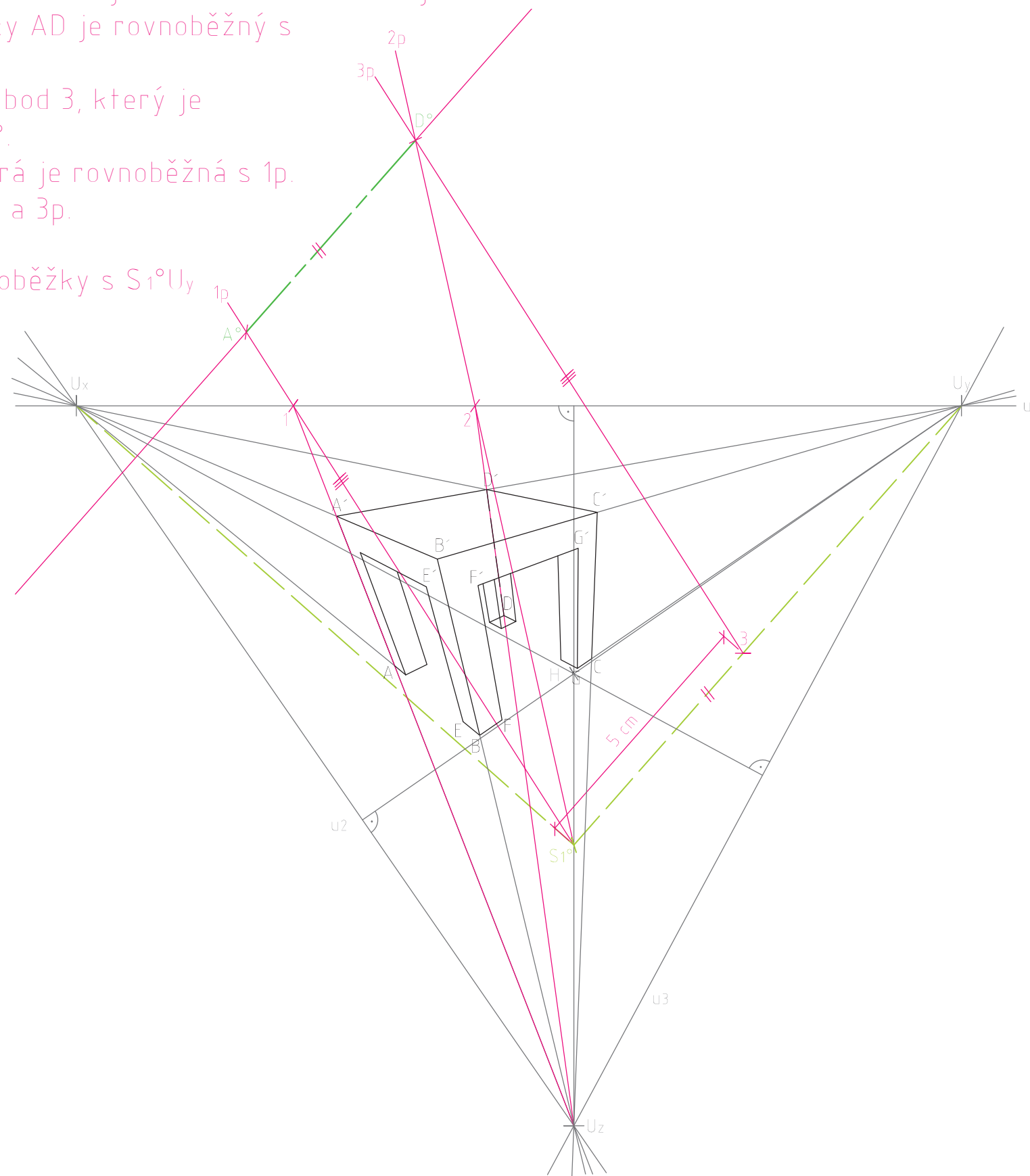
Pro rekonstrukci půdorysu otočíme úběžnicovou rovinu kolem úběžnice u_1 do průmětny - roviny papíru.
Získáme tím otočený střed, bod S_1° . Spojnice bodu S_1° s úběžníky U_x a U_y jsou směry hran tělesa v otočení.



Obráz svíslé přímky AA' vytne na úběžnici u_1 bod 1. Otočený bod A leží na přímce $1p = S_1^{\circ}1$.
 Obráz svíslé přímky DD' vytne na úběžnici u_1 bod 2. Otočený bod D leží na přímce $2p = S_1^{\circ}2$.
 Víme, že skutečná vzdálenost bodů AD je 50 cm v měřítku 1:10 je to 5 cm.
 Platí, že otočený půdorys přímky AD je rovnoběžný s
 přímkou $S_1^{\circ}U_y$.

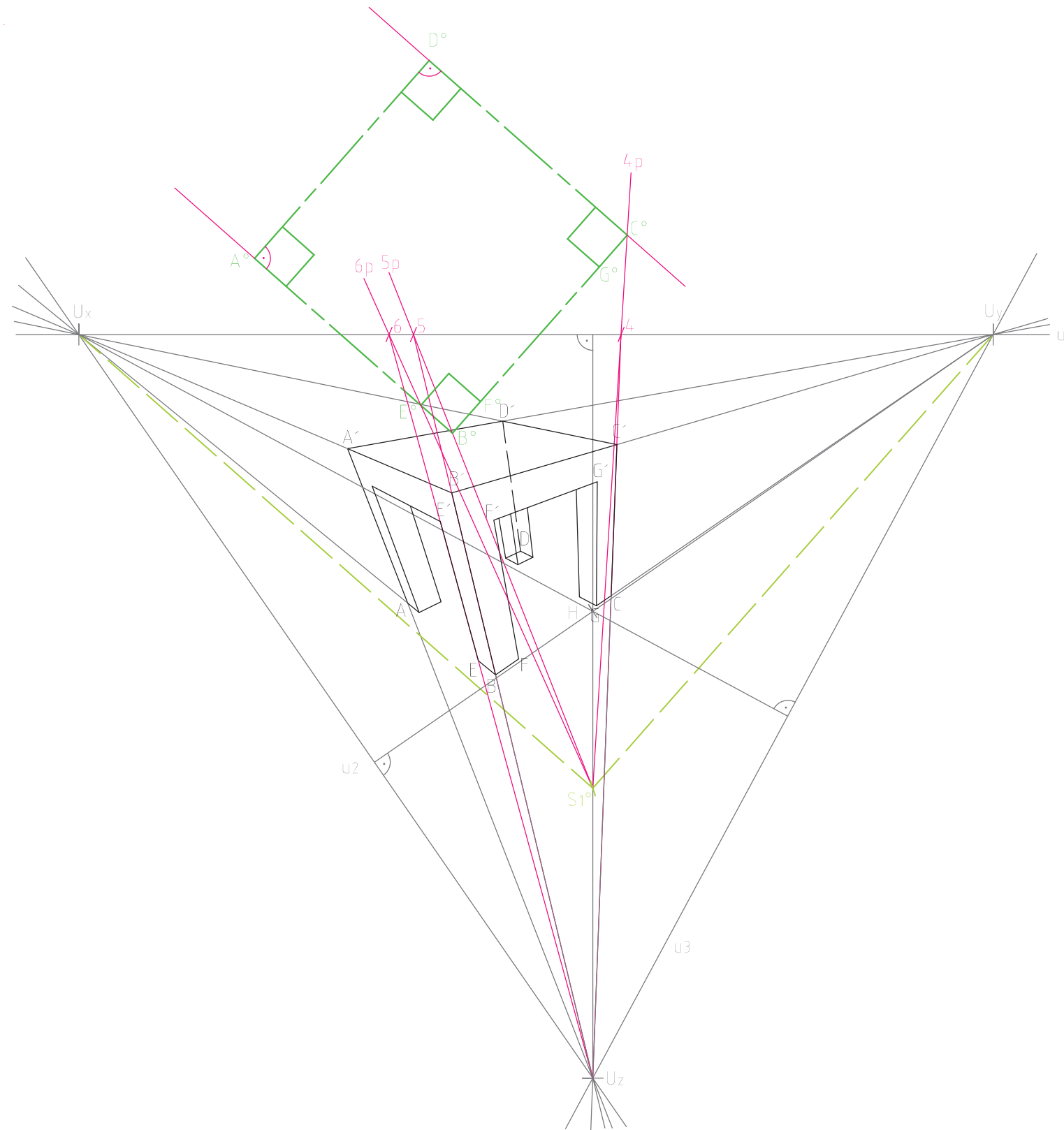
Na polopřímce $S_1^{\circ}U_y$ sestrojíme bod 3, který je
 ve vzdálenosti 5 cm od bodu S_1° .
 Bodem 3 vedeme přímkou $3p$, která je rovnoběžná s $1p$.
 Bod D° je průsečíkem přímek $2p$ a $3p$.

Bod A° je průsečíkem $1p$ a rovnoběžky s $S_1^{\circ}U_y$
 vedené bodem D° .

