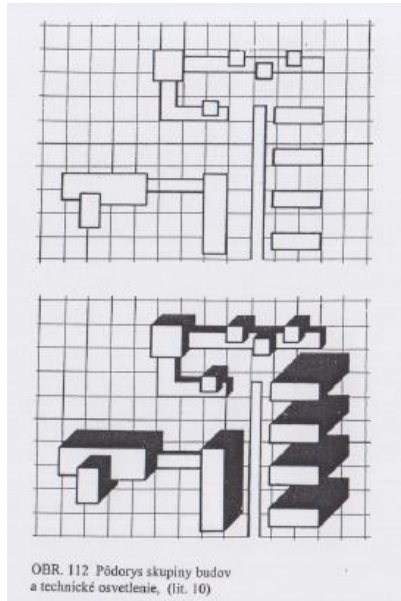


6.6 Aplikácie kótovaného premietania v rovnobežnom osvetlení urbanistického plánu

Osvetlenie je prírodný jav, ktorý každodenne pozorujeme. Často sa používa v maliarstve na zvýraznenie plasticity obrazu. Obrazy útvarov doplnené osvetlením pôsobia prirodzenejším dojmom a často môžeme z osvetlenia zistiť rôzne údaje o zobrazovanom objekte. V stavebnej praxi sa osvetlenie používa na zvýšenie názornosti zobrazovaného objektu, alebo ním nahradíme ďalší priemet objektu.



Na obrázku vľavo môžete porovnať pôdorys sídliska bez osvetlenia (hore) a s osvetlením (dole).

Na osvetlenie budov je použité technické osvetlenie. Je to osvetlenie pod uhlom 45° . Veľkosť tieňa závisí od výšky budovy.

V prípade územného plánovania sa osvetlenie používa na určenie množstva denného svetla v navrhovaných budovách a v budovách v ich okolí. Počas projektovania sa musí prihliadať na právnu ochranu nároku na denné svetlo. Budovy musia byť navrhované tak, aby vytvárali vhodné podmienky pre život ľudí, zároveň tiež svojou geometriou a osadením do prostredia nesmú neúmerne zhoršovať svetelnotechnické pomery okolitej zástavby.

Na obrázku vpravo je zobrazená urbanistická štúdia sídliska aj s osvetlením.

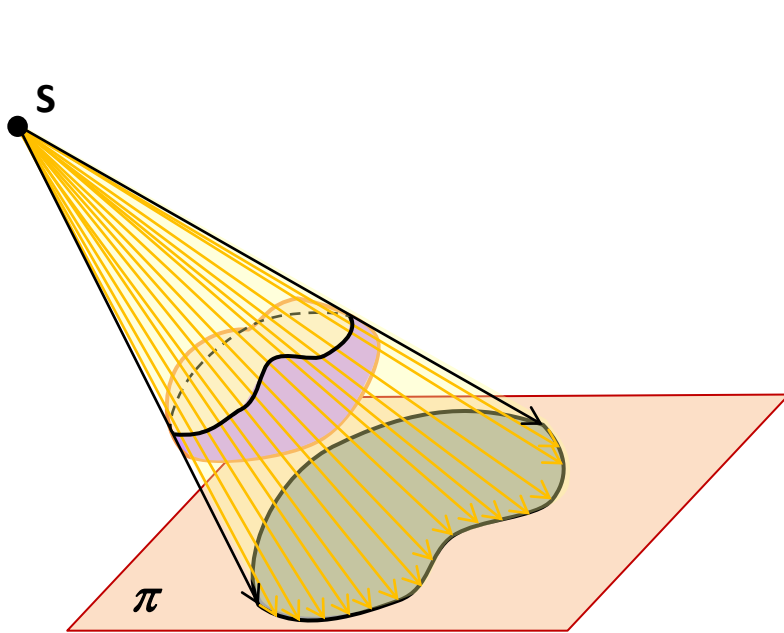


Obrázok: <https://www.bing.com/images>

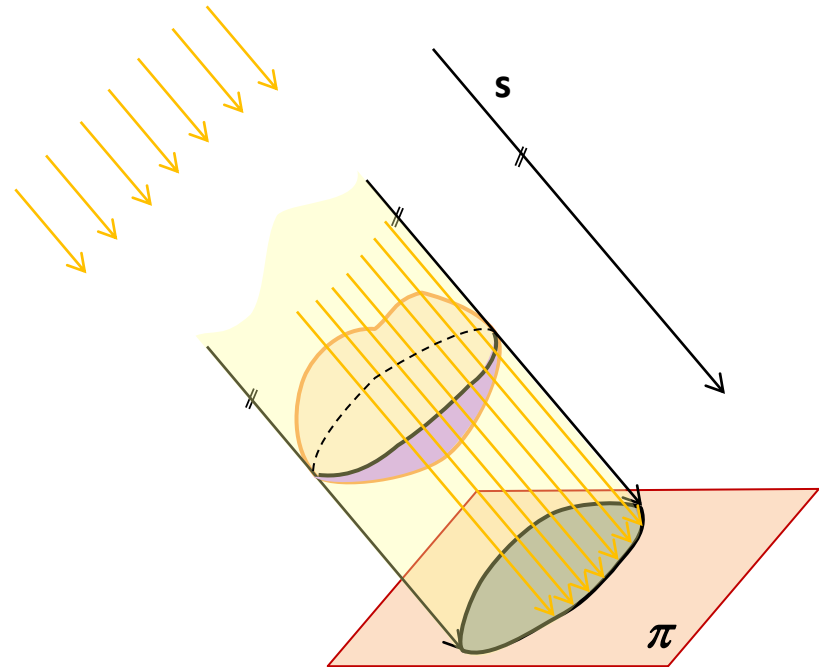
Základné pojmy

Zdroj svetla môže byť vlastný bod (umelý zdroj svetla, v interiéri) alebo nevlastný bod (slnečné lúče, v exteriéri). Osvetlenie môže byť: stredové (centrálne) alebo rovnobežné (paralelné).

Pri osvetľovaní riešime úlohu zostrojiť systém vlastných a vrhnutých tieňov, ktoré vznikajú na telesách alebo za telesami. Ak svetelným lúčom stojí v ceste nepriehľadné teleso, tak časť telesa je osvetlená a časť telesa je neosvetlená – **vlastný tieň** telesa. Hranica medzi osvetlenou a neosvetlenou časťou telesa je **medza vlastného tieňa**. **Vrhnutý tieň** vzniká za telesom, je to množina vrhnutých tieňov všetkých bodov telesa. **Medza vrhnutého tieňa** telesa je vrhnutým tieňom medze vlastného tieňa.

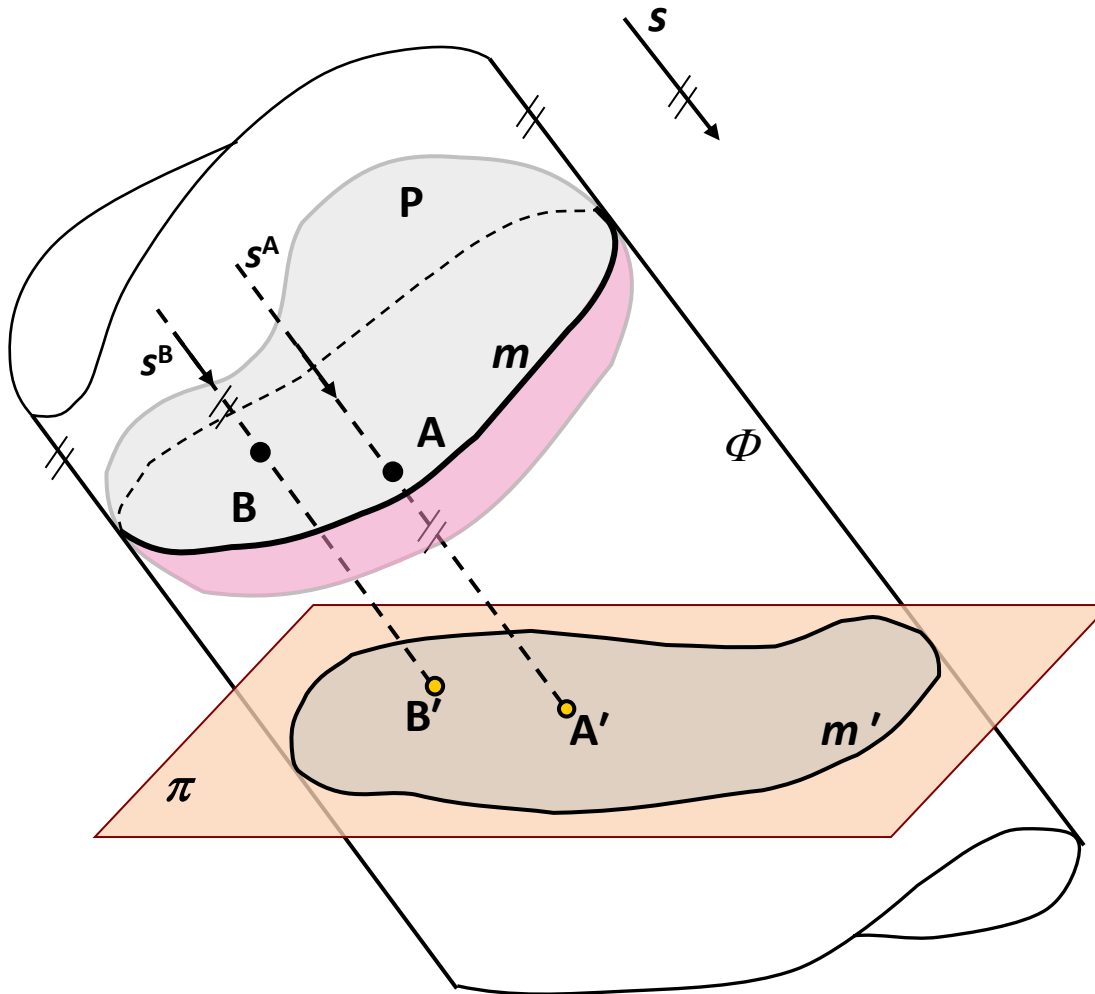


Stredové osvetlenie je jednoznačne určené stredom osvetlenia S . Svetelné lúče sú polpriamky vychádzajúce zo stredu S .



Ravnobežné osvetlenie je jednoznačne určené svetelným lúčom, t.j. orientovanou priamkou s .

Nech je daná ľubovoľná plocha P . Daný je smer osvetlenia s . Svetelné lúče dopadajú na plochu P a osvetľujú ju. Niektoré lúče sa plochy len dotknú, sú jej dotyčnicami. Dotykové svetelné lúče vytvoria **dotykovú valcovú plochu** Φ . Dotyková valcová plocha sa dotýka plochy P v bodoch krivky, ktorú nazývame **medza vlastného tieňa**. Dotyková valcová plocha pretína rovinu π v krivke, ktorú nazývame **medza vrhnutého tieňa**.



P – plocha

s – smer osvetlenia

Φ – dotyková valcová plocha

π – rovina, na ktorú dopadá tieň

M – medza vlastného tieňa

vlastný tieň

m' – medza vrhnutého tieňa a
vrhnutý tieň

A, B – body plochy P

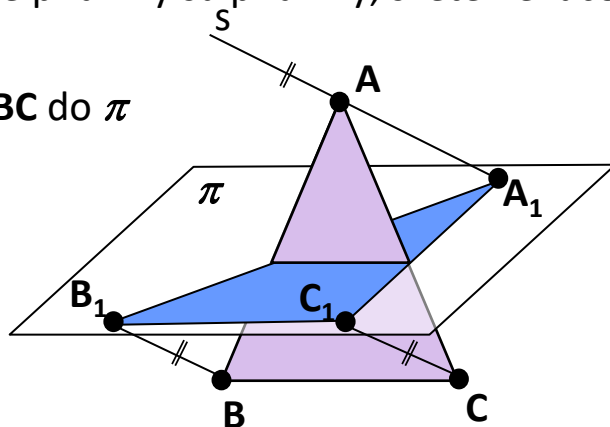
s^A, s^B – svetelné lúče, priamky
rovnobežné, rovnako orientované
ako s

A', B' – **vrhnuté tieňe** bodov A, B
na rovinu π

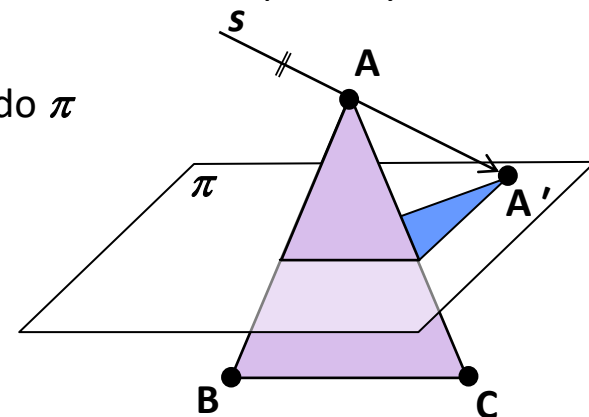
Osvetlenie veľmi úzko súvisí s premietaním, ale sú tu isté rozdiely:

1. Premietame na rovinu, ktorá je dopredu daná, pri osvetlení všetko závisí od smeru osvetlenia a vzájomnej polohy telies a plôch pod nimi a za nimi.
2. Pri osvetlení určujeme vlastný tieň na telese a vrhnutý tieň za telesom, čo pri premietaní nerobíme.
3. Premietacie priamky sú priamky, svetelné lúče sú polpriamky alebo orientované priamky.

Priemet $\triangle ABC$ do π



Osvetlenie $\triangle ABC$ do π



Ravnobežné osvetlenie:

1. Zachováva incidenciu.
2. Zachováva rovnobežnosť.
3. Zachováva deliaci pomer.
4. Vrhnutý tieň útvaru, ktorý leží v rovine rovnobežnej s rovinou, do ktorej dopadne tieň, je útvar zhodný s pôvodným útvarom.

Ravnoběžné osvetlenie v kótovanom premietaní

V kótovanom premietaní sa budeme zaoberať osvetlením územného plánu. Vzhľadom na vzdialenosť slnka od zeme, budeme považovať slnečné osvetlenie za ravnoběžné. Rovina π , na ktorú budeme zostrojavať vrhnutý tieň, je zároveň v kótovanom premietaní priemetňa, na ktorú zostrojujeme kolmé priemety objektov.

