ELEKTRONICKÁ SKRIPTA

# OSVĚTLENÍ

vznikla jako seminární práce DGII
FA ČVUT
2011/12

# OBSAH

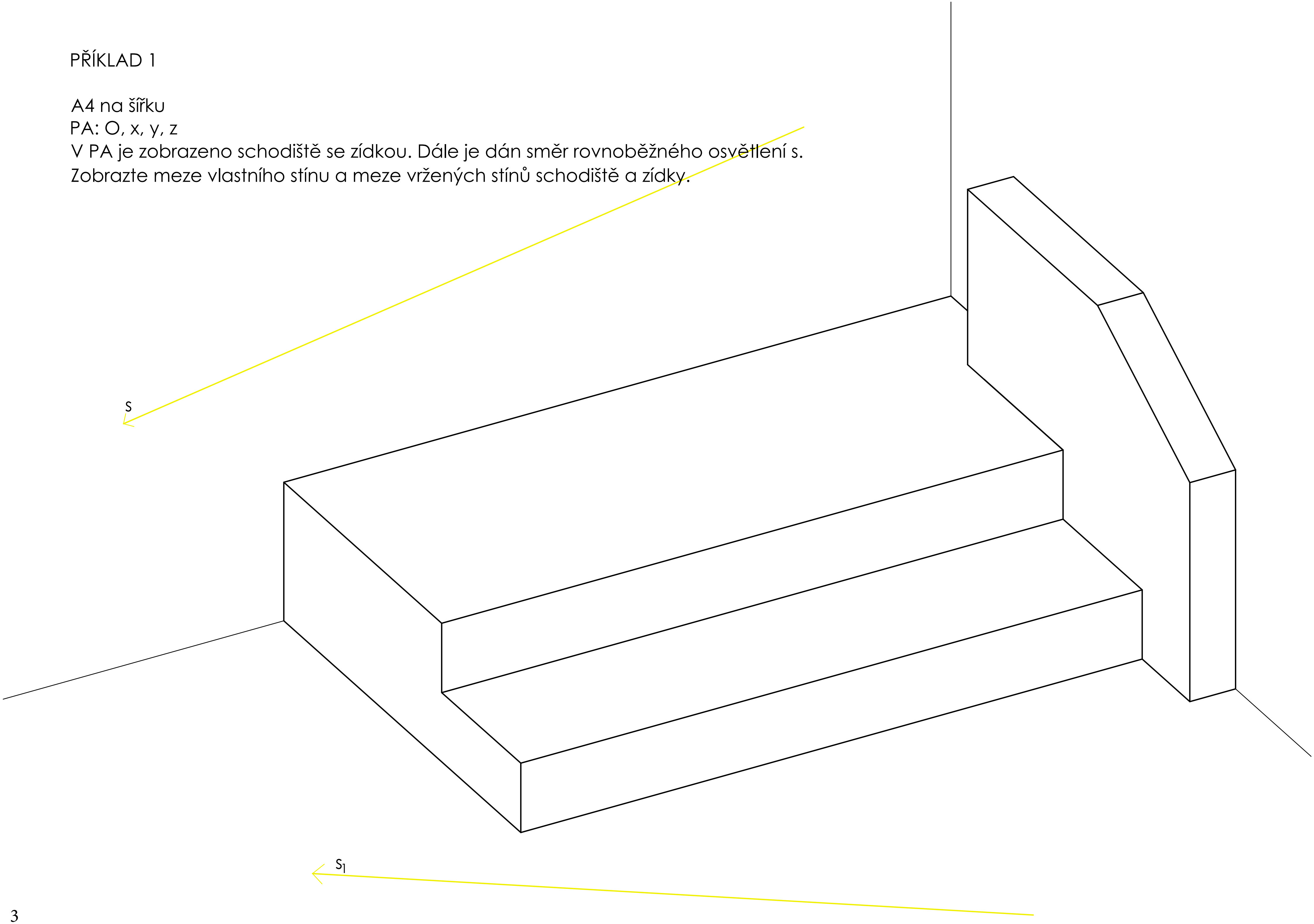


## KONVENCE ZNAČENÍ

vlastní stín - zelená barva
vržený stín - modrá barva
stín na půdorysně - $A^{\times}$
stín na nárysně - $A^{\times\times}$
stín na bokorysně - $A^{\times\times\times}$
stín na objektu (rovině) - $A^{*}$