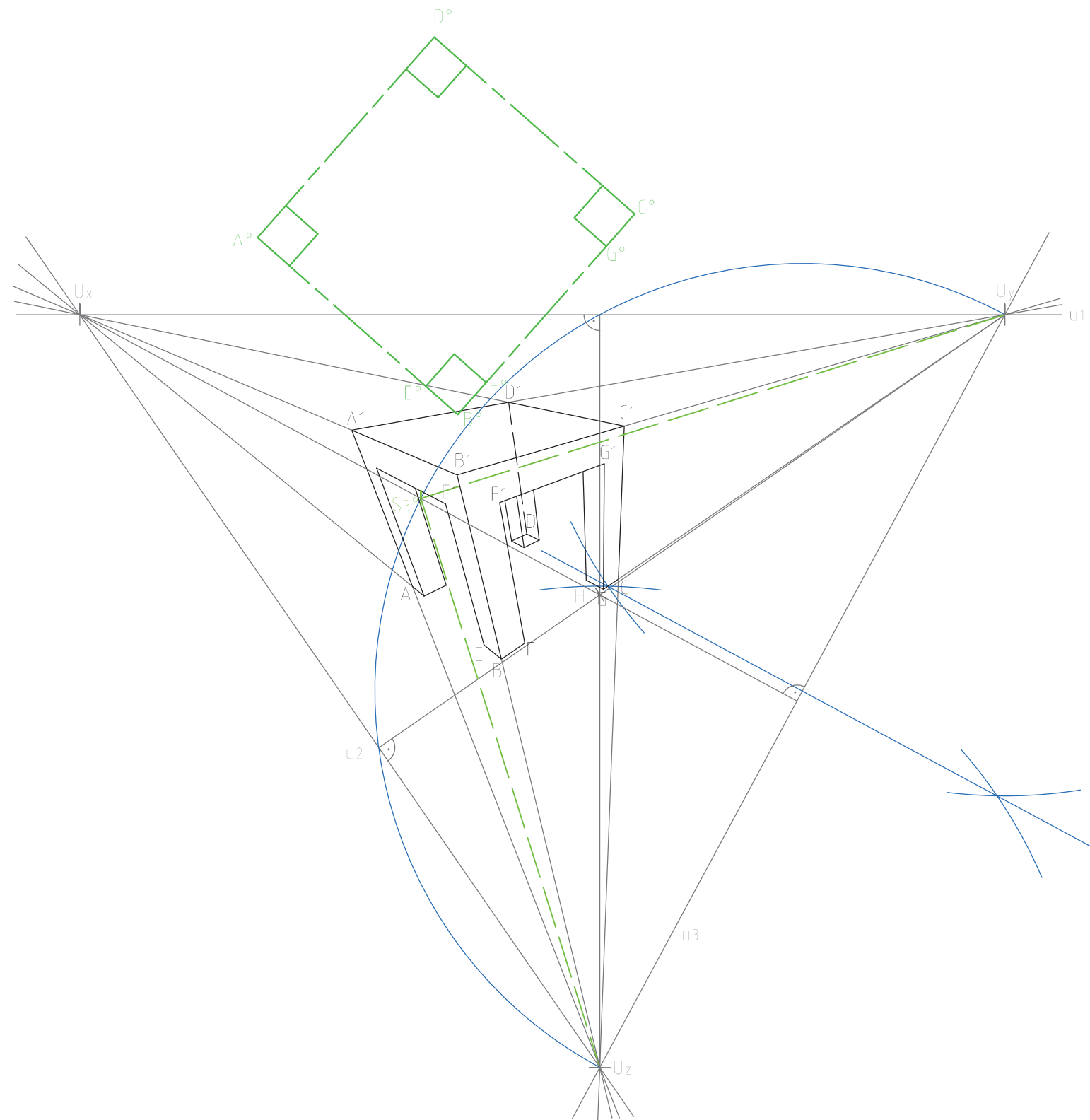


Obráz svislé přímky CC' vytne na úběžnici u_1 bod 4. Bod C° je průsečíkem přímky $4p = S_1^\circ 4$ a kolmice na přímku $A^\circ D^\circ$ vedené bodem D° .
Obráz svislé přímky BB' vytne na úběžnici u_1 bod 5. Bod D° je průsečíkem přímky $5p = S_1^\circ 5$ a kolmice na přímku $A^\circ D^\circ$ vedené bodem A° .

Obráz svislé přímky EE' vytne na úběžnici u_1 bod 6. Bod E° je průsečíkem přímky $6p = S_1^\circ 6$ a hrany $A^\circ B^\circ$.
Měřením zjistíme velikost úsečky $B^\circ E^\circ$ – 8 mm. Víme, že nohy židle mají čtvercový průřez – ostatní body včetně $F^\circ G^\circ$ doplníme pomocí kolmých a rovnoběžných přímek.



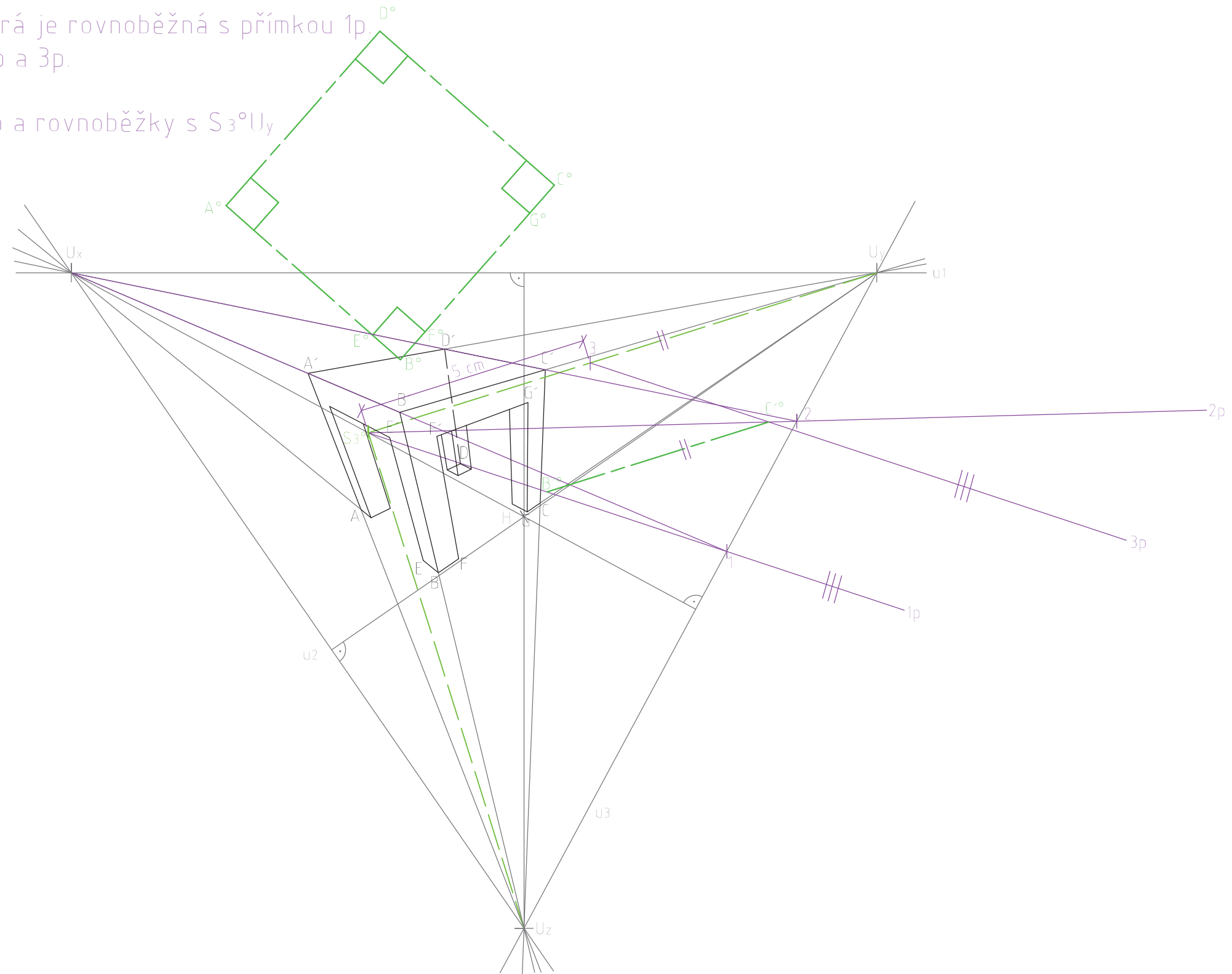
Pro rekonstrukci bokorysu otočíme úběžnicovou rovinu kolem úběžnice u_3 do průmětny - roviny papíru.
Získáme otočený střed - bod S_3° . Spojnice bodu S_3° s úběžníky U_y a U_z jsou směry hran židle v bokoryse.



Obráz vodorovné přímky $A'B'$ vytne na úběžnici u_3 bod 1. Otočený bod B° bude ležet na přímce $1p = S_3^\circ 1$.
 Obráz vodorovné přímky $D'C'$ vytne na úběžnici u_3 bod 2. Otočený bod C° bude ležet na přímce $2p = S_3^\circ 2$.
 Platí, že otočený bokorys přímky $B'C'$ je rovnoběžný s přímkou $S_3^\circ U_y$.