Uhol osvetlenia

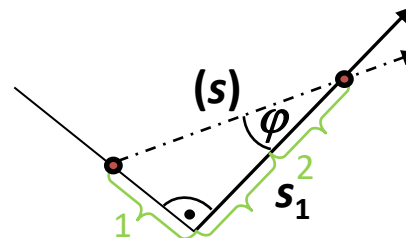
Smer osvetlenia je daný pôdorysom s_1 , ktorý je v tvare orientovanej úsečky a spádom s_p . Uhol svetelného lúča s priemetňou π určíme výpočtom, alebo graficky.

Príklad 6.30: Určte uhol svetelného lúča s priemetňou, ak je daný spád svetelného lúča.

Nech spád $s_p = \frac{1}{2}$.

Uhol svetelného lúča určíme:

- výpočtom: $\operatorname{tg} \varphi = s_p^a \Rightarrow \varphi = 26,5^\circ$.
- graficky: v sklopení premietacej roviny priamky s zostrojíme uhol v pomere 1 : 2.

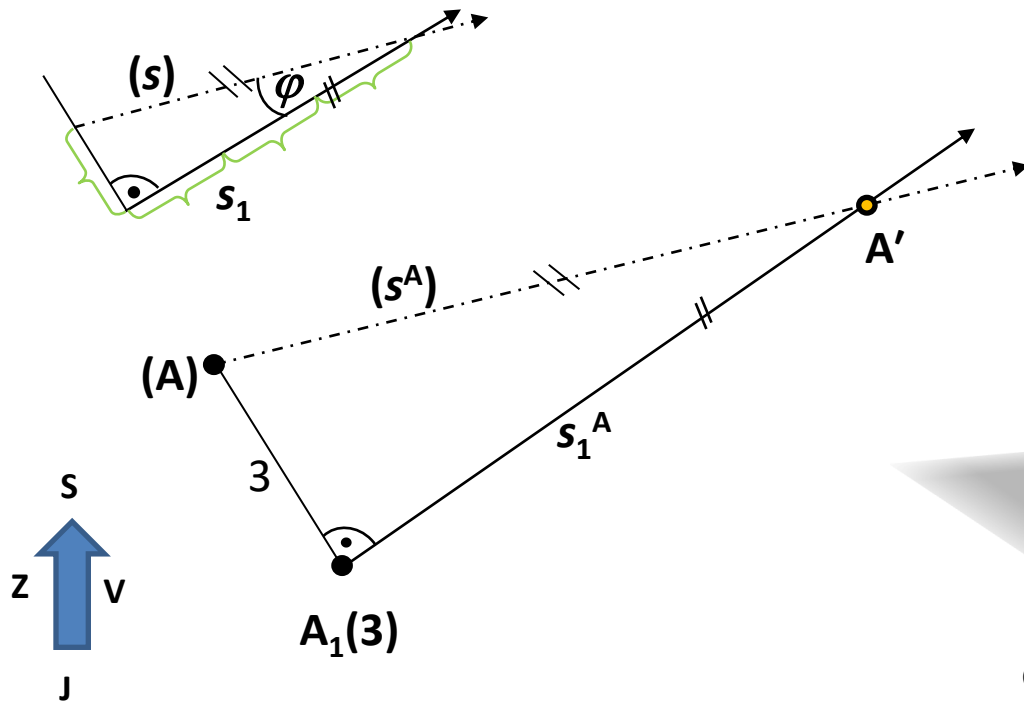


Poznámka: Osvetlenie so spádom 1 je osvetlenie pod uhlom 45° . V technickej praxi sa nazýva **technické osvetlenie**.

Osvetlenie bodu

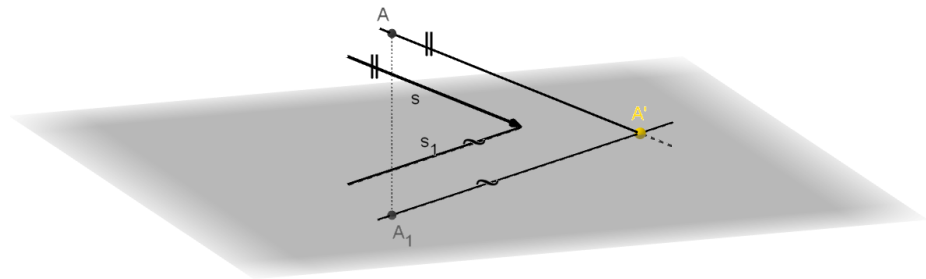
V kótovanom premietaní je daný smer osvetlenia pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom s_p . Vrhnutým tieňom **bodu** je **bod**.

Príklad 6.31: V kótovanom premietaní zostrojte vrhnutý tieň bodu A daného $A_1(3)$ na rovinu π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1/3$.



Postup:

1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Bodom A_1 zostrojíme pôdorys svetelného lúča s_1^A .
3. Zostrojíme sklopený (A) a (s^A) .
4. $(s^A) \cap s_1^A = A'$ - **vrhnutý tieň** bodu A .



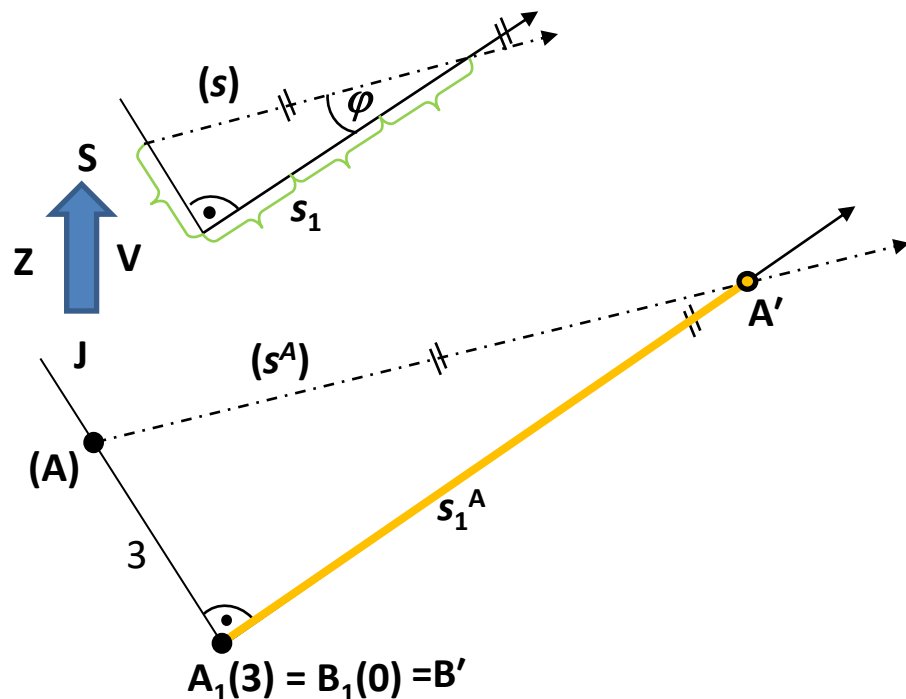
Obrázok: Geogebra, 2022, Beganová

Osvetlenie priamky

Nech je daný smer osvetlenia pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom s_p . Vrhnutým tieňom priamky a je **bod**, ak je priamka rovnobežná so smerom osvetlenia, inak je vrhnutým tieňom **priamka**. Vrhnutý tieň zostrojíme tak, že každým bodom priamky a ležiacim pred rovinou, do ktorej osvetľujeme vedieme svetelný lúč. Množina svetelných lúčov vytvorí **svetelnú rovinu**. Priesečnica svetelnej roviny s rovinou π je **vrhnutým tieňom priamky**.

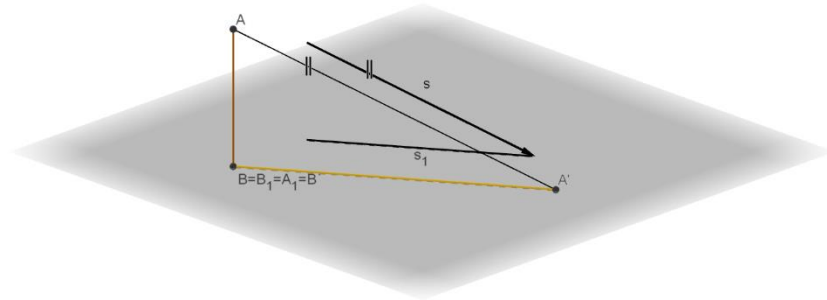
Osvetlenie úsečky kolmej vzhľadom na priemetňu

Príklad 6.32: Zostrojte vrhnutý tieň úsečky $AB \perp \pi$ na rovinu π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1/3$.



Postup:

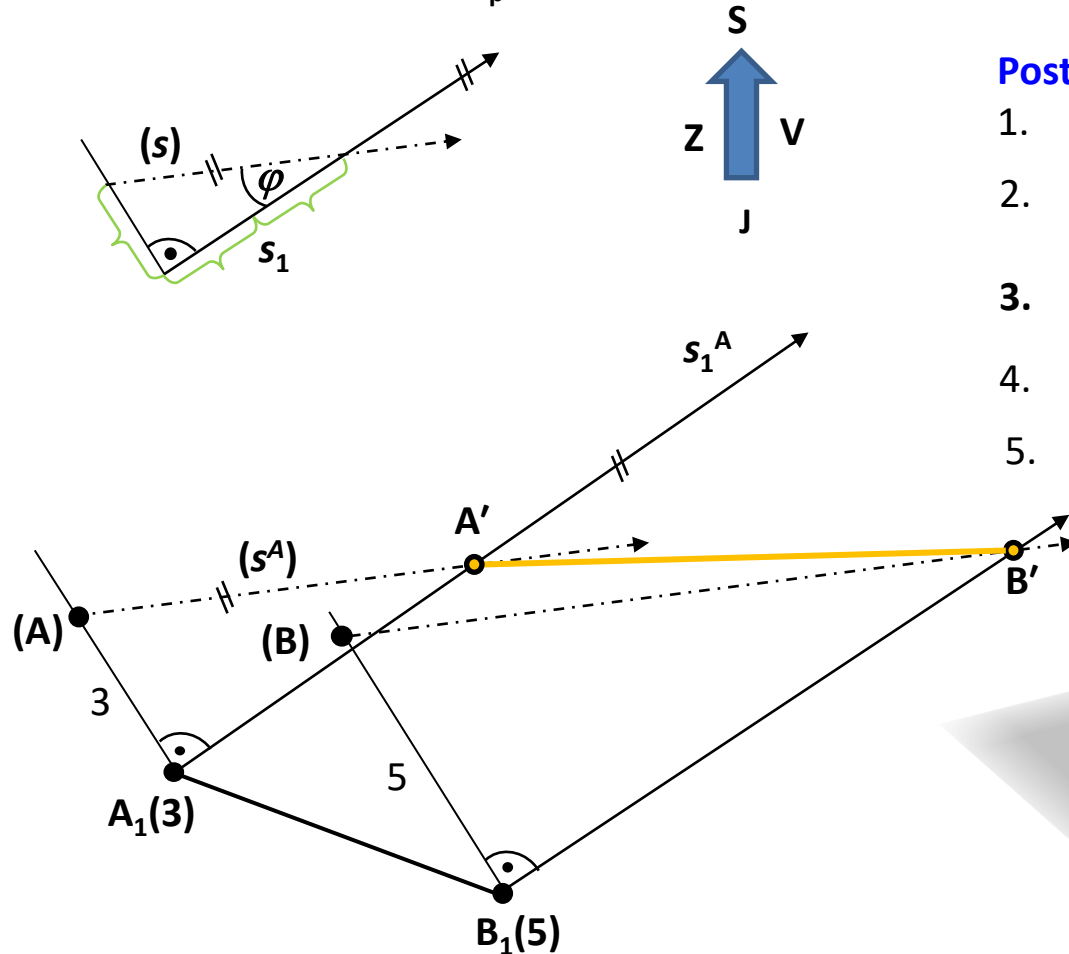
1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Bodom A zostrojíme pôdorys svetelného lúča s_1^A . Zostrojíme sklopený (A) a (s^A) .
3. $(s^A) \cap s_1^A = A'$ - **vrhnutý tieň bodu A**.
4. Bod B leží v pôdorysni, t.z. že $B' = B$.
5. Vyznačíme **vrhnutý tieň $A'B'$** úsečky AB .



Obrázok: Geogebra, 2022, Beganová

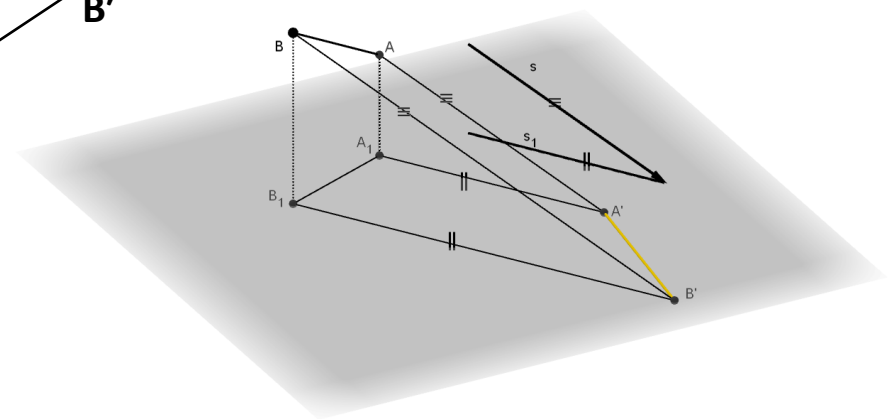
Osvetlenie úsečky šikmej vzhľadom na priemetňu

Príklad 6.33: Zostrojte vrhnutý tieň úsečky **AB** na rovinu π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča a spádom $s_p = 1/2$.