# PŘÍKLAD 1

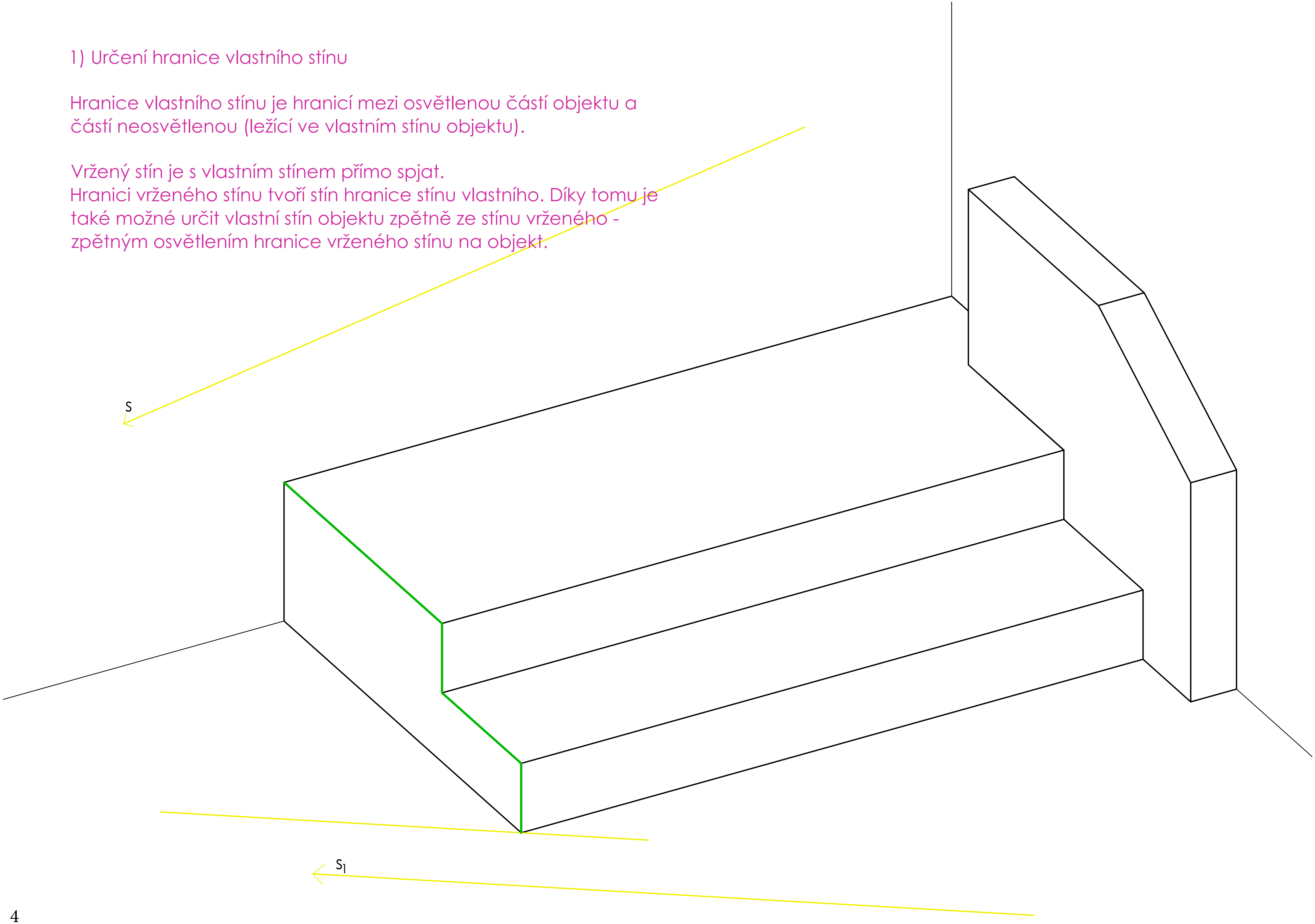
A4 na šířku
PA: O, x, y, z
V PA je zobrazeno schodiště se zídkou. Dále je dán směr rovnoběžného osvětlení s.
Zobrazte meze vlastního stínu a meze vržených stínů schodiště a zídky.



1) Určení hranice vlastního stínu

Hranice vlastního stínu je hranicí mezi osvětlenou částí objektu a částí neosvětlenou (ležící ve vlastním stínu objektu).