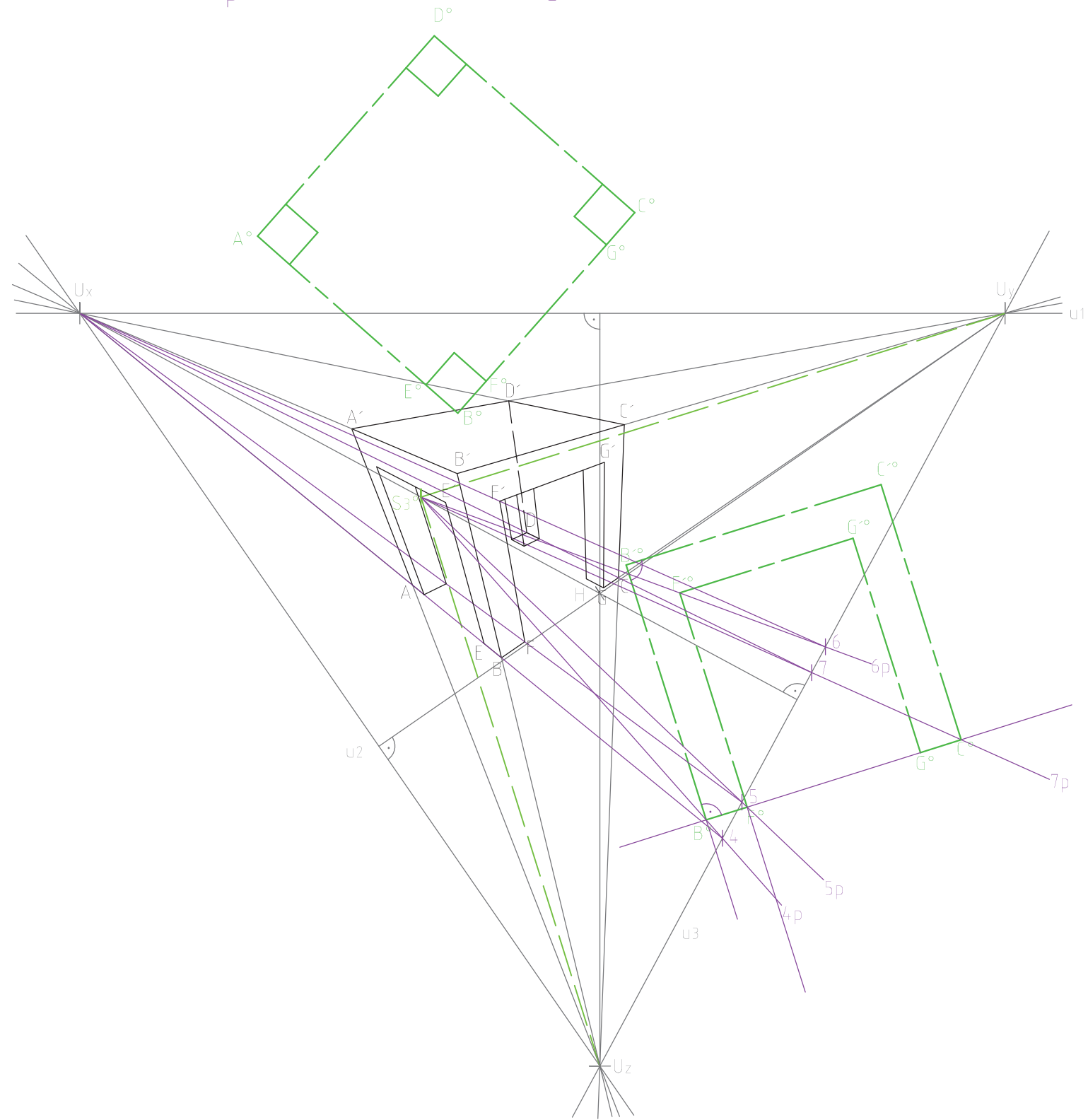
Ze zadání víme, že velikost hrany $B'C'$ je ve skutečnosti 50 cm. V měřítku 1:10 je to 5 cm.
 Na polopřímce $S_3^\circ U_y$ sestrojíme bod 3 ve vzdálenosti 5 cm od bodu S_3° .
 Bodem 3 vedeme přímkou $3p$, která je rovnoběžná s přímkou $1p$.
 Bod C° je průsečíkem přímek $2p$ a $3p$.

Bod B° je průsečíkem přímky $1p$ a rovnoběžky s $S_3^\circ U_y$ vedené bodem C° .

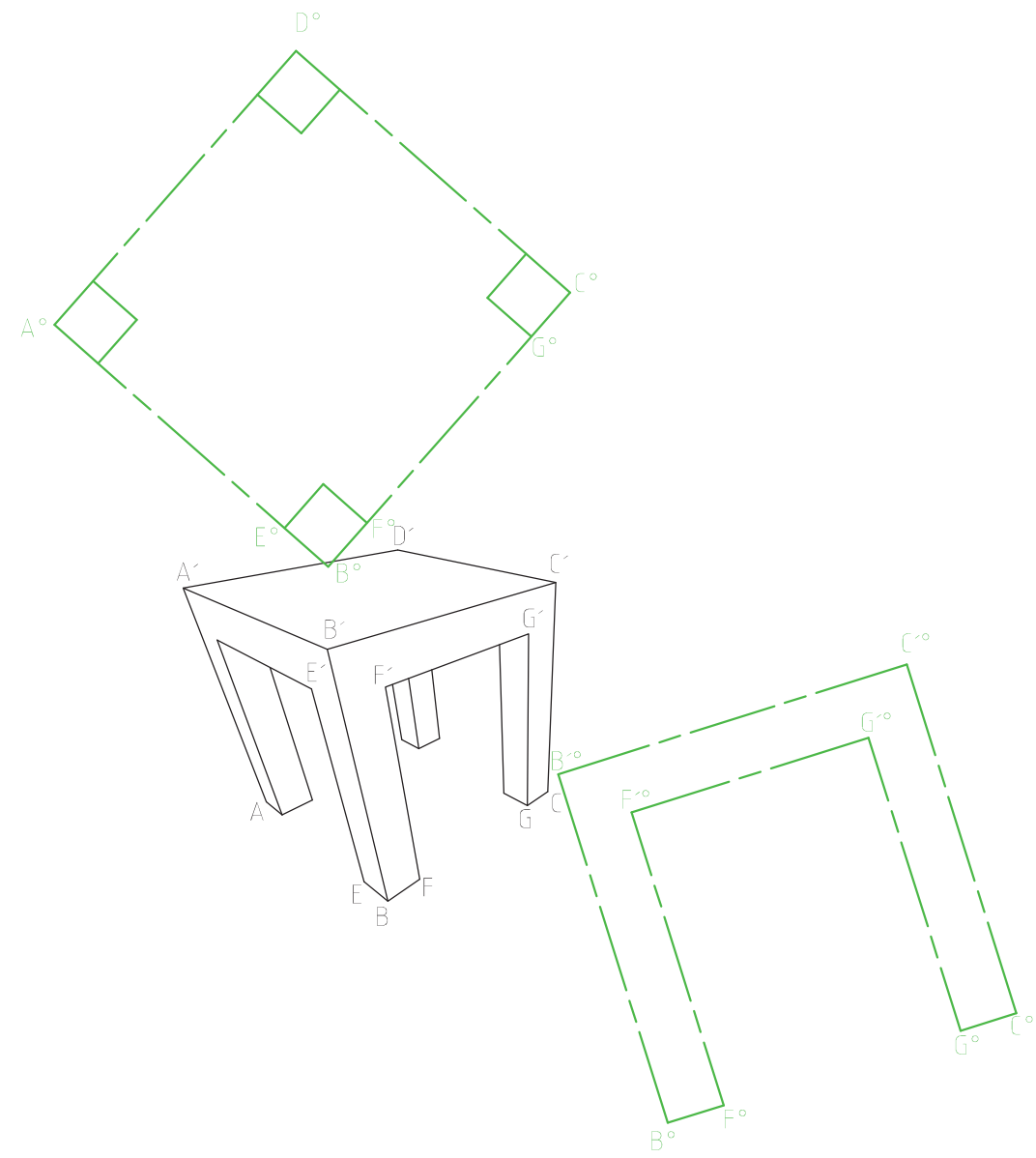


Obraz vodorovné přímky AB vytne na úběžnici u_3 bod 4. Bod B° je průsečíkem přímek $4p = S_3^\circ 4$ a kolmice na úsečku $B^\circ C^\circ$ vedené bodem B° .
 Obraz polopřímky $U_x F$ vytne na úběžnici u_3 bod 5. Bod F° je průsečíkem přímek $5p = S_3^\circ 5$ a kolmice na úsečku $B^\circ B^\circ$ vedené bodem B° .
 Obraz polopřímky $U_x F'$ vytne na úběžnici u_3 bod 6. Bod F° je průsečíkem přímek $6p = S_3^\circ 6$ a kolmice na úsečku $B^\circ F^\circ$ vedené bodem F° .
 Obraz vodorovné přímky DC vytne na úběžnici u_3 bod 7. Bod C° je průsečíkem přímek $7p = S_3^\circ 7$ a kolmice na úsečku $B^\circ B^\circ$ vedené bodem B° .