Postup:

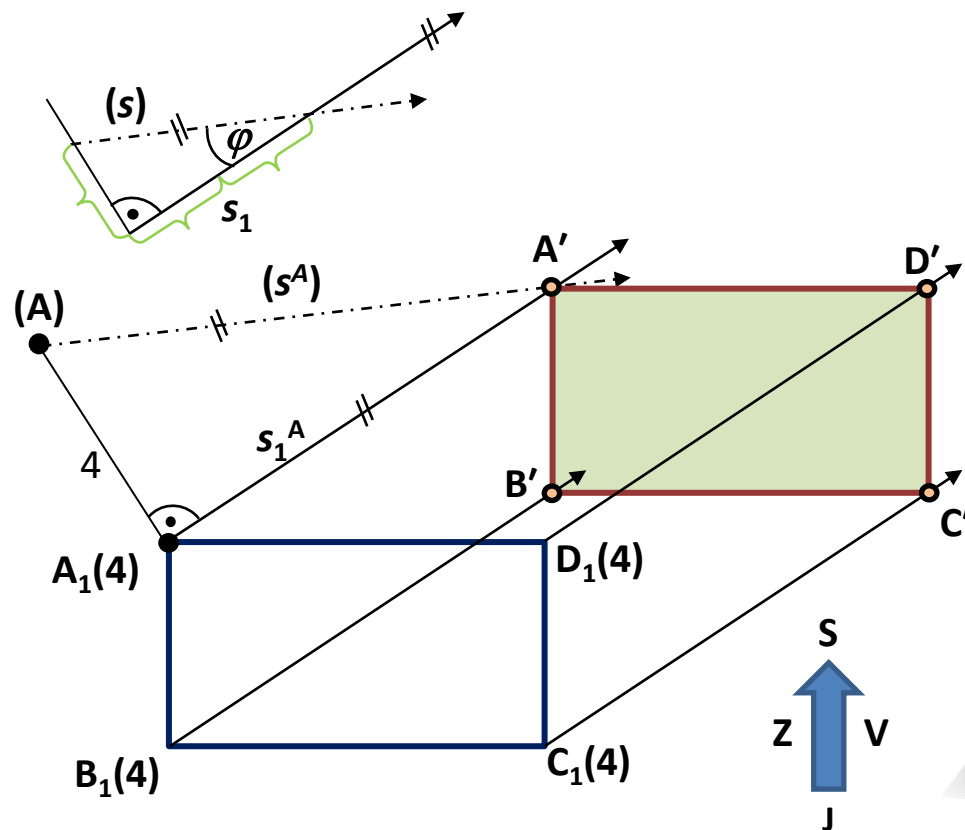
1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Bodom **A** zostrojíme pôdorys svetelného lúča s_1^A . Zostrojíme sklopený (**A**) a (s^A).
3. $(s^A) \cap s_1^A = A'$ - **vrhnutý tieň bodu A**.
4. Podobne zostrojíme vrhnutý tieň bodu **B**.
5. Vyznačíme **vrhnutý tieň $A'B'$** úsečky **AB**.



Obrázok: Geogebra, 2022, Beganová

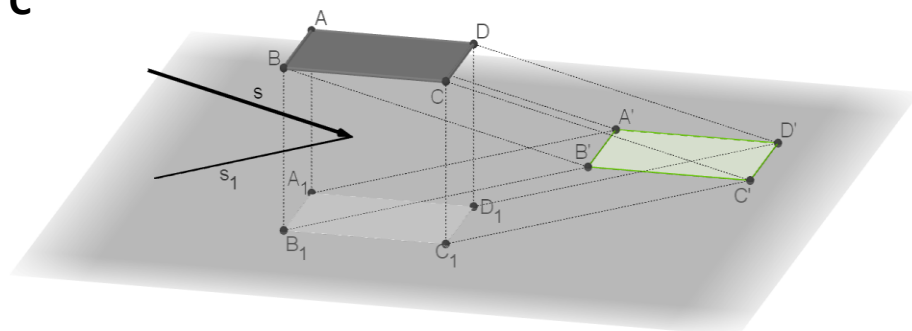
Osvetlenie rovinného útvaru

Príklad 6.34: Zostrojte vrhnutý tieň obdĺžnika **ABCD**, ktorý leží v rovine $\alpha \parallel \pi$, na rovinu π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1/2$.



Postup:

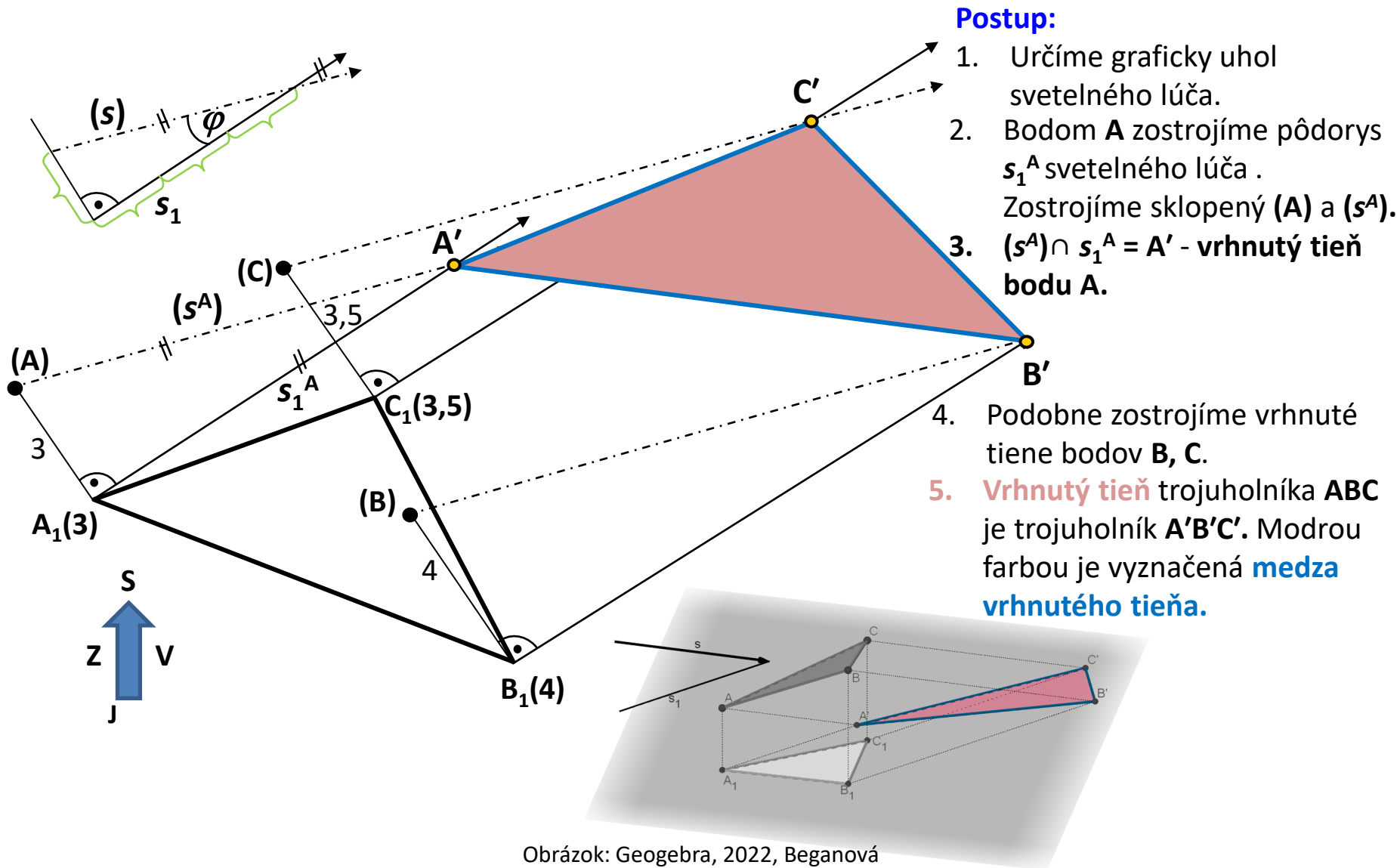
1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Bodom **A** zostrojíme pôdorys svetelného lúča s_1^A . Zostrojíme sklopený **(A)** a (s^A) .
3. $(s^A) \cap s_1^A = A'$ - **vrhnutý tieň bodu A**
4. Podobne zostrojíme vrhnuté tieňe bodov **B, C, D**.
5. **Vrhnutý tieň** obdĺžnika **ABCD** je obdĺžnik **A'B'C'D'**.



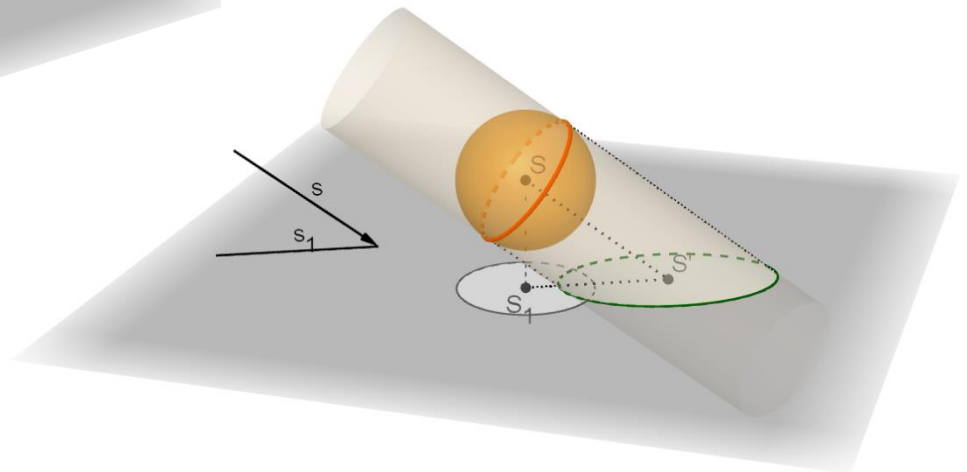
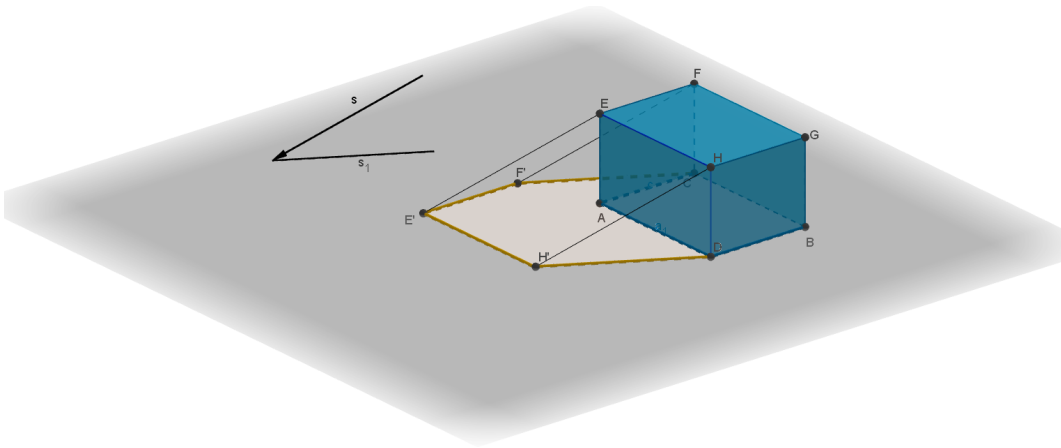
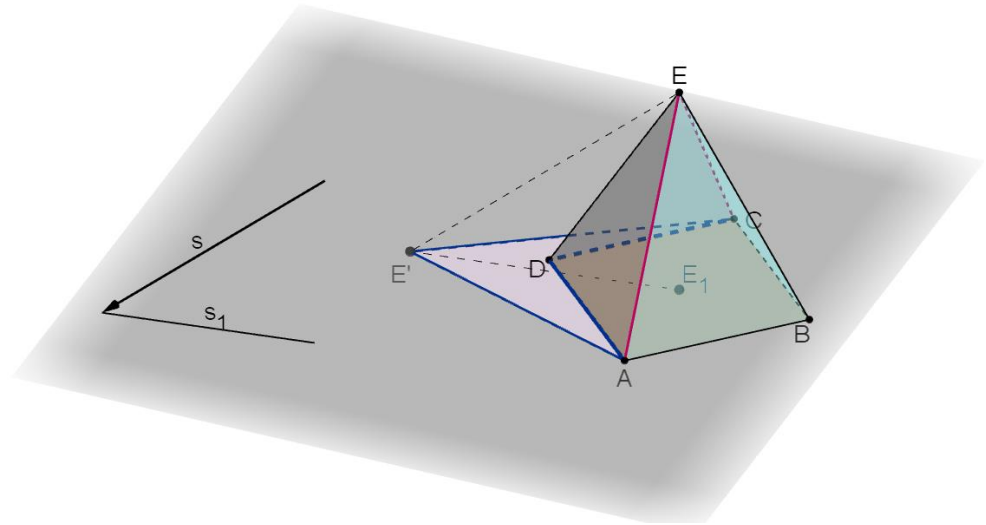
Obrázok: Geogebra, 2022, Beganová

Poznámka. Vrhnutý tieň rovinného obrazca na rovinu s ním rovnobežnú je útvar s ním zhodný, ak svetelný lúč nie je s rovinou rovnobežný.