Vržený stín je s vlastním stínem přímo spjat.
Hranici vrženého stínu tvoří stín hranice stínu vlastního. Díky tomu je také možné určit vlastní stín objektu zpětně ze stínu vrženého - zpětným osvětlením hranice vrženého stínu na objekt.



2) Stín bodu A v půdorysně

A=A$^{\times}$

(protože bod A leží v půdorysně, je zároveň svým vlastním stínem)

3) Stín bodu B v půdorysně

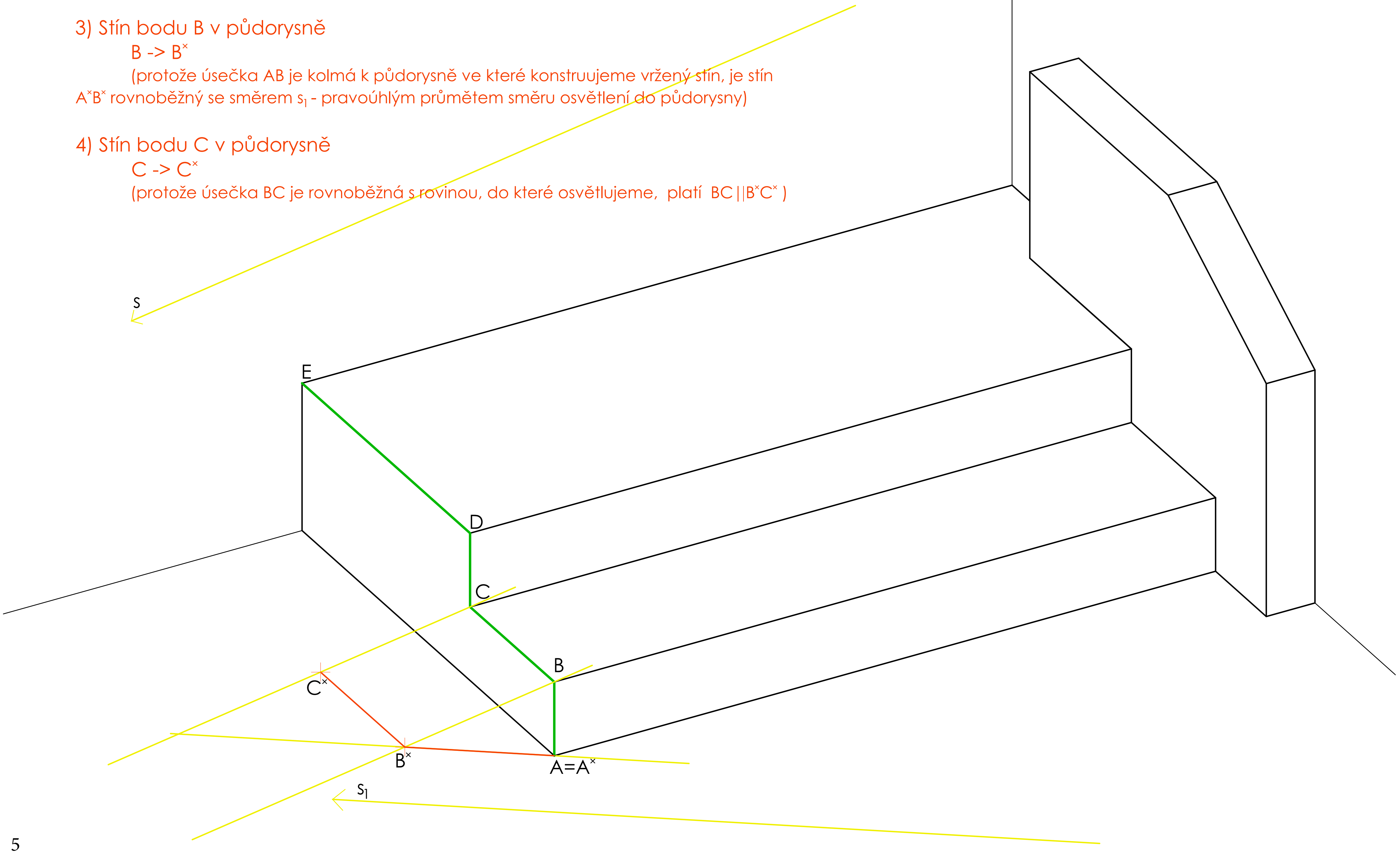
B -> B$^{\times}$

(protože úsečka AB je kolmá k půdorysně ve které konstruujeme vržený stín, je stín A$^{\times}$B$^{\times}$ rovnoběžný se směrem $s_1$ - pravoúhlým průmětem směru osvětlení do půdorysny)