Bokorys je symetrický - body G° a G° získáme pomocí kolmic a rovnoběžek.



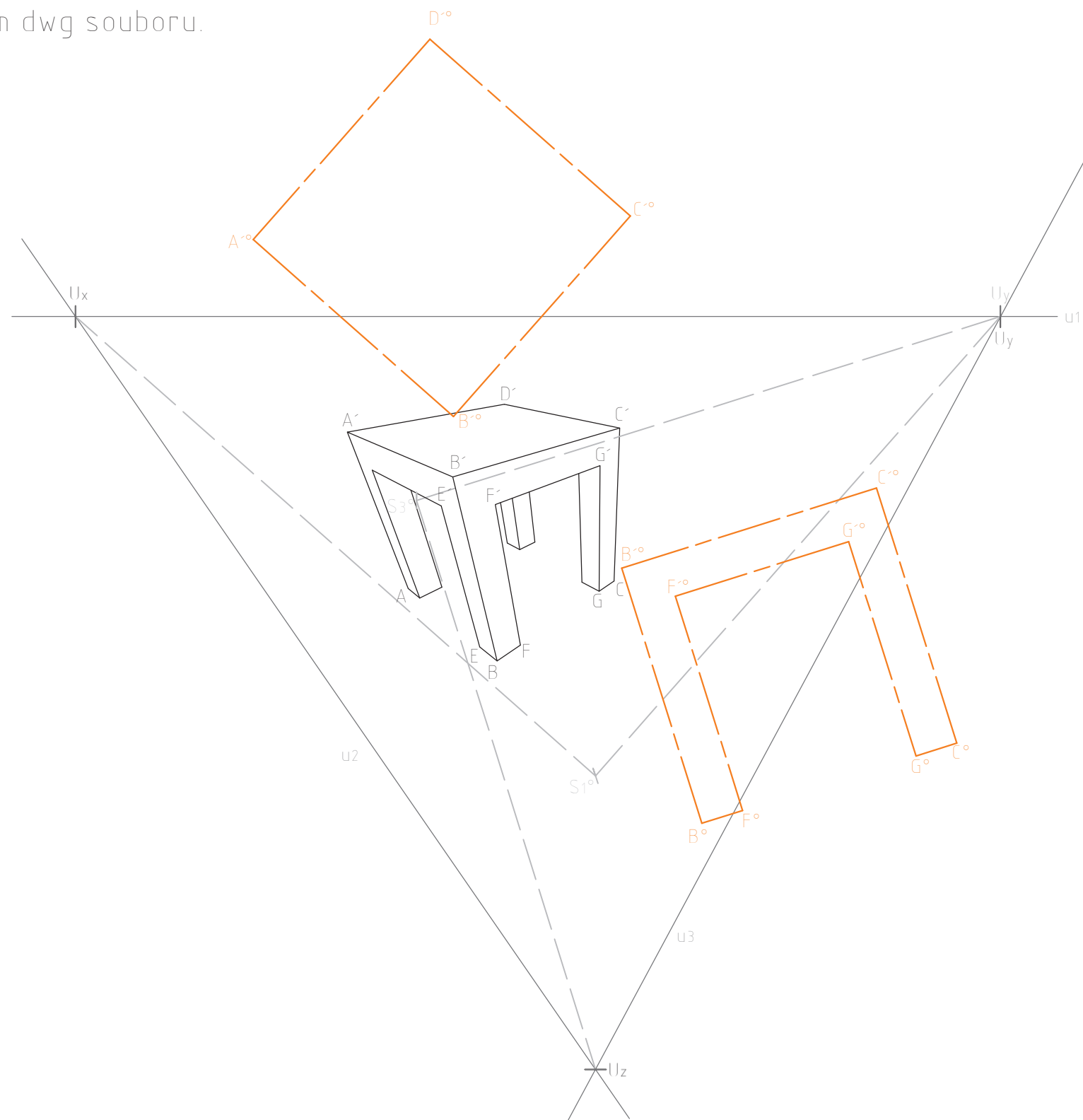
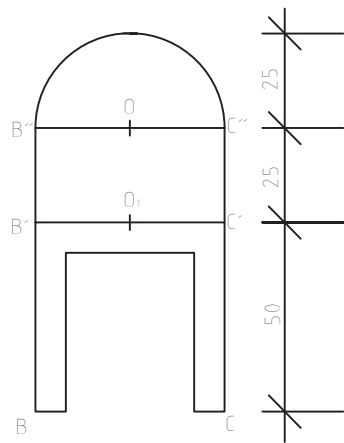
Výsledkem je otočený půdorys a bokorys židle.



Příklad 9 - A3 na šířku

Příklad je pokračováním příkladu 8. Úkolem je dokreslit opěradlo k původní židli. Opěradlo má dolní část tvořenou obdélníkem $B^1C^1B^2C^2$, ukončeno je půlkruhem o středu O . Délka hrany B^1B^2 je 25 cm, tloušťka opěradla je 8 cm. Obrázek je v měřítku 1:10. Z minulé úlohy přejímáme otočený půdorys sedáku, otočený bokorys a základní prvky vnitřní orientace - úběžnice a otočené středy S_1° a S_3° .

Zadání je vyneseno v přiloženém dwg souboru.



Do otočeného půdorysu dokreslíme opěradlo - body E''° , I''° , $O1^{\circ}$ a $P1^{\circ}$

Konstrukce obrazu bodu E''

Přímka $1p = S1^{\circ}E''^{\circ}$ vytne na úběžnici u_1 bod 1. Obraz bodu E'' je průsečíkem spojnice $1U_z$ a obrazu přímky $A'B'$.

Konstrukce obrazu bodu I''

Obraz bodu I'' je průsečík přímky $E''U_y$ a obrazu přímky $C'D'$.

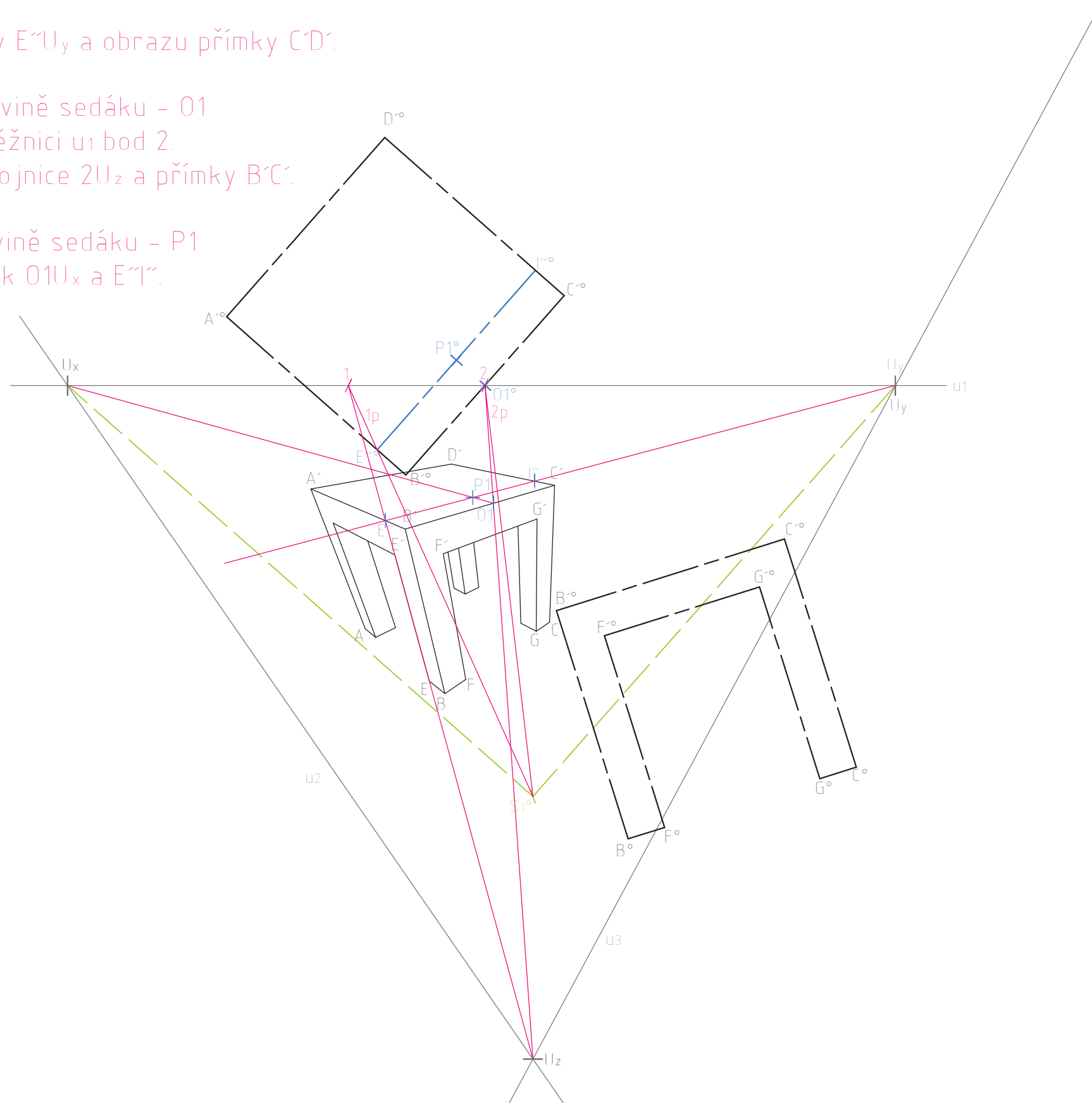
Konstrukce obrazu bodu O v rovině sedáku - $O1$

Přímka $2p = S1^{\circ}O1^{\circ}$ vytne na úběžnici u_1 bod 2.