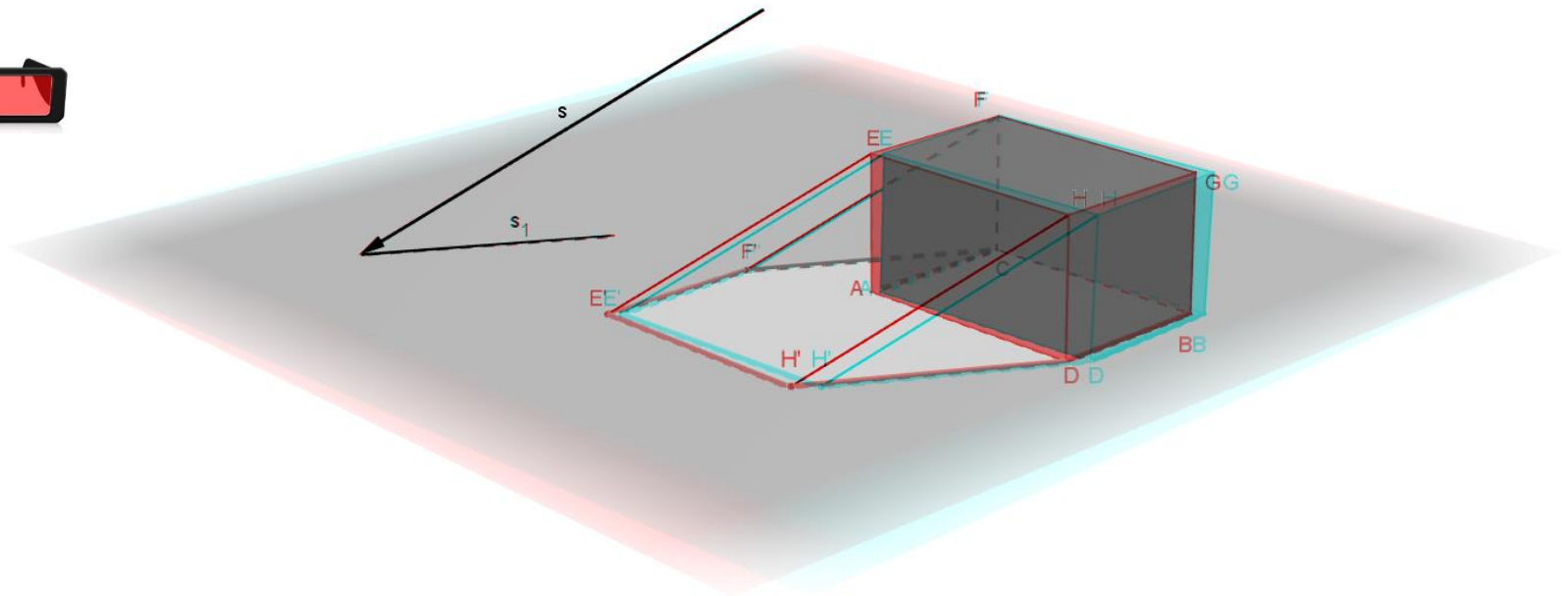
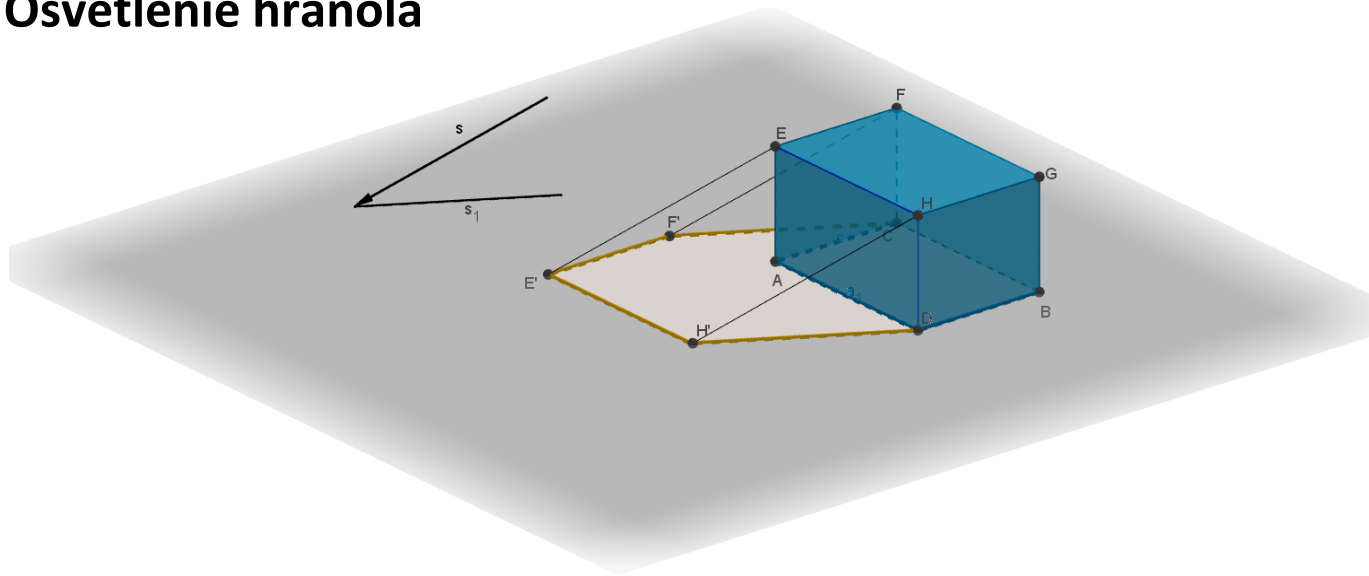
Príklad 6.35: Zostrojte vrhnutý tieň trojuholníka **ABC** na rovinu π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1/3$.



Osvetlenie telies

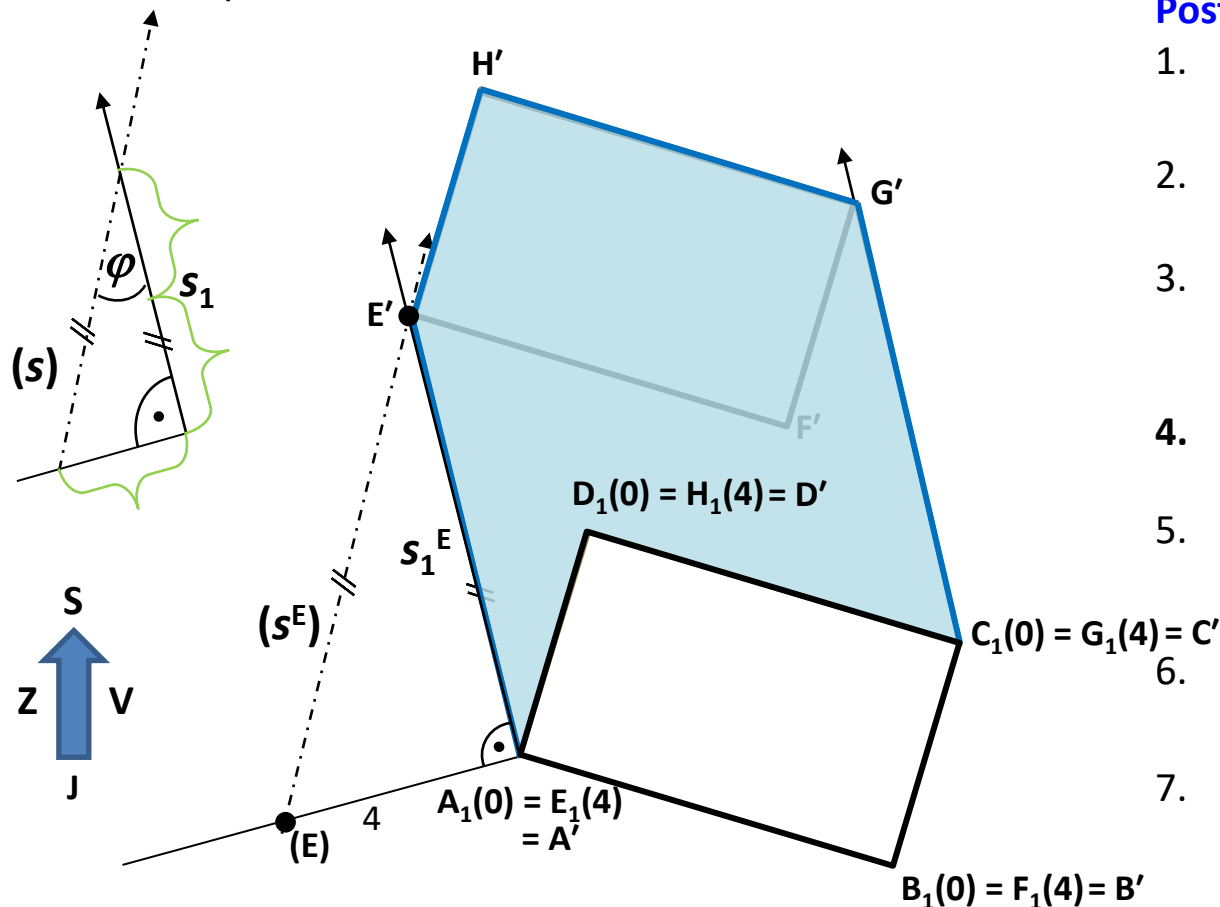


Osvetlenie hranola



Osvetlenie hranola

Príklad 6.36: Zostrojte vrhnutý tieň kolmého hranola s podstavou **ABCD** ležiacou v π do priemetne π . Horná podstava **EFGH** leží v rovine rovnobežnej s π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1/2$.



Postup:

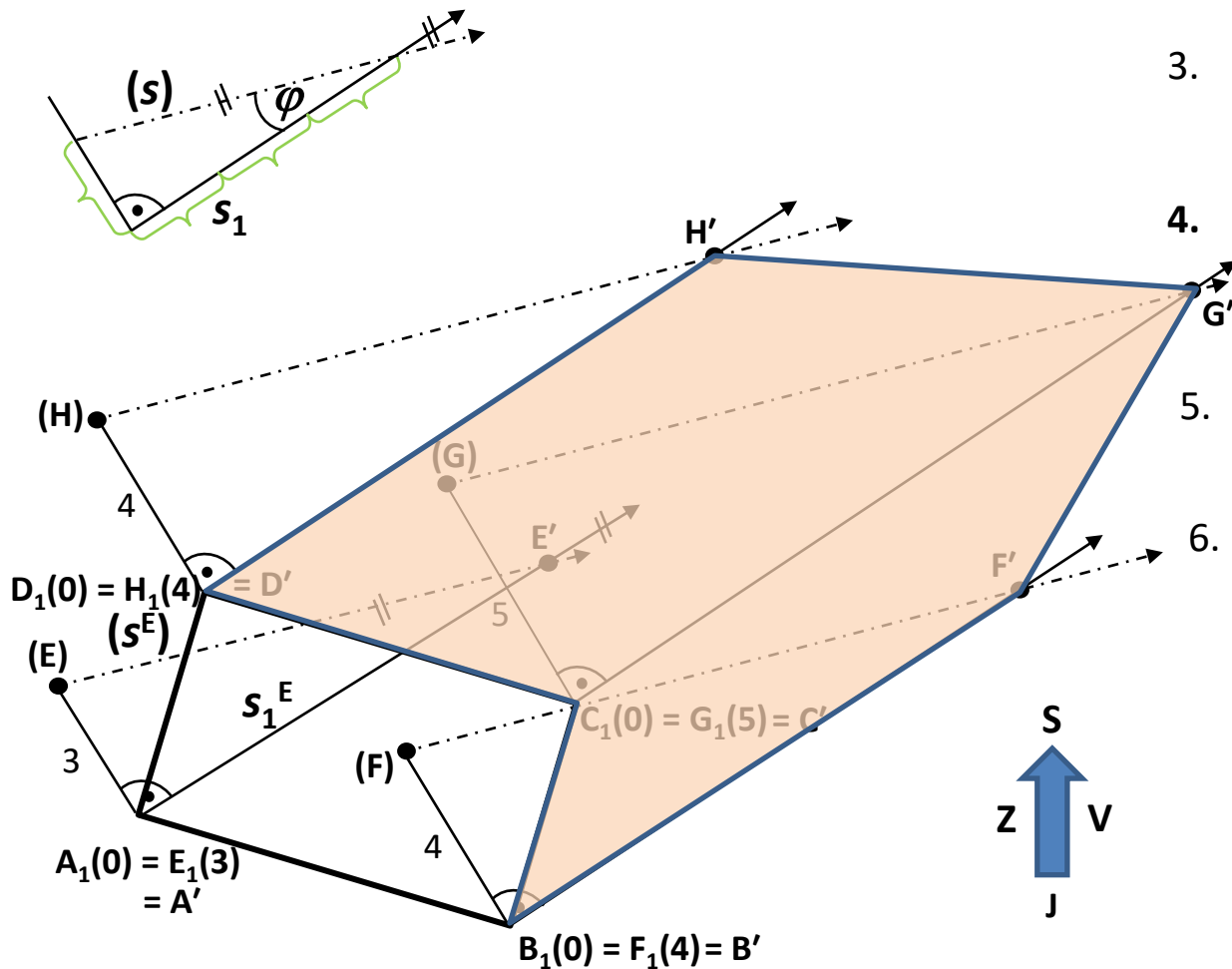
1. Zostrojíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Keďže body **A,B,C,D** ležia v π platí: **A=A', B=B', C=C', D=D'**.
3. Bodom **E** zostrojíme pôdorys svetelného lúča s_1^E . Zostrojíme sklopený **(E)** a **(s^E)**.
4. **(s^E)** $\cap$ $s_1^E = E'$ - **vrhnutý tieň bodu E**
5. Vrhnutý tieň hornej podstavy je zhodný s pôvodnou.
6. Vyznačíme **vrhnutý tieň** celého hranola.
7. Vyznačíme **medzu vrhnutého tieňa**.

Poznámka. Podobne zostrojíme osvetlenie kolmého valca s podstavou v rovine π . Vrhnutým tieňom kružnice ležiacej v rovine rovnobežnej s π je kružnica.