4) Stín bodu C v půdorysně

C -> C$^{\times}$

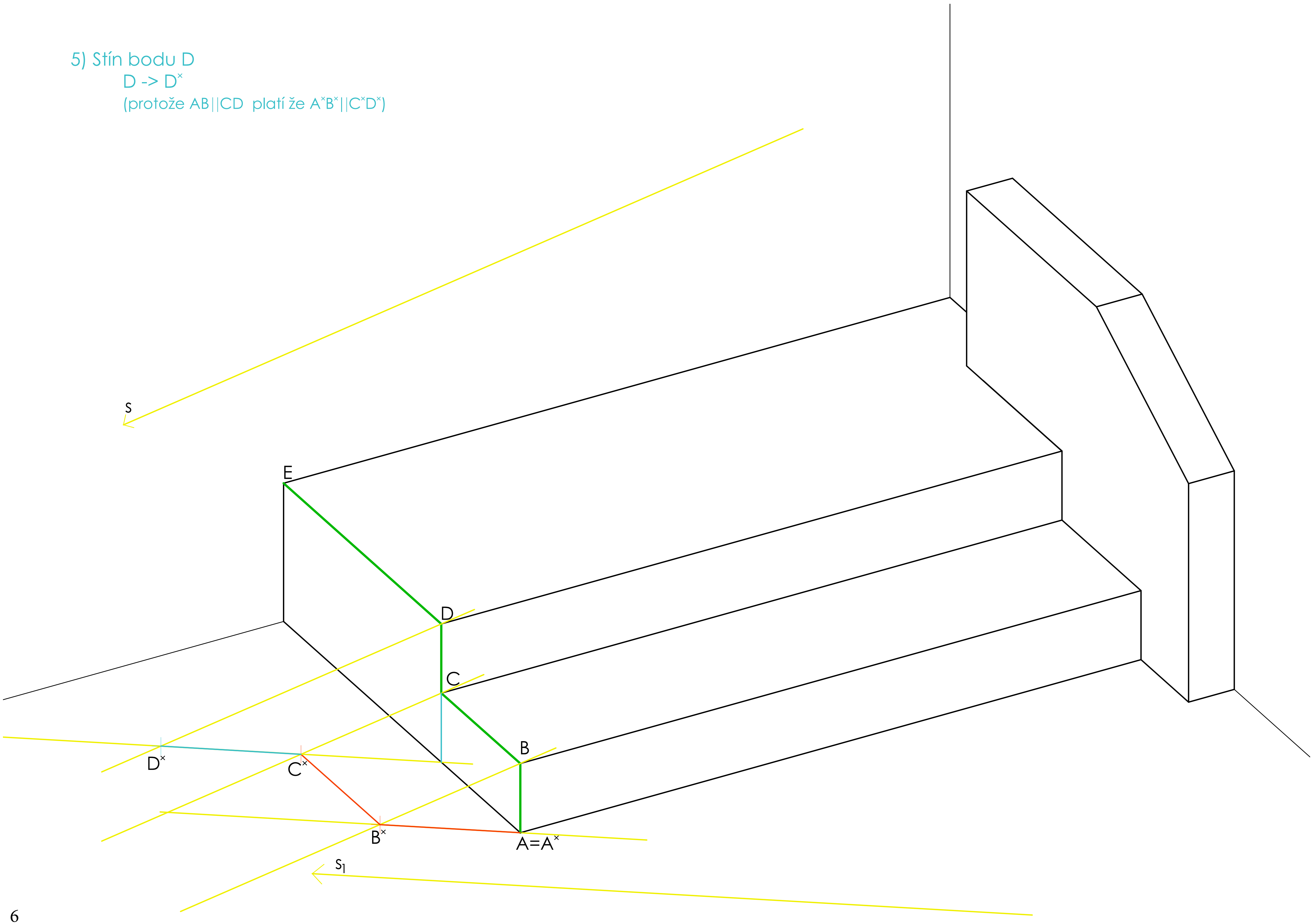
(protože úsečka BC je rovnoběžná s rovinou, do které osvětlujeme, platí BC||B$^{\times}$C$^{\times}$ )