Obraz bodu $O1$ je průsečíkem spojnice $2U_z$ a přímky $B'C'$.

Konstrukce obrazu bodu P v rovině sedáku - $P1$

Obraz bodu $P1$ je průsečík přímek $O1U_x$ a $E''I''$.



Do otočeného bokorysu dokreslíme opěradlo - body B'' , C'' a O''

Konstrukce obrazu bodu C''

Obrazem bodu C' vedeme svislou přímku - spojnice $U_z C'$. Přímka $1p = S_3 C''$ vytne na úběžnici u_3 bod 1. Bod C'' je průsečík svislé přímky a $1p$.

Konstrukce obrazu bodu B''

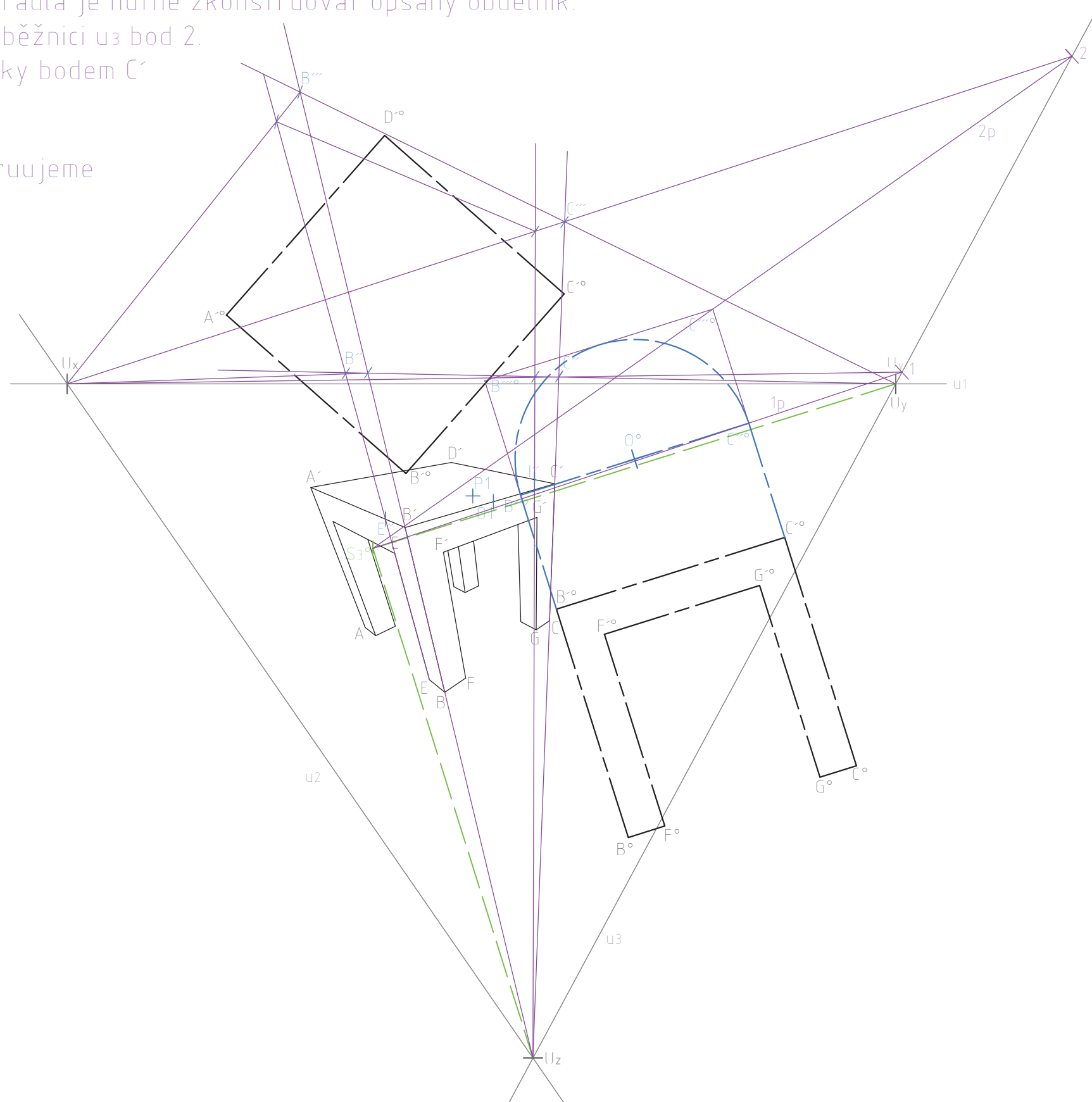
Obrazem bodu B' vedeme svislou přímku - spojnice $U_z B'$. Bod B'' je průsečíkem svislé přímky a přímky $C'' U_x$.

Pro konstrukci horní části opěradla je nutné zkonstruovat opsaný obdélník.

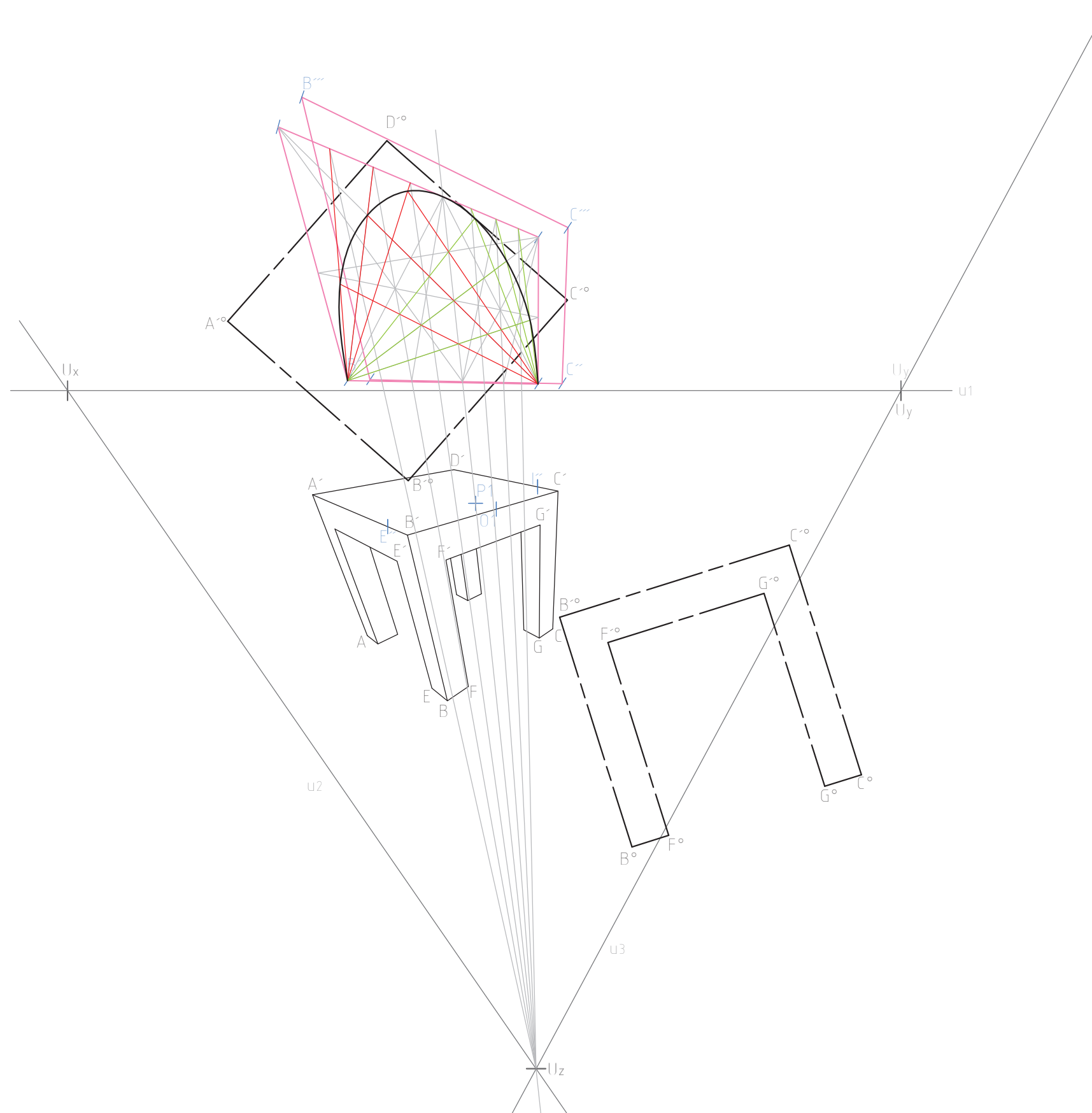
Přímka $2p = S_3 C'''$ vytne na úběžnici u_3 bod 2.