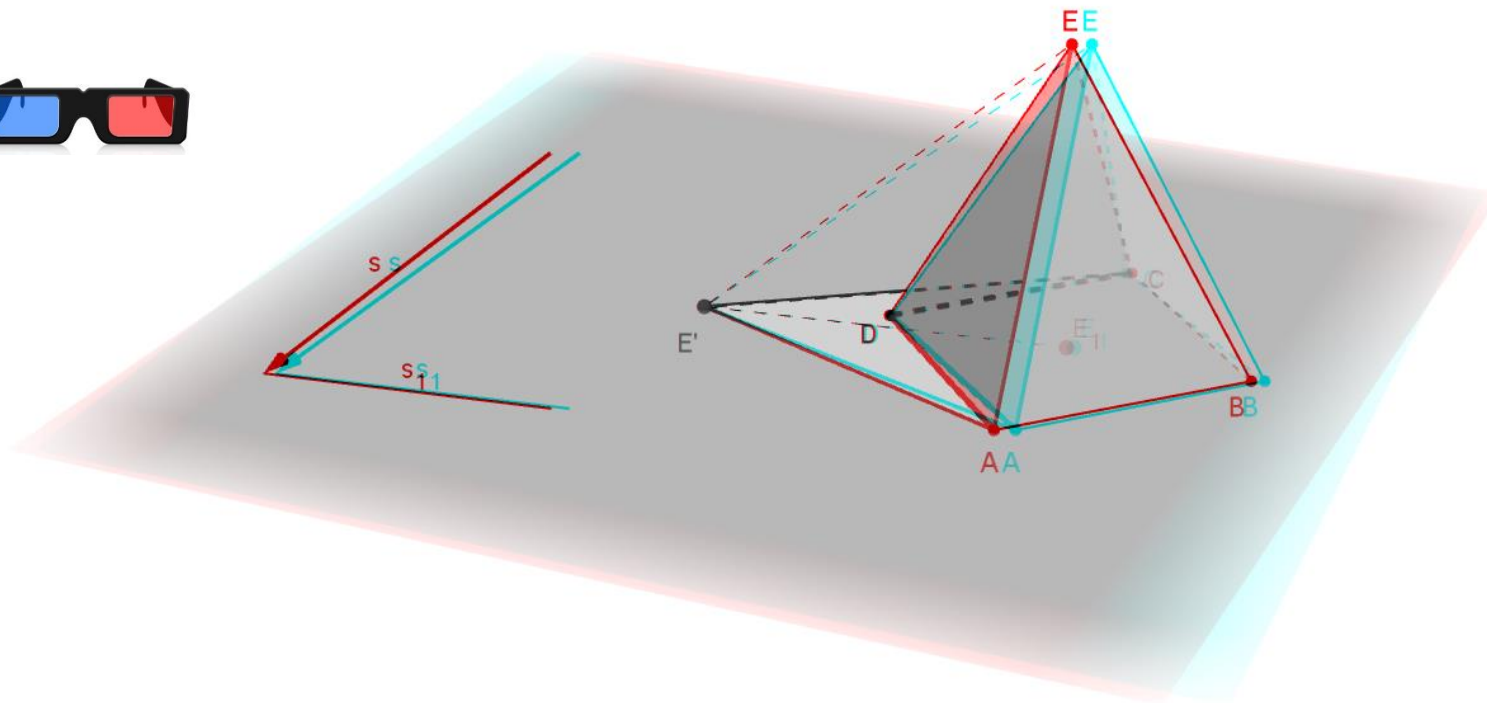
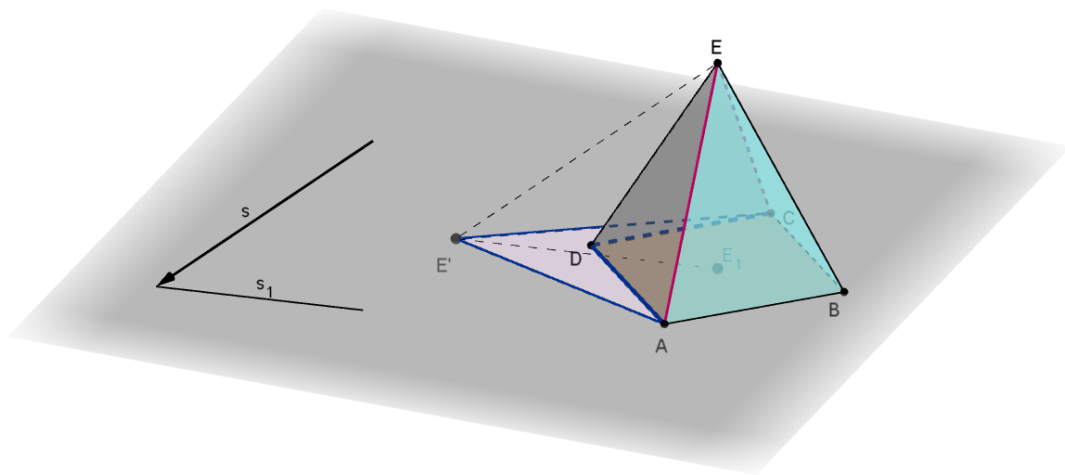
Príklad 6.37: Zostrojte vrhnutý tieň hranola **ABCDEFGH** s podstavou **ABCD** ležiacou v π do roviny π . Horná podstava **EFGH** leží v rovine šikmej k π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1/3$.

Postup:

1. Zostrojíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Keďže body **A, B, C, D** ležia v π platí: **A=A', B=B', C=C', D=D'**.
3. Bodom **E** zostrojíme pôdorys svetelného lúča. Zostrojíme sklopený **(E)** a (s^E) .
4. $(s^E) \cap s_1^E = E'$ - vrhnutý tieň bodu **E**
5. Podobne zostrojíme vrhnuté tieňe bodov **F, G, H**.
6. Vyznačíme **vrhnutý tieň** a **medzu vrhnutého tieňa** hranola.

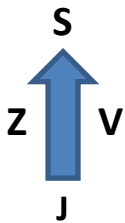
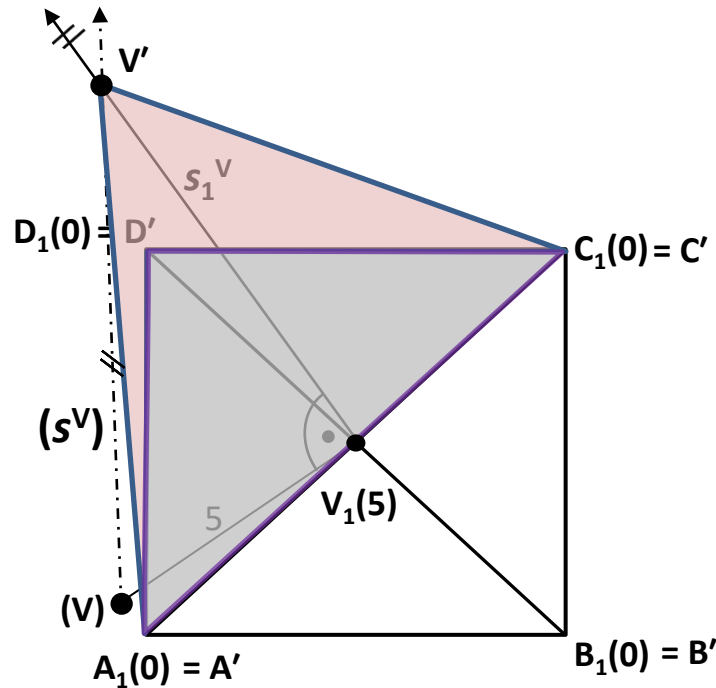
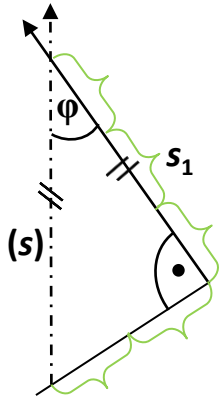


Osvetlenie ihlana



Osvetlenie ihlana

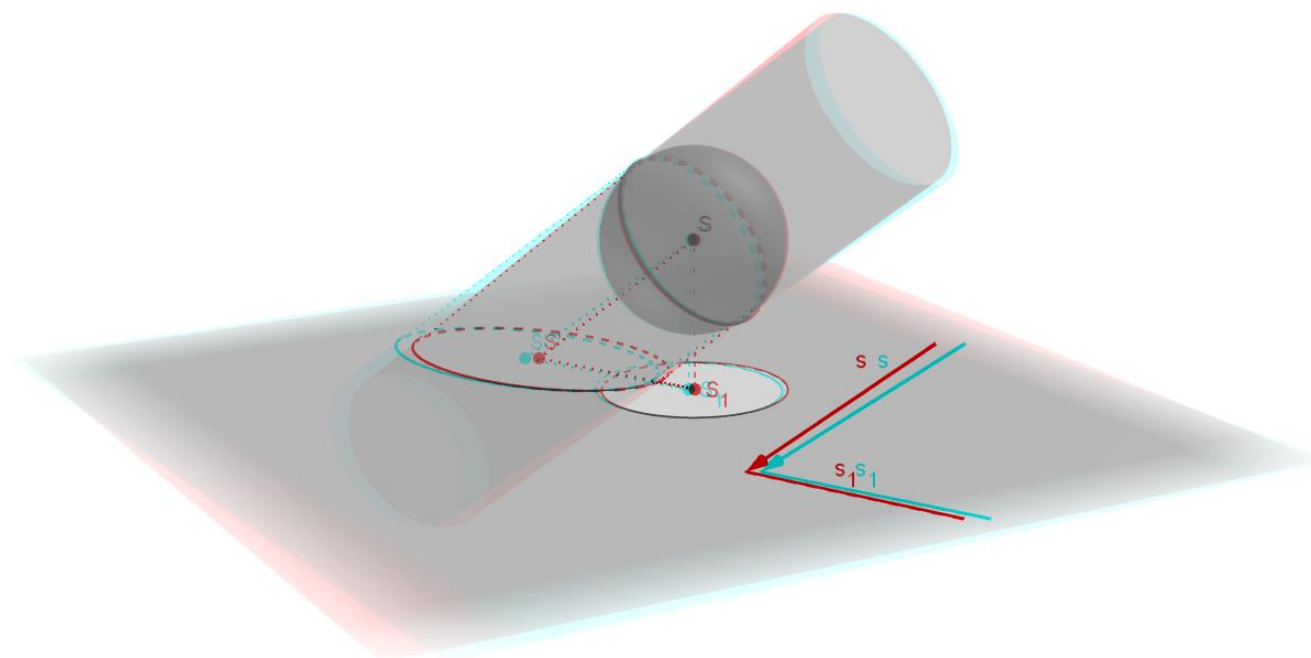
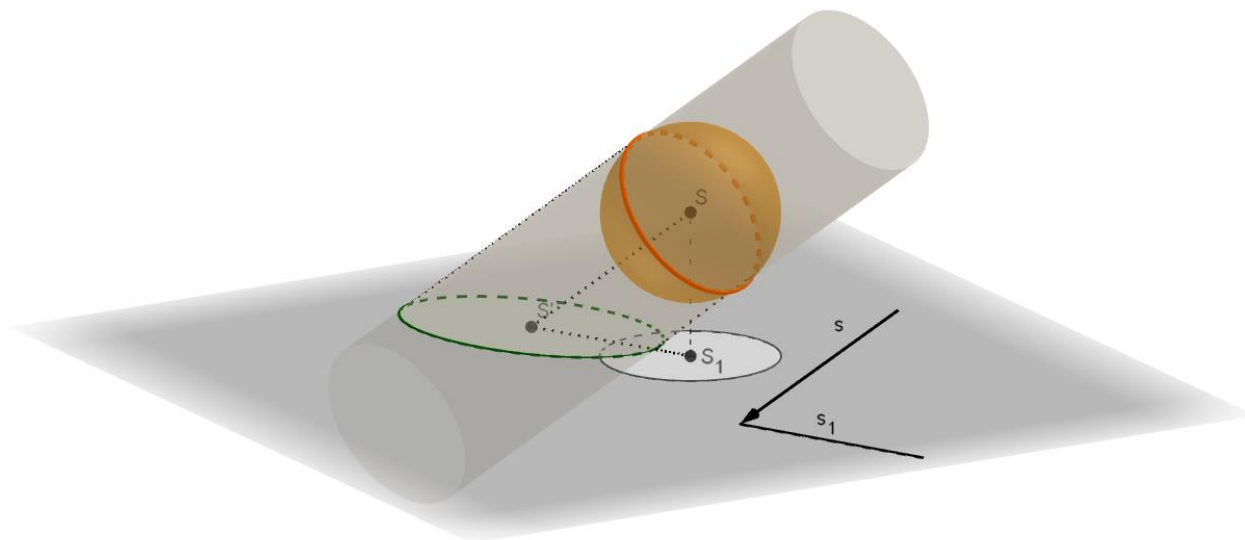
Príklad 6.38: Zostrojte vrhnutý a vlastný tieň kolmého ihlana s podstavou **ABCD** v π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 2/3$.



Postup:

1. Zostrojíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Keďže body **A,B,C,D** ležia v π platí: **A=A', B=B', C=C', D=D'**.
3. Bodom **V** zostrojíme pôdorys svetelného lúča. Zostrojíme sklopený **(V)** a **(s^V)**.
4. **(s^V)** $\cap$ **s₁^V** = **V'** - **vrhnutý tieň** bodu **V**.
5. Vyznačíme **vrhnutý tieň** a **medzu vrhnutého tieňa** ihlana.
6. Vyznačíme **vlastný tieň** a **medzu vlastného tieňa** ihlana.