Bod C''' je průsečík svislé přímky bodem C' a spojnice $2U_x$.

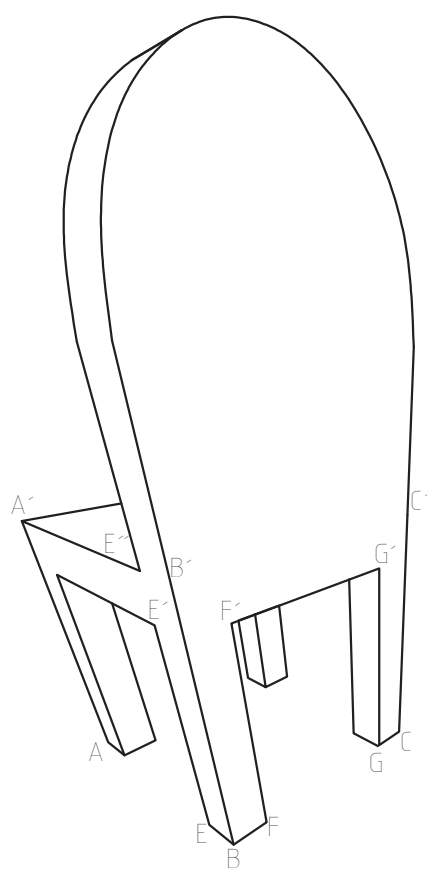
Zadní opsaný obdélník zkonstruujeme z využitím úběžníků.



Pro přehlednost konstrukce doporučuji vypnout hladiny s předchozími konstrukcemi a pracovat jen s opsaným obdélníkem.
Pro konstrukci půlkruhového závěru opěradla použijeme příčkovou konstrukci.
Obrazem bodu P1 vedeme výšku, která rozděluje zadní obdélník na 2 shodné poloviny,
s využitím úběžníku výšek a úhlopříček rozdělíme celý obdélník.
Provedeme příčkovou konstrukci.



Výsledkem je obraz židle.



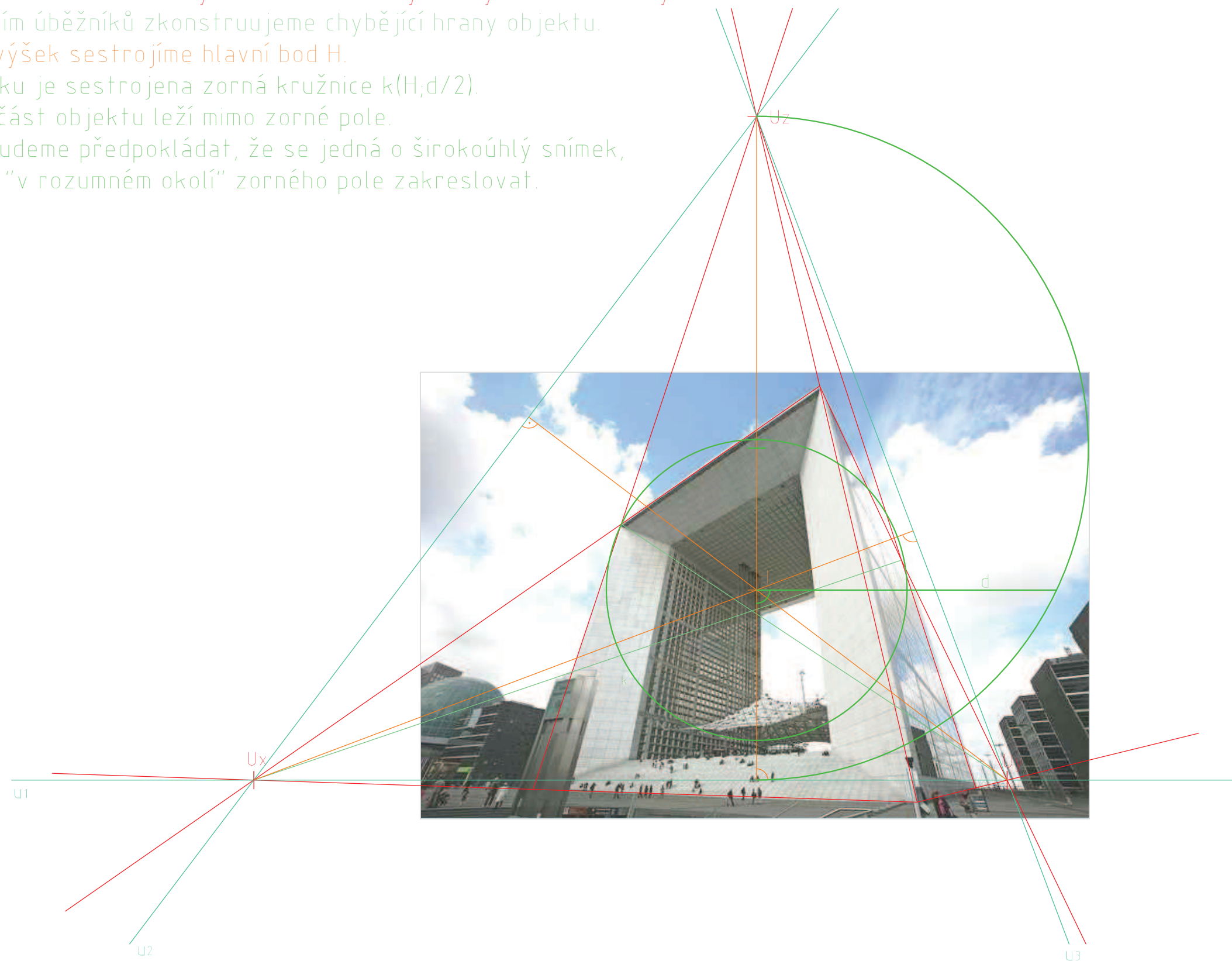
Rekonstrukce reálného snímku

(Rekonstrukci je možno vyzkoušet v příloženém dwg. Měřítko rekonstrukce je 1:1000.)

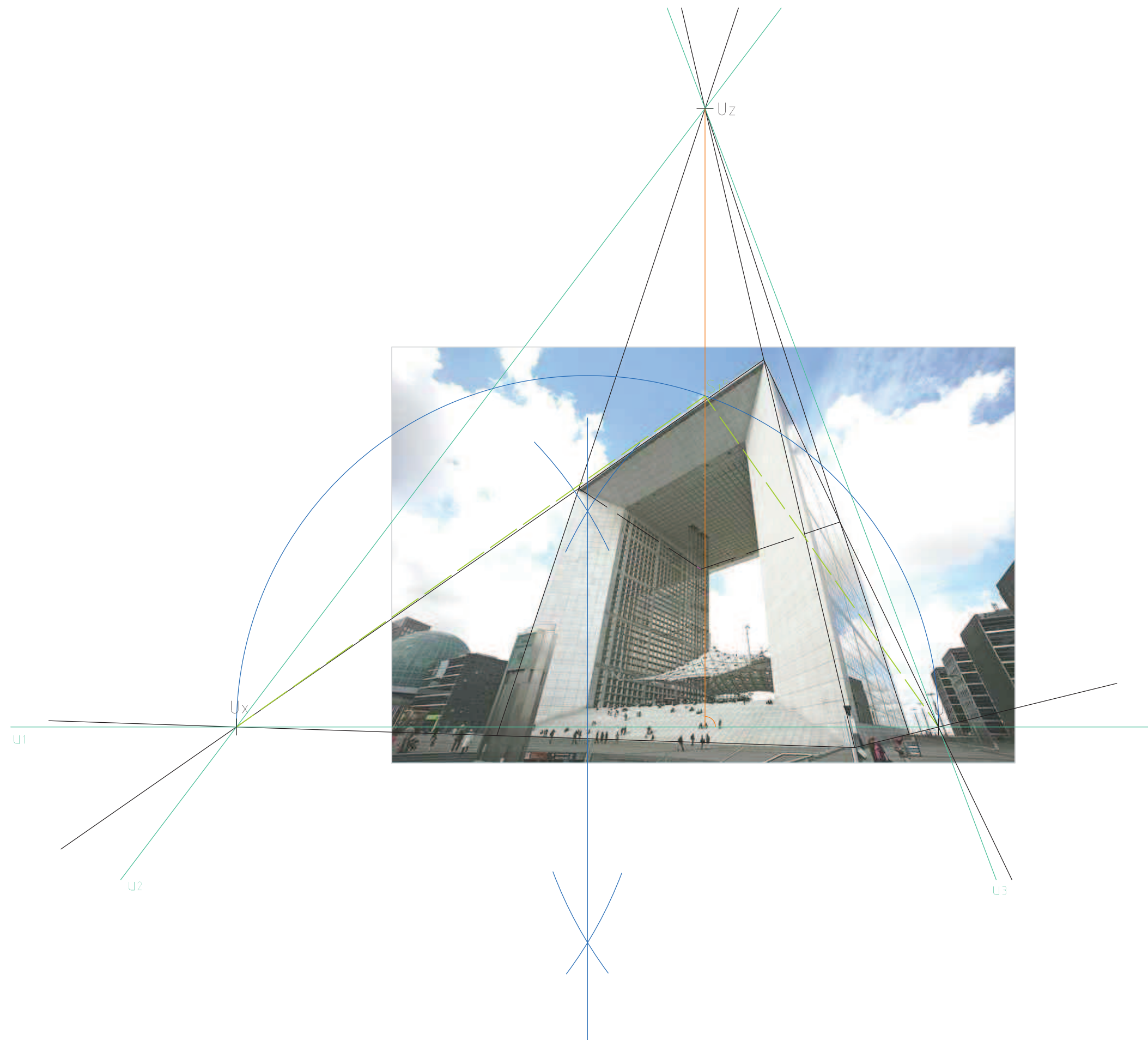
La Grande Arche de la Défense - Johann Otto von Spreckelsen



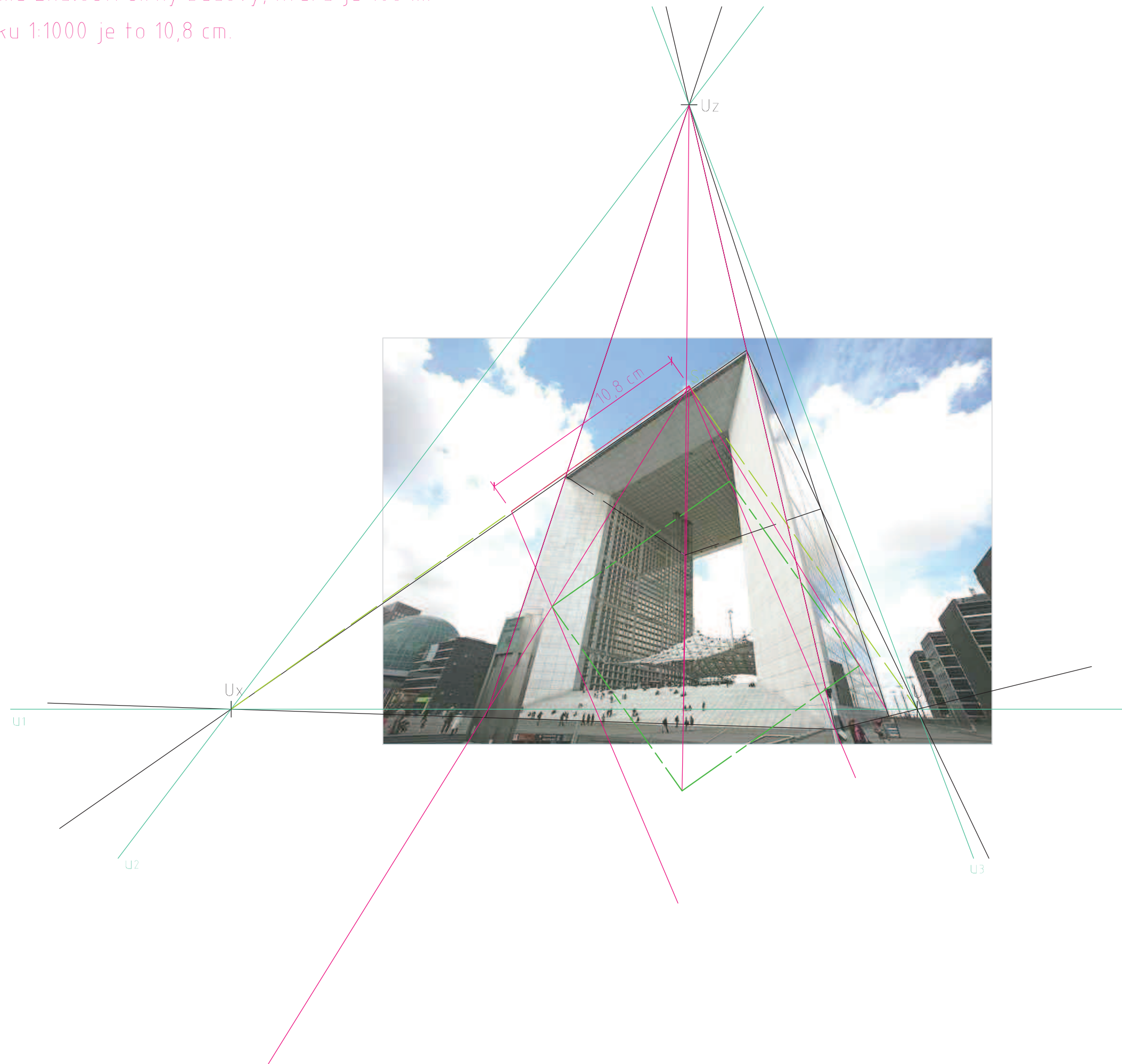
Známe reálné rozměry objektu : $\check{s}=108$ m, $h=112$ m a $v=111$ m
Prodloužením hran budovy získáme úběžníky svislých a vodorovných směrů.
S využitím úběžníků zkonstruujeme chybějící hrany objektu.
Pomocí výšek sestrojíme hlavní bod H.
V obrázku je sestrojena zorná kružnice $k(H;d/2)$.
Značná část objektu leží mimo zorné pole.
Pokud budeme předpokládat, že se jedná o širokoúhlý snímek,
můžeme "v rozumném okolí" zorného pole zakreslovat.



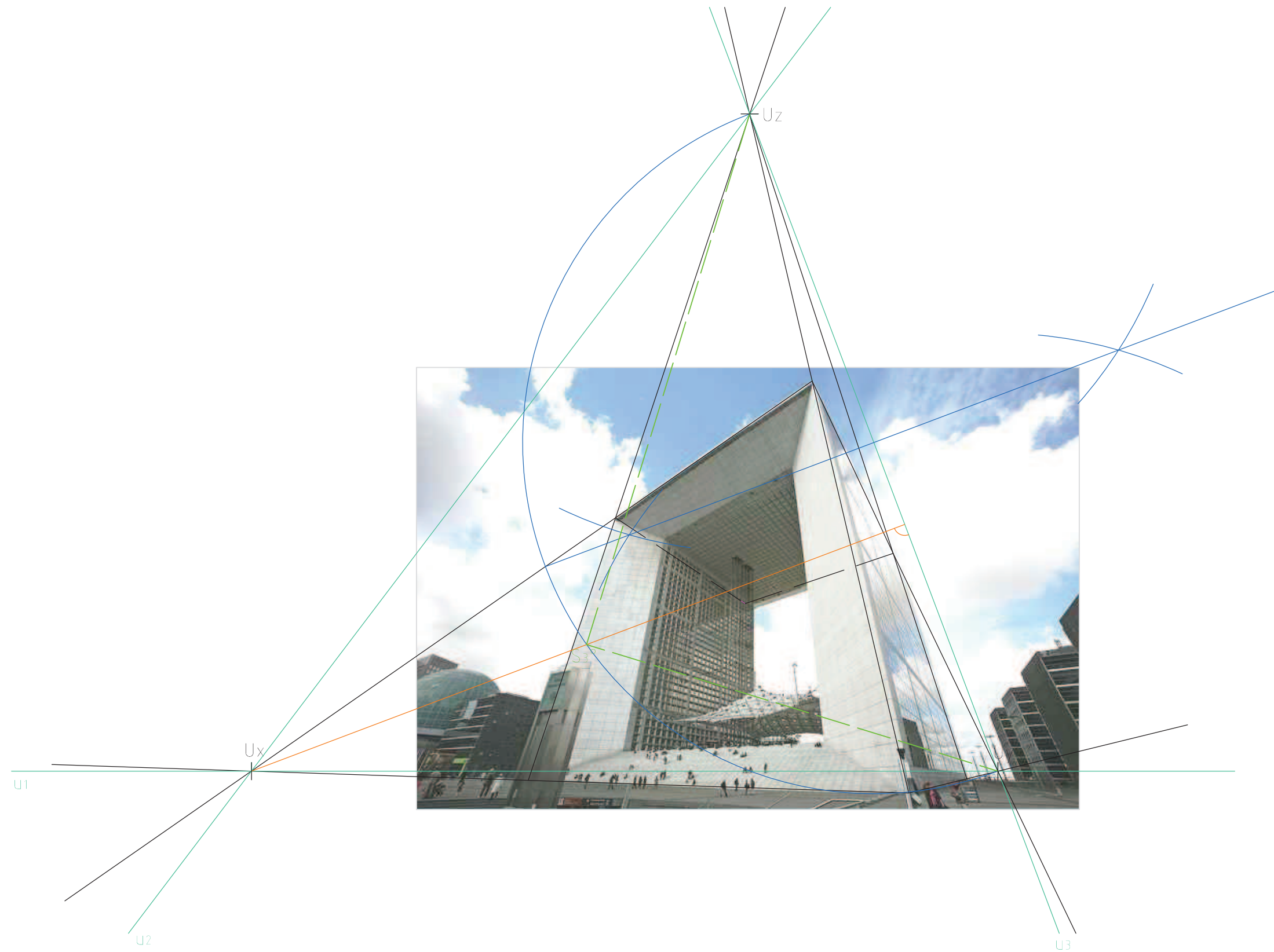
Pro rekonstrukci půdorysu otočíme střed S_1° promítání do průmětny - roviny papíru