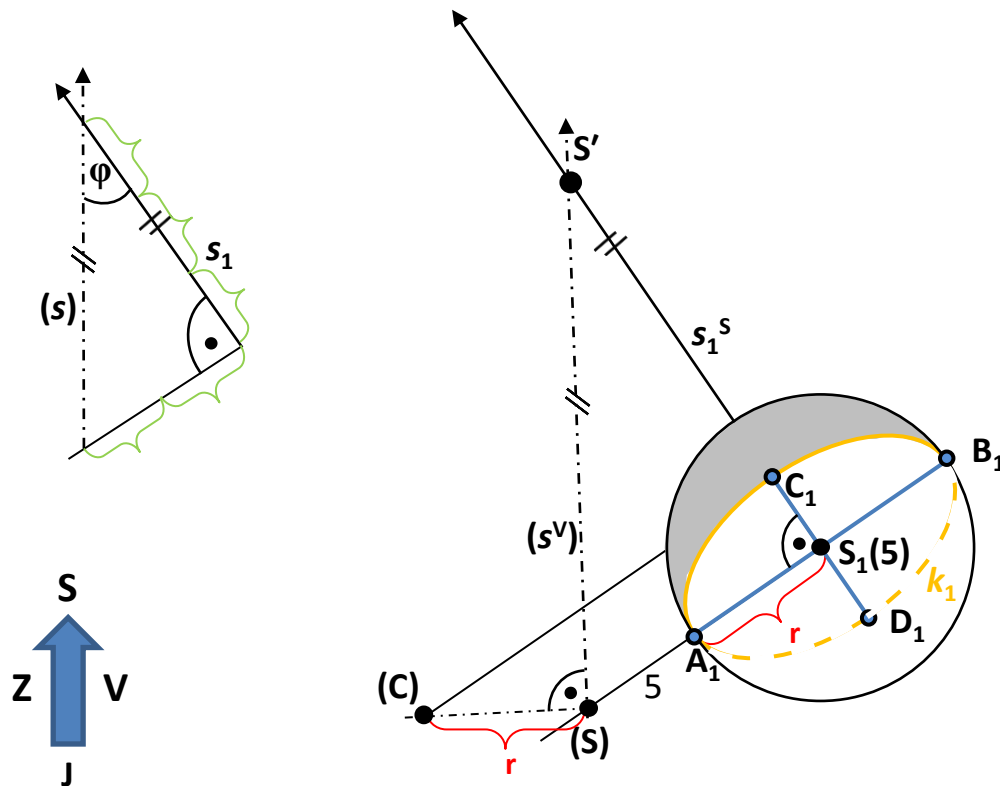
Osvetlenie gule



Osvetlenie gule

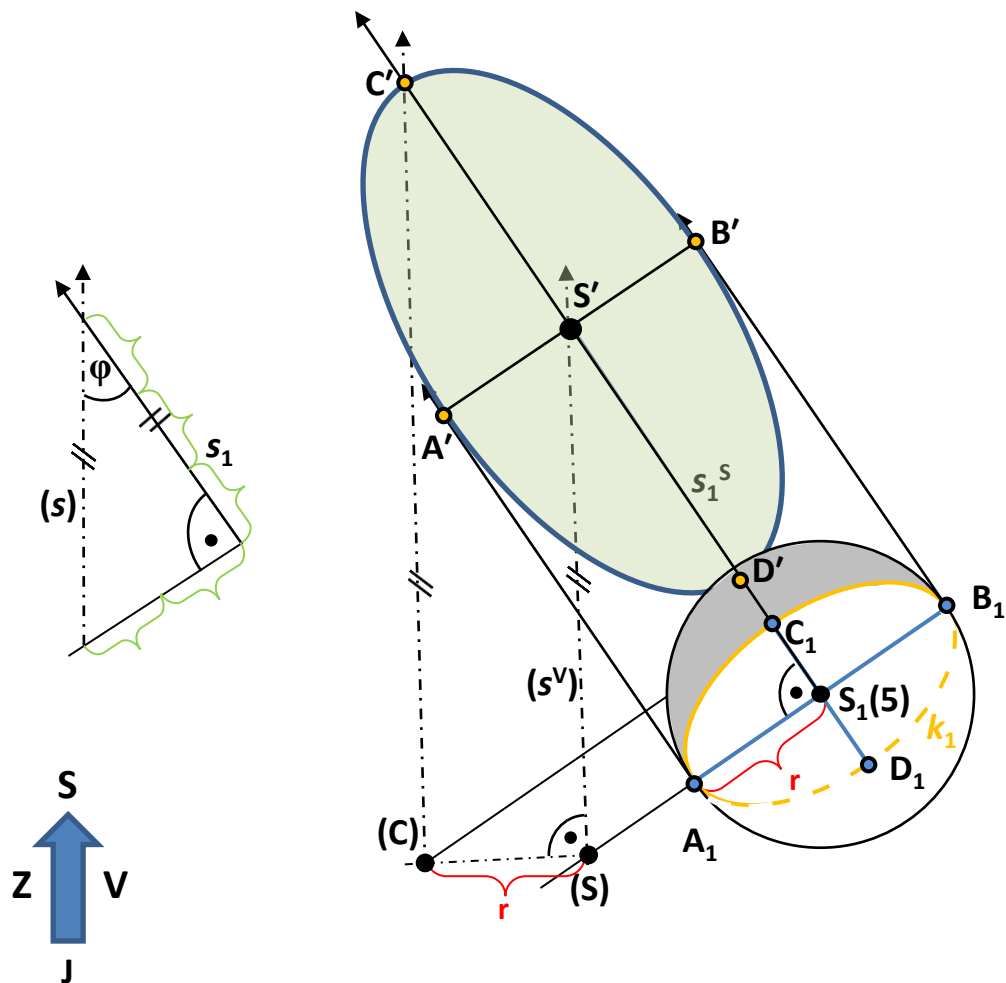
Príklad 6.39: Zostrojte osvetlenie gule ($S(S_1(5))$, $r = 3 \text{ cm}$). Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 2/3$.

Poznámka. Priemetom gule v kótovanom premietaní je kružnica daná stredom S a polomerom r . Vrhnutým tieňom gule do priemetne π je **elipsa**.



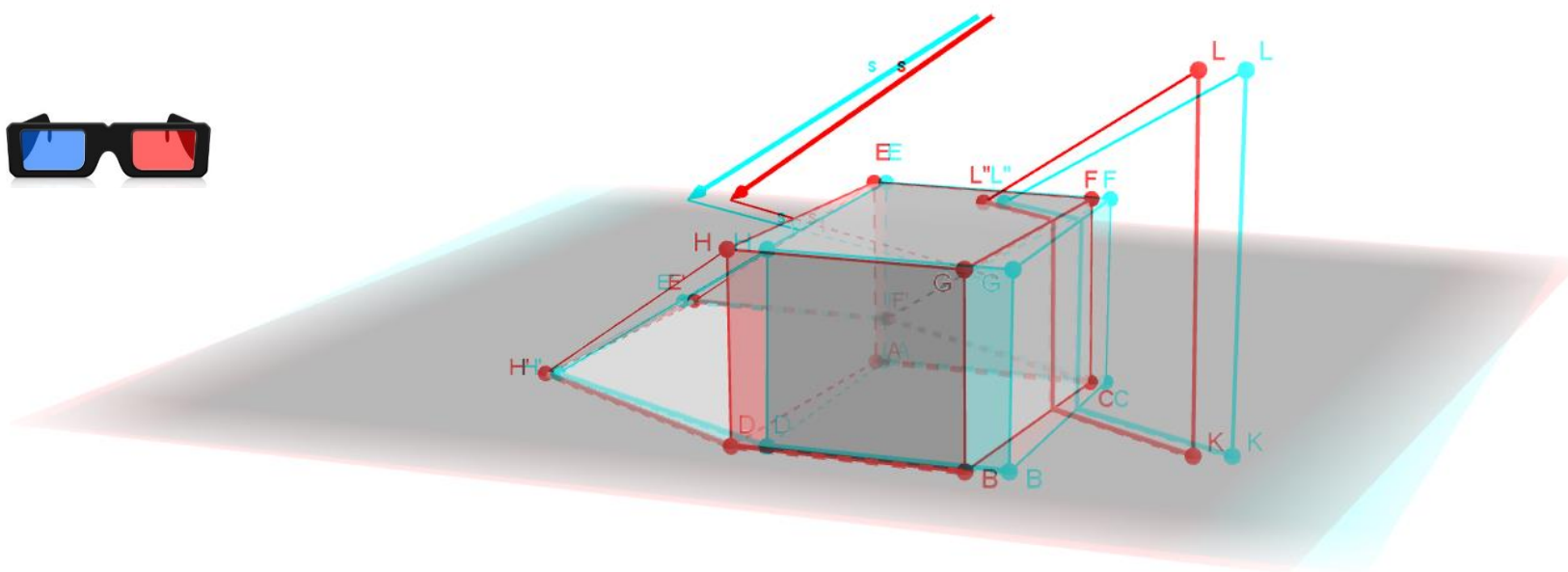
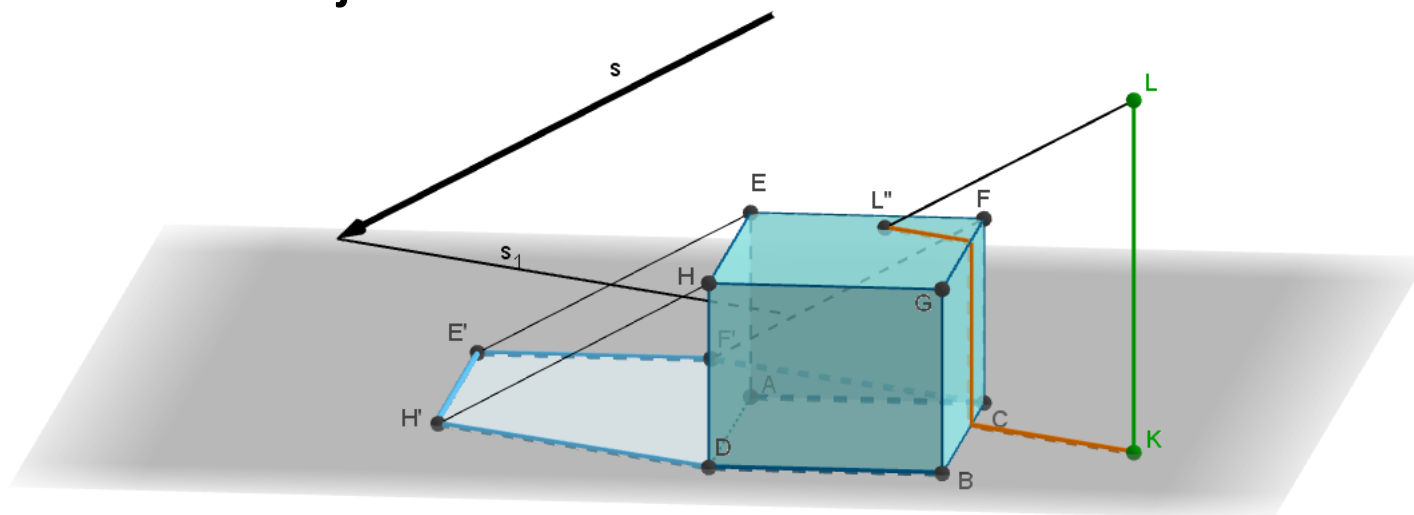
Postup:

1. Zostrojíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Bodom S zostrojíme pôdorys svetelného lúča. Zostrojíme sklopený (S) a (s^s).
3. $(s^s) \cap s_1^s = S'$ - **vrhnutý tieň bodu S** .
4. Svetelný lúč s^s prechádzajúci stredom S guľovej plochy je osou svetelnej dotykovej rotačnej valcovej plochy, opísanej guľovou plochou. Rotačná valcová plocha sa dotýka guľovej plochy pozdĺž kružnice k . Jej priemetom je elipsa k_1 , je to **medza vlastného tieňa** gule. Rovina tejto kružnice je kolmá na smer osvetlenia s a prechádza stredom gule. Elipsa k_1 je určená hlavnou a vedľajšou osou A_1B_1 , C_1D_1 . Hlavná os A_1B_1 prechádza stredom S_1 a je kolmá na s_1^s .
5. Na zostrojenie vedľajšej osi použijeme sklopenú spádovú priamku (s^v).
6. Platí: $(C)(S) \perp (s^v)$.
7. $(C) \rightarrow C_1$.



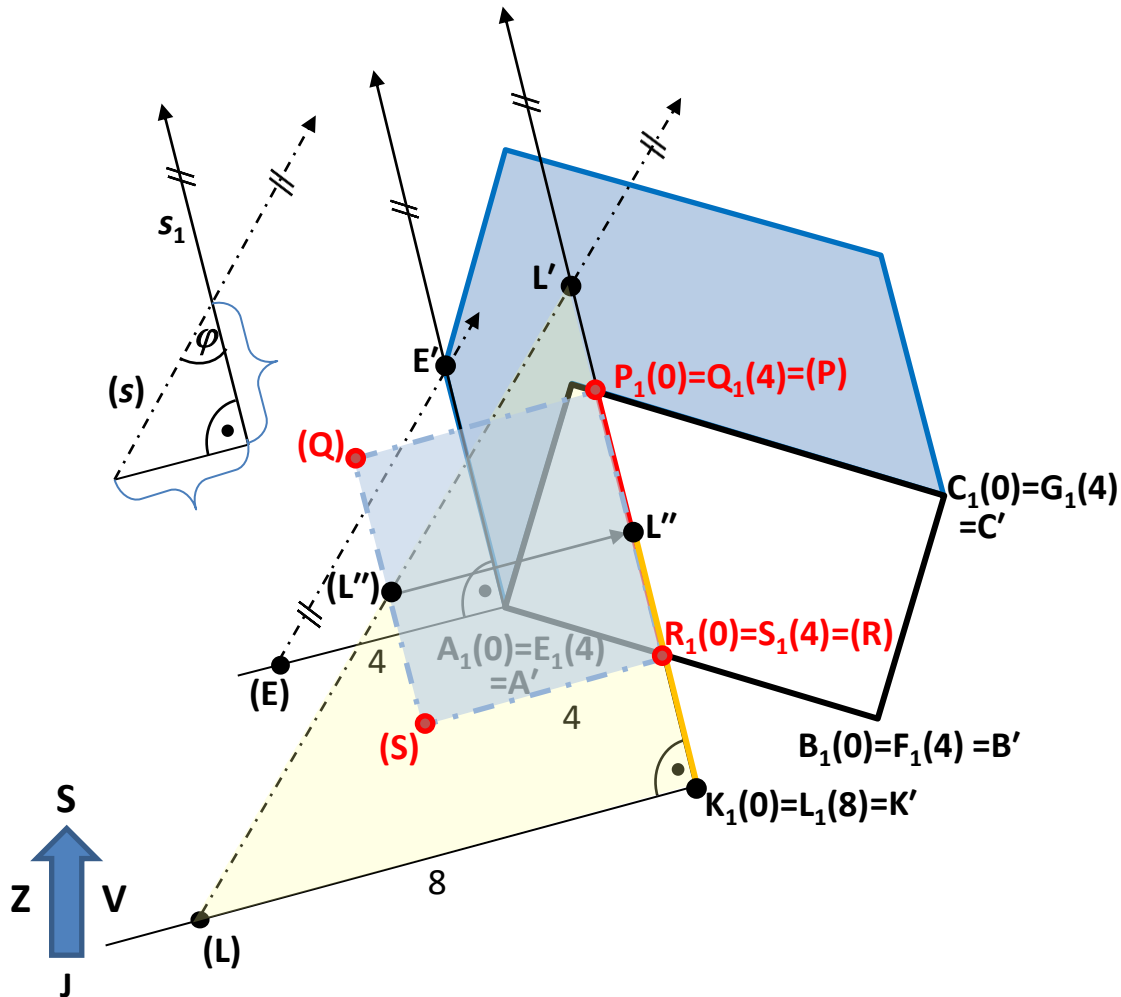
5. Vrhnutým tieňom gule je vrhnutý tieň kružnice k .
6. $k_1 \rightarrow k' (A'B', C'D')$