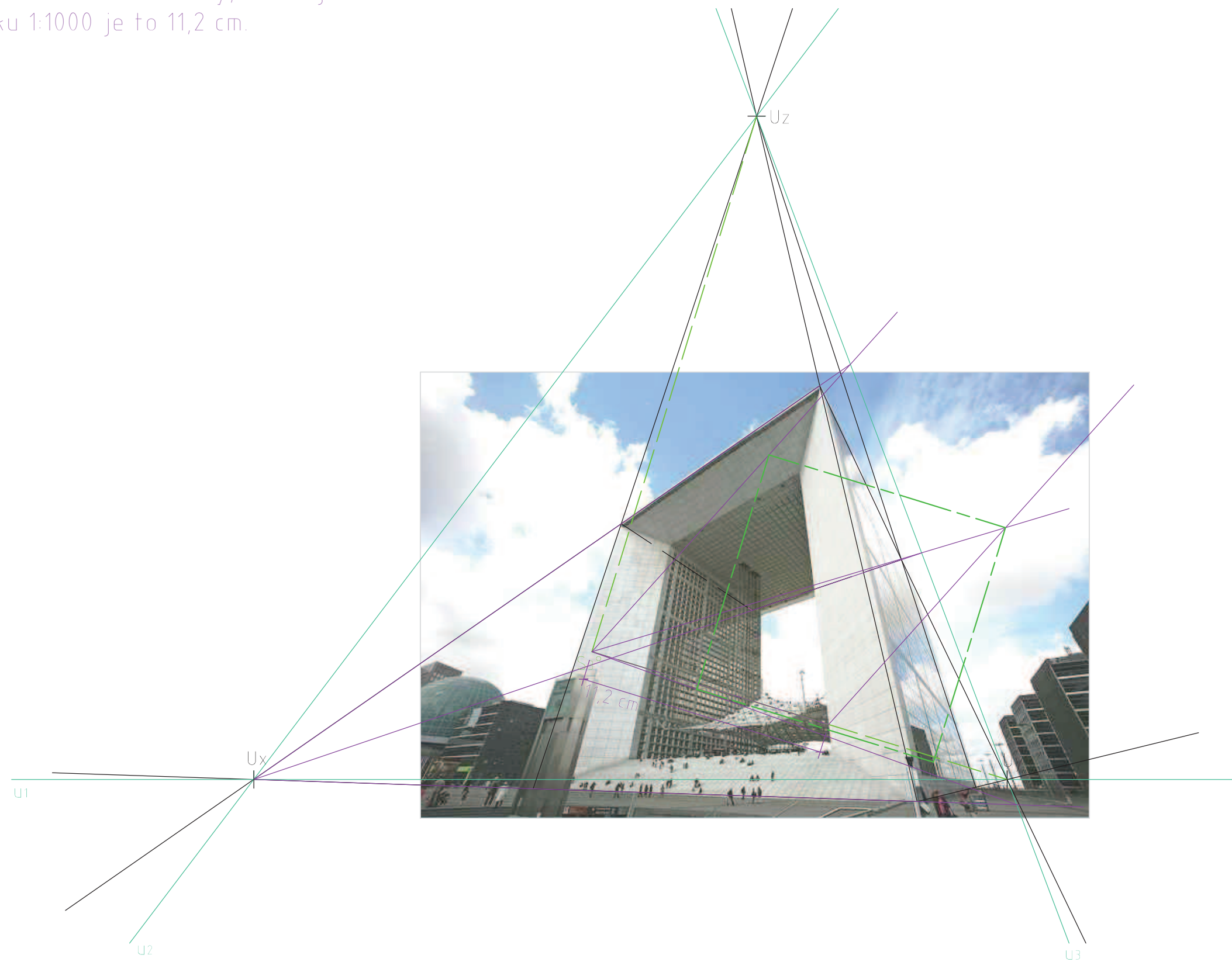
Pomocí otočeného středu S_1° a úběžnice u_1 zkonstruuujeme otočený půdorys objektu.
Využíváme znalosti šířky budovy, která je 108 m.
V měřítku 1:1000 je to 10,8 cm.



Pro rekonstrukci bokorysu otočíme střed promítání S_3° do průmětny - roviny papíru.



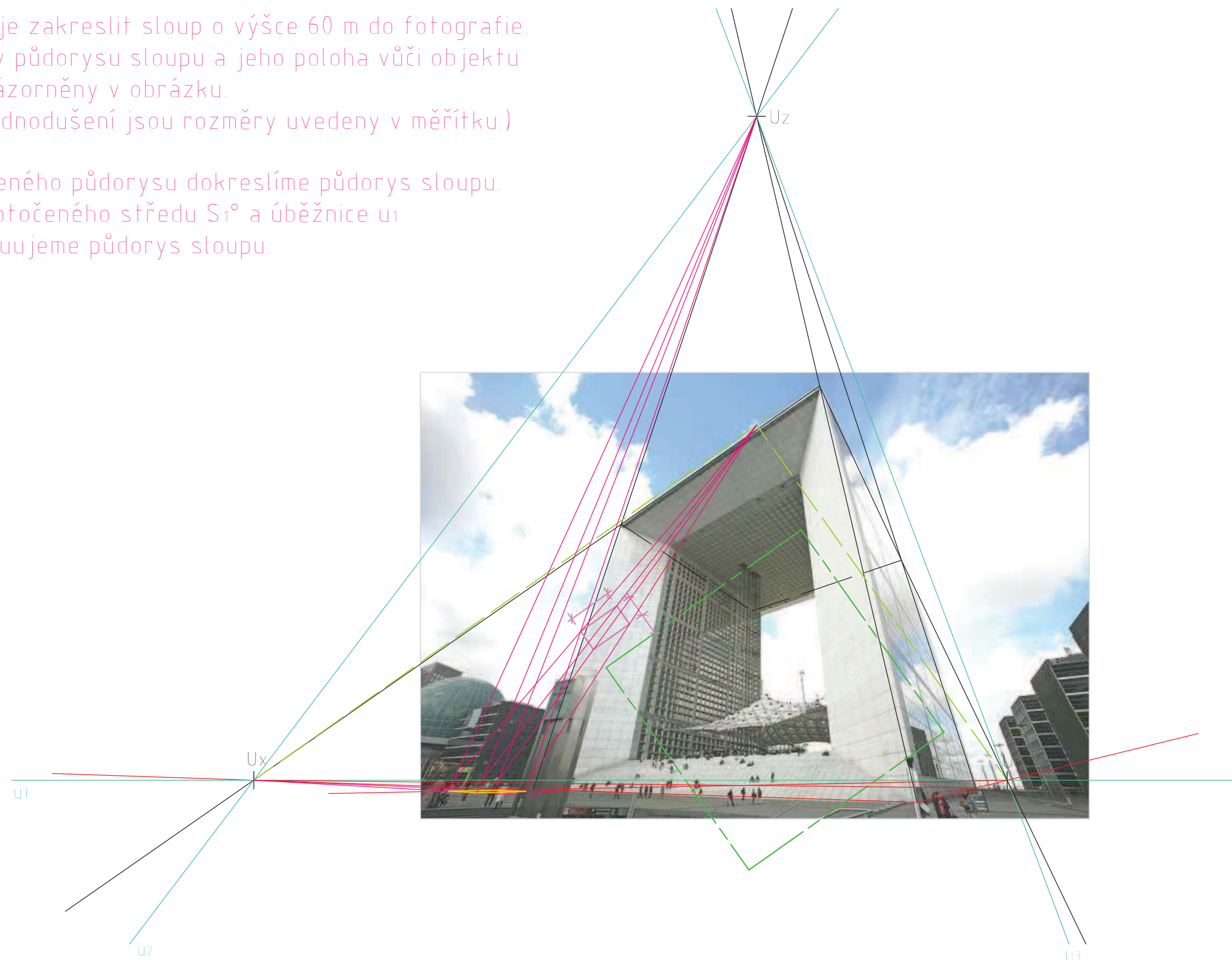
Pomocí otočeného středu S_{33° a úběžnice u_3 zkonstruujeme otočený bokorys objektu.
Využíváme znalosti hloubky, která je 112 m.
V měřítku 1:1000 je to 11,2 cm.



Zákres objektu do fotografie.

Úkolem je zakreslit sloup o výšce 60 m do fotografie.
Rozměry půdorysu sloupu a jeho poloha vůči objektu
jsou znázorněny v obrázku.
(Pro zjednodušení jsou rozměry uvedeny v měřítku.)

Do otočeného půdorysu dokreslíme půdorys sloupu.
Pomocí otočeného středu S_1° a úběžnice u_1
zkonstruujeme půdorys sloupu.



Do otočeného bokorysu dokreslíme bokorys sloupu.
Pomocí svislých přímk nad jednotlivými body půdorysu,
úběžníků a otočeného středu S_3° zkonstruujeme zbytek sloupu.