Osvetlenie objektov



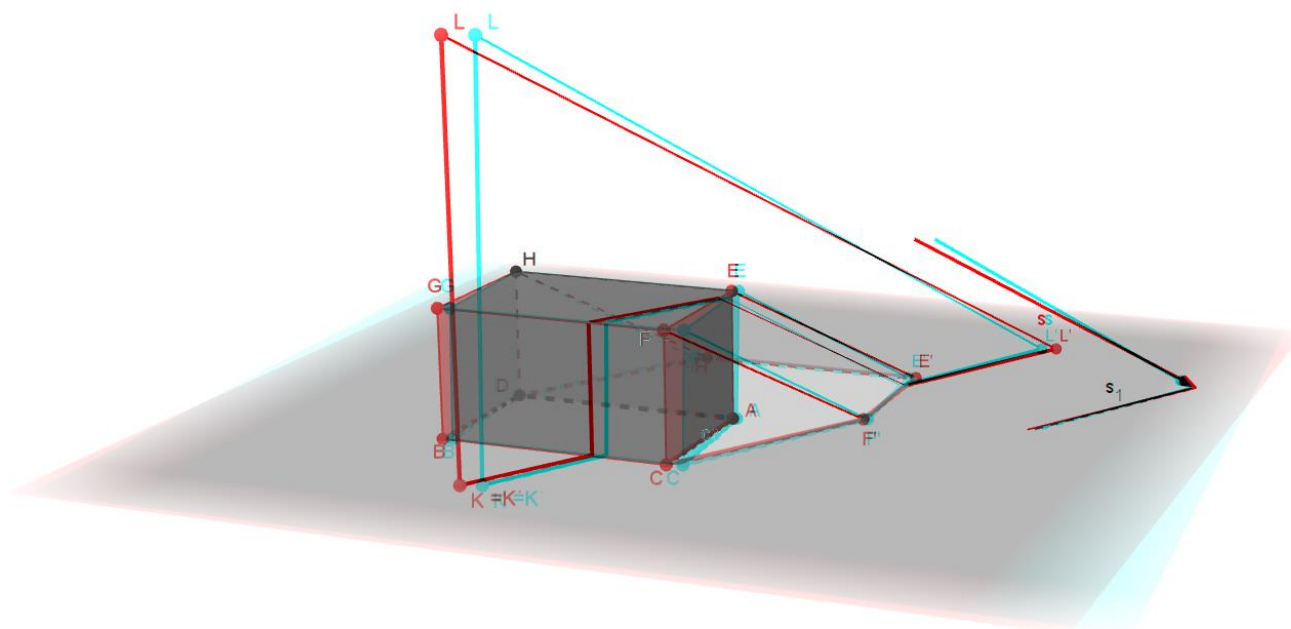
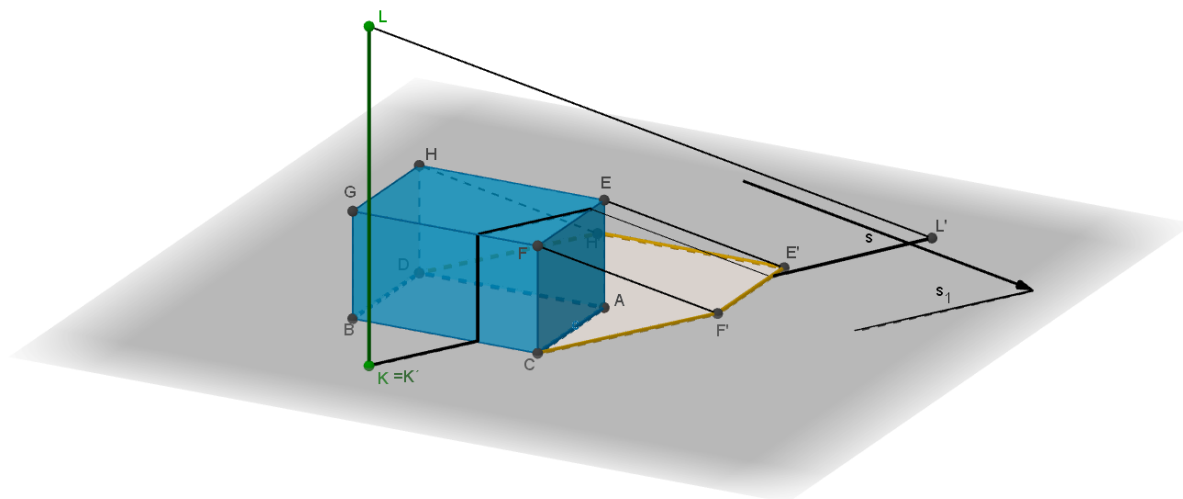
Osvetlenie objektov

Príklad 6.40: Zostrojte vrhnutý tieň úsečky **KL** kolmej na pôdorysňu π a kolmého hranola **ABCDEFGH** s podstavou **ABCD** v π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1$.



Postup:

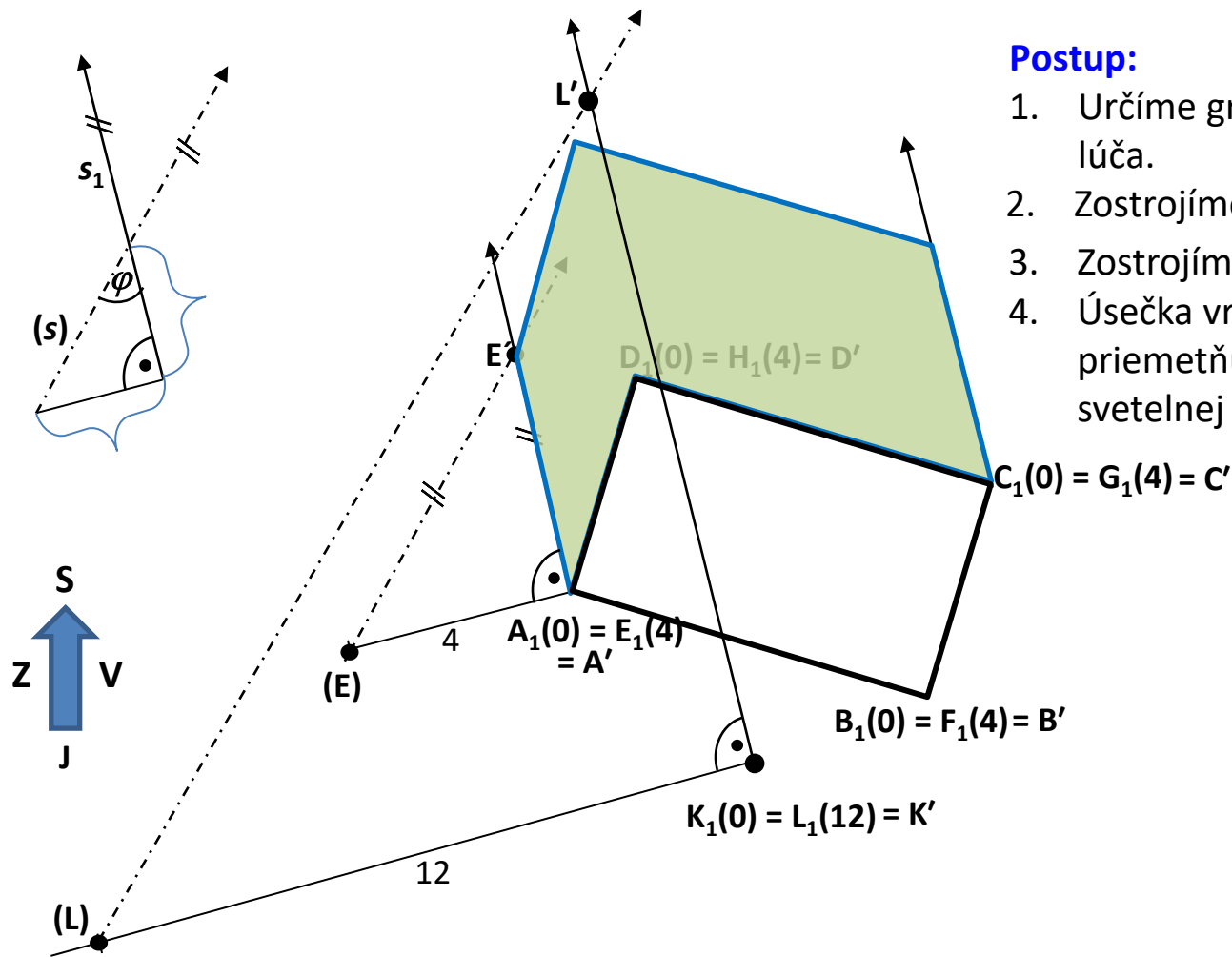
1. Zostrojíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Zostrojíme vrhnutý tieň hranola **AB..H** a vrhnutý tieň úsečky **KL**.
3. V nasledujúcom kroku zistíme, či úsečka **KL** vrhá tieň aj na hranol aj do pôdorysne π . Vyriešime to pomocou sklopenia svetelnej roviny úsečky **KL**.
4. Svetelná rovina úsečky **KL** pretína hranol v obdĺžniku **PQRS**. Zobrazíme ho v sklopení.
5. V sklopení vidíme, že sklopený svetelný lúč bodom **L** pretína obdĺžnik v bode **L''**, t. z., že úsečka **KL** vrhá tieň **K'L''**.

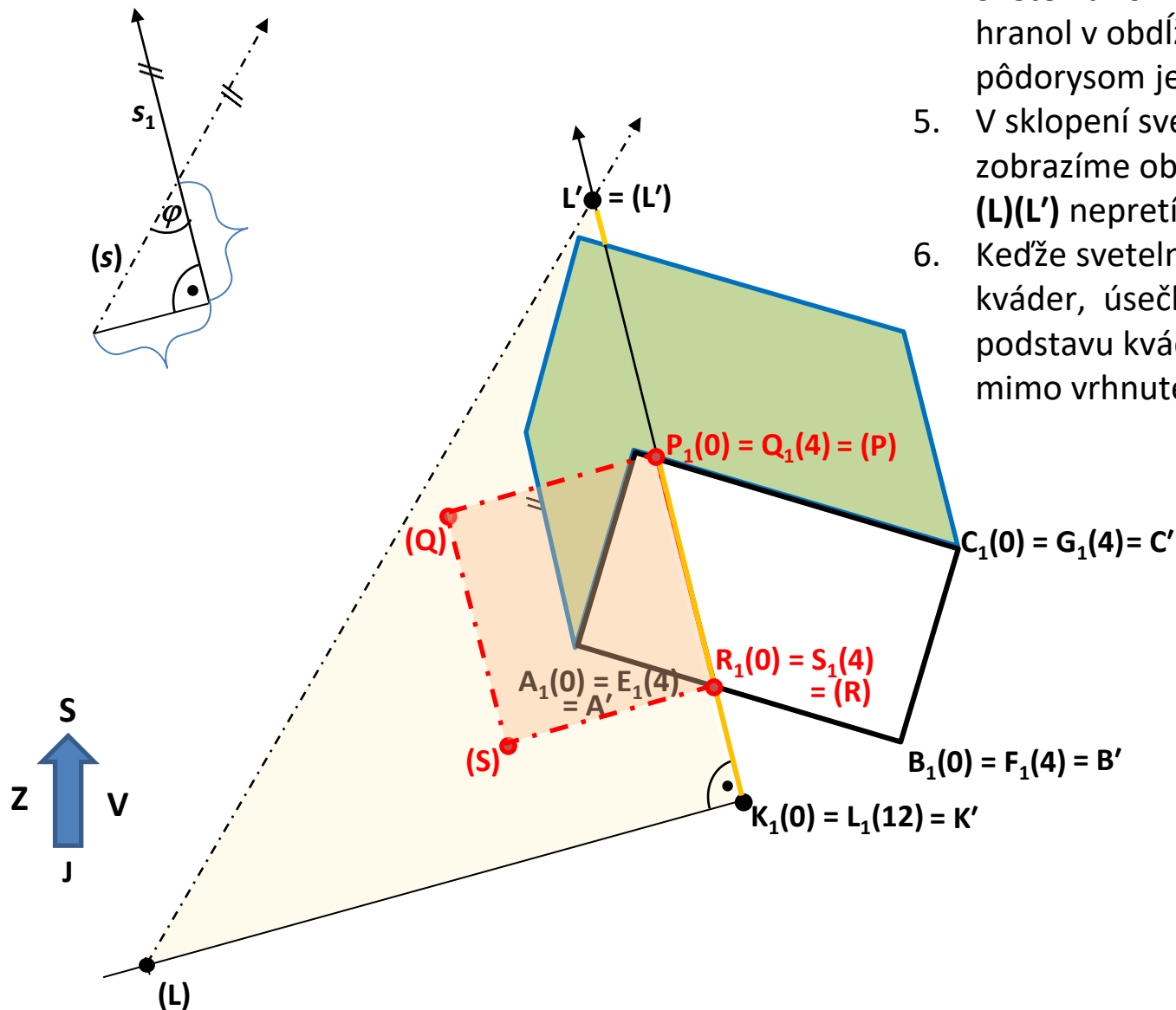


Príklad 6.41: Zostrojte vrhnutý tieň úsečky **KL** kolmej na pôdorysňu π a kolmého hranola **ABCDEFGH** s podstavou **ABCD** v π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1$.

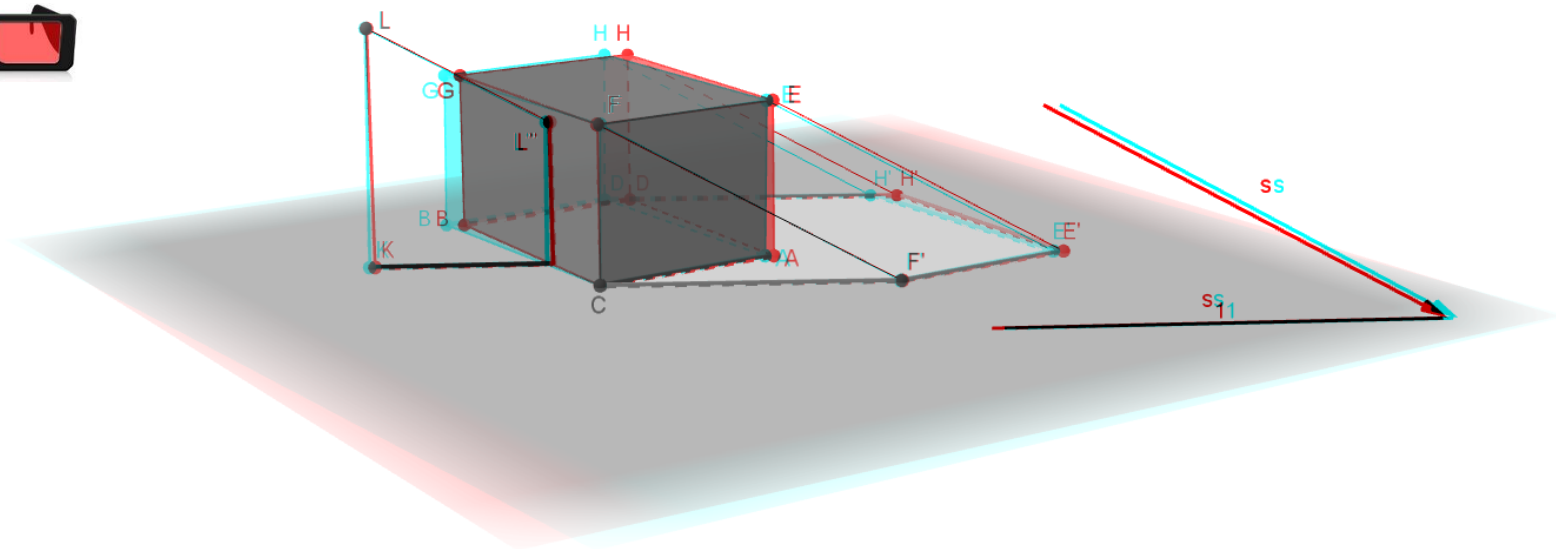
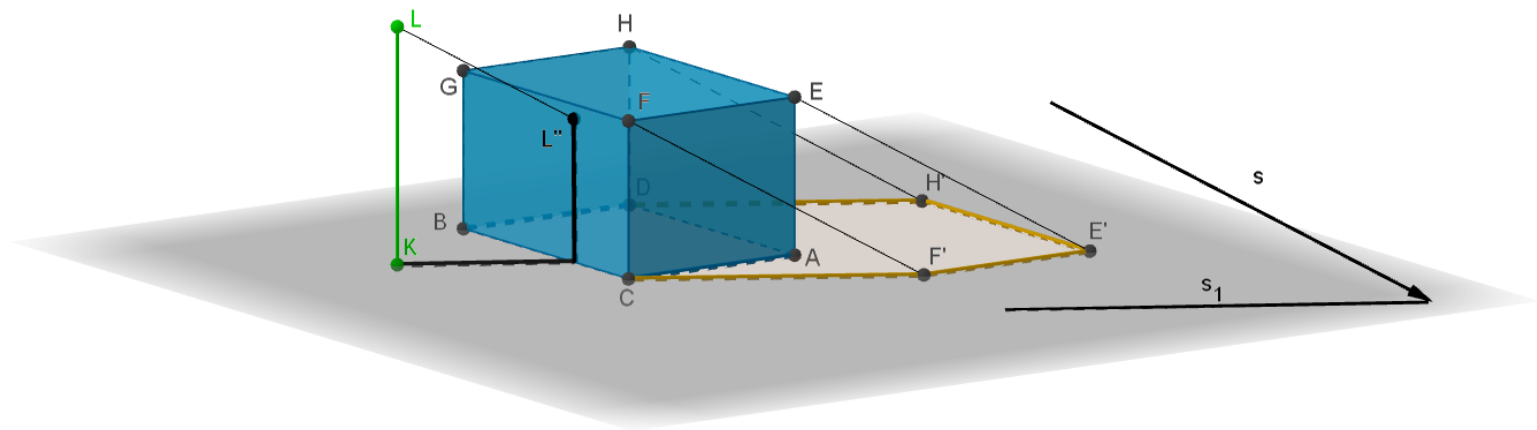
Postup:

1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Zostrojíme vrhnutý tieň hranola.
3. Zostrojíme vrhnutý tieň úsečky **KL**.
4. Úsečka vrhá tieň na hranol aj na priemetňu. Určíme to v sklopení svetelnej roviny úsečky **KL**.





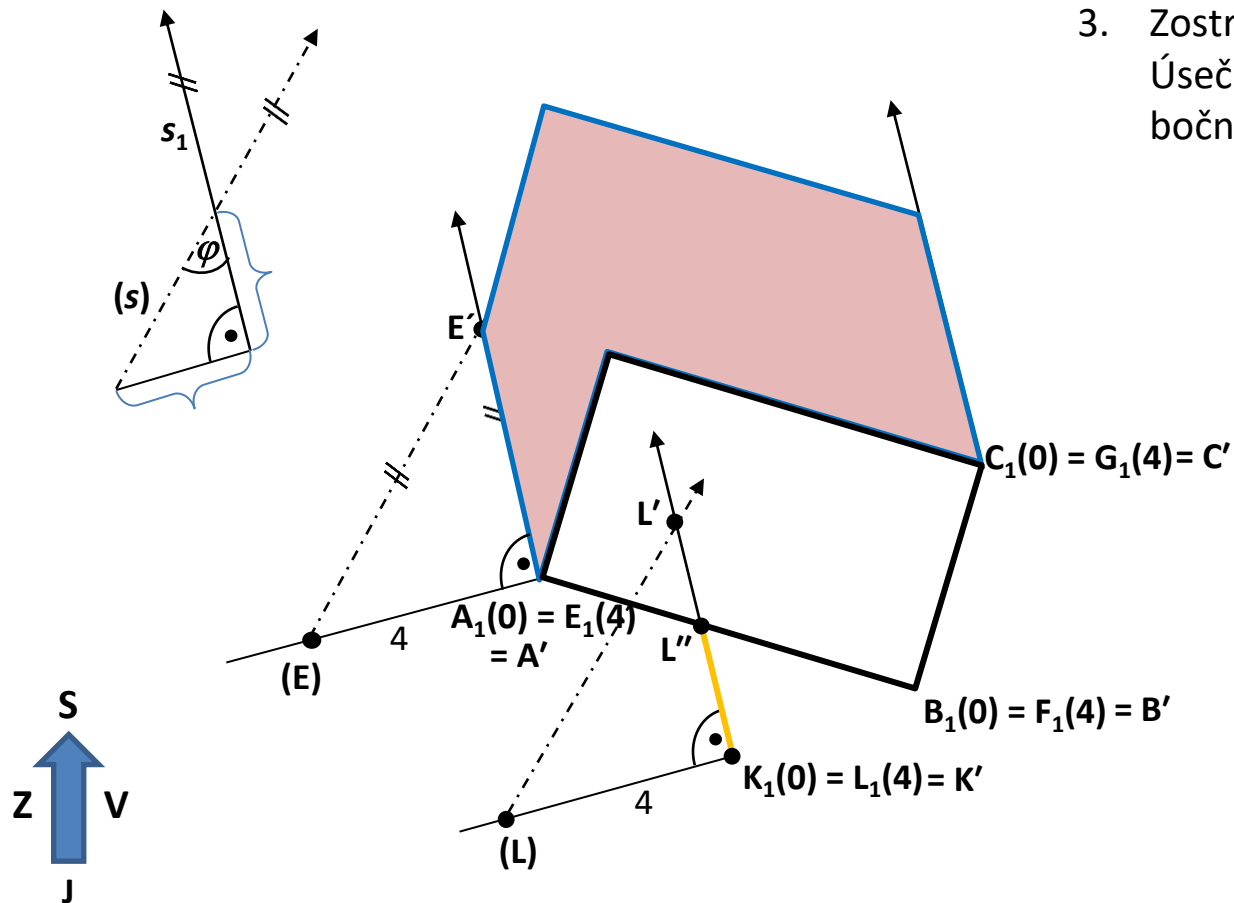
4. Svetelná rovina úsečky KL pretína hranol v obdĺžniku **PRSQ**. Jeho pôdorysom je úsečka.
5. V sklopení svetelnej roviny úsečky **KL** zobrazíme obdĺžnik **PRSQ**. Vidíme, že **(L)(L')** nepretína obdĺžnik **(P)(R)(S)(Q)**.
6. Keďže svetelný lúč bodu **L** nepretína kváder, úsečka **KL** vrhá tieň na vrchnú podstavu kvádra a tiež na rovinu π mimo vrhnutého tieňa kvádra.



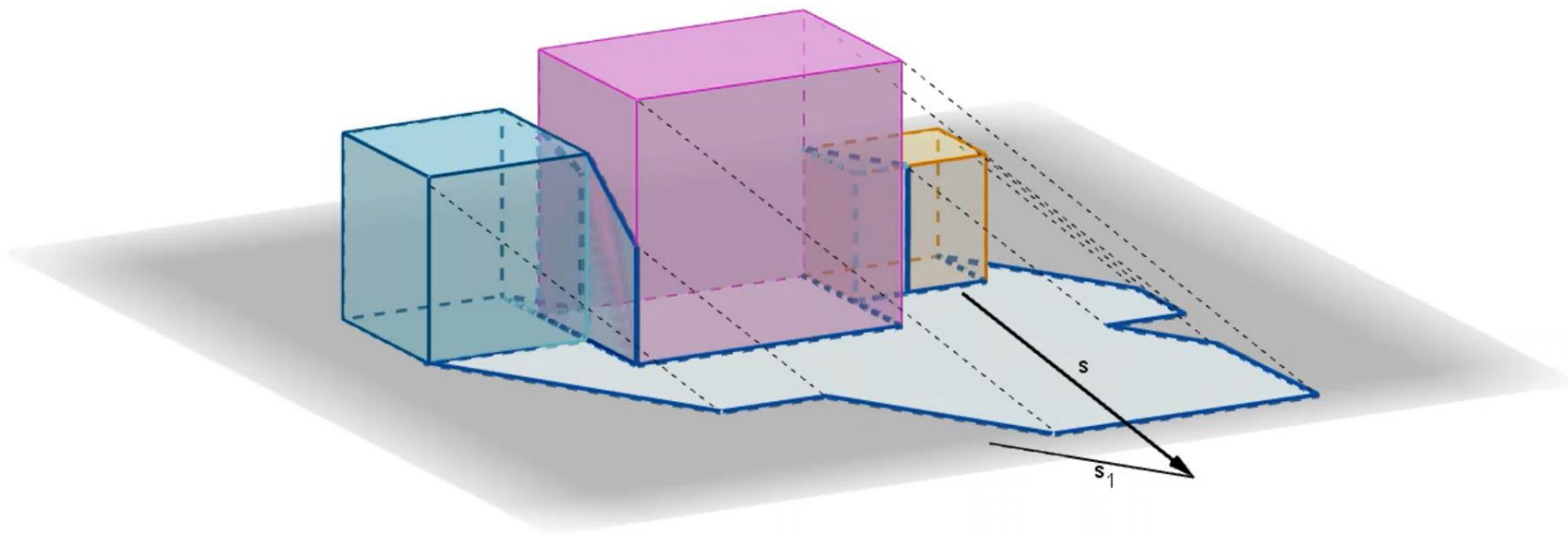
Príklad 6.42: Zostrojte vrhnutý tieň úsečky **KL** kolmej na pôdorysňu π a kolmého hranola **ABCDEFGH** s podstavou **ABCD** v π . Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s_p = 1$.

Postup:

1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Zostrojíme vrhnutý tieň hranola.
3. Zostrojíme vrhnutý tieň úsečky **KL**. Úsečka vrhá tieň na priemetňu a na bočnú stenu kvádra v bode **L''**.

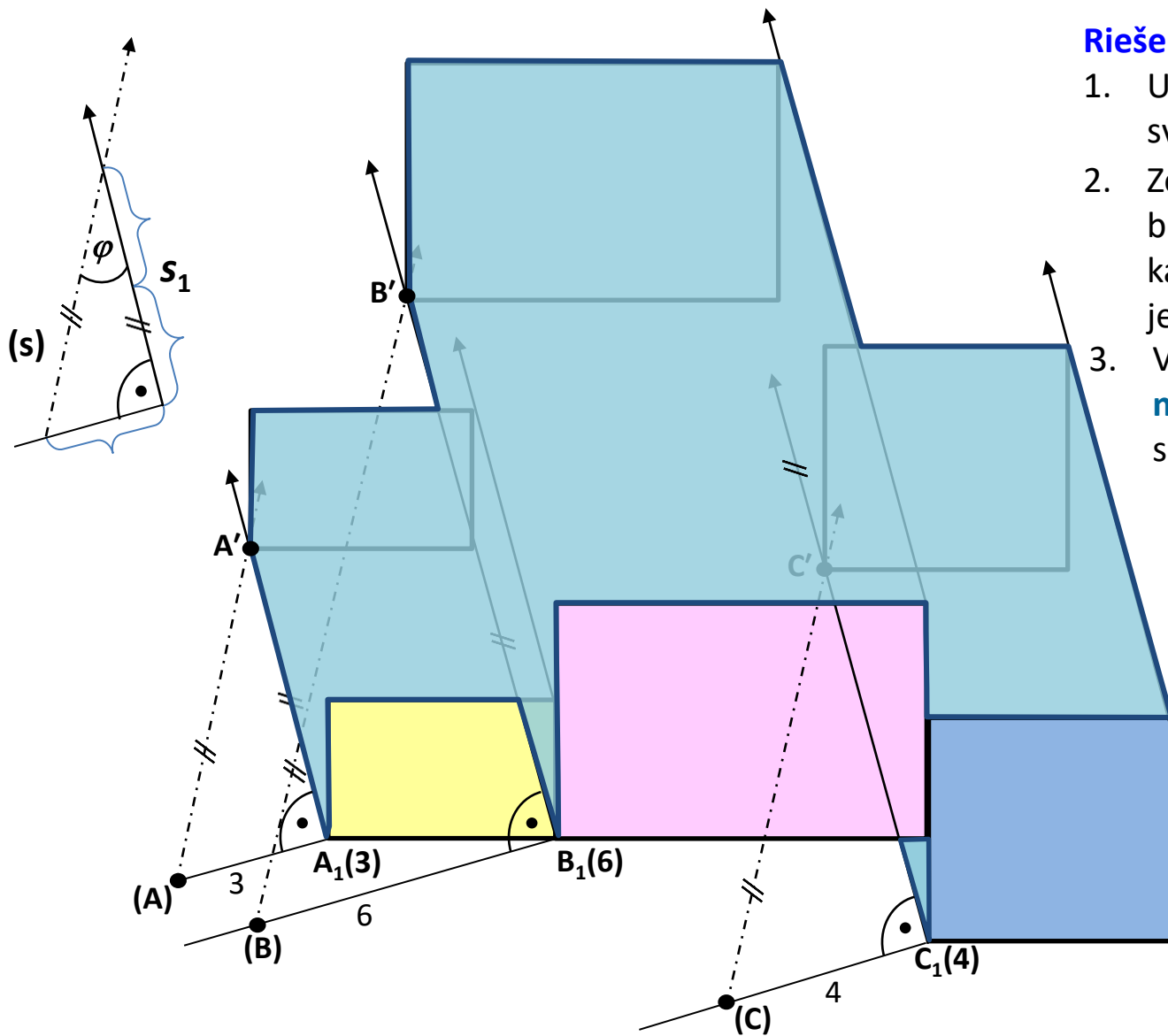


Osvetlenie sústavy budov



Pre ďalšie spustenie videa prejdite myšou na video-obrázok a kliknite na zobrazenú možnosť prehrávania.

Príklad 6.43: Zostrojte osvetlenie sústavy budov. Smer osvetlenia je daný pôdorysom svetelného lúča s_1 a spádom $s = 1/2$.



Riešenie:

1. Určíme graficky uhol svetelného lúča.
2. Zostrojíme vrhnutý tieň budov. Pre jednoduchosť v každej budove označíme jeden bod strechy.
3. Vyznačíme **vrhnutý tieň** a **medzu vrhnutého tieňa** sústavy budov.



Osvetlenie územného plánu – študentská práca



Autorka: Barbora Moravčíková
Študijný odbor: Priestorové plánovanie, UM STU Bratislava
2020/2021