5) Stín bodu D

D -> $D^{\times}$

(protože AB||CD platí že $A^{\times}B^{\times}||C^{\times}D^{\times}$)



6) Stín bodu E

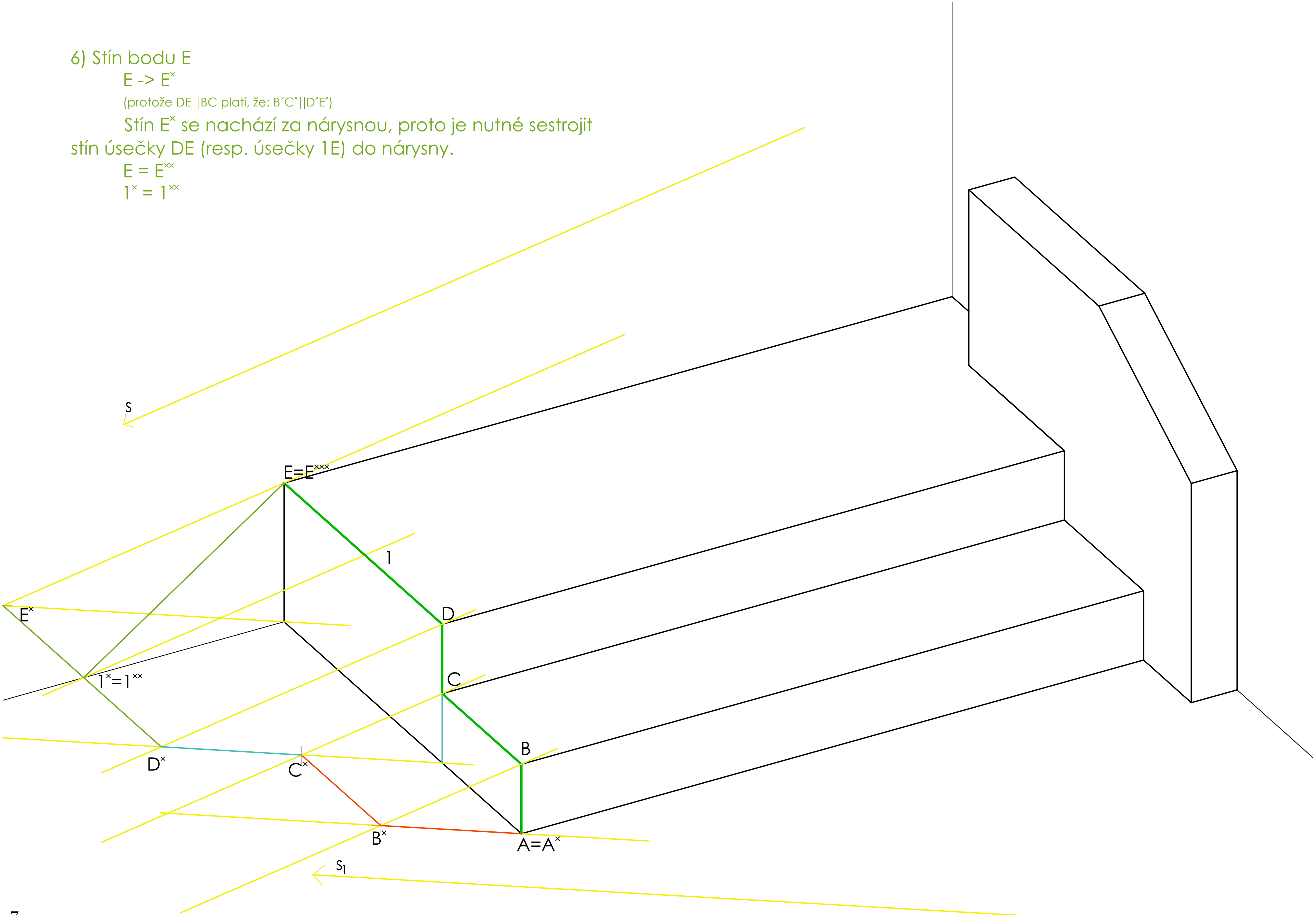
E -> $E^{x}$

(protože DE||BC platí, že: $B^{x}C^{x}$||$D^{x}E^{x}$)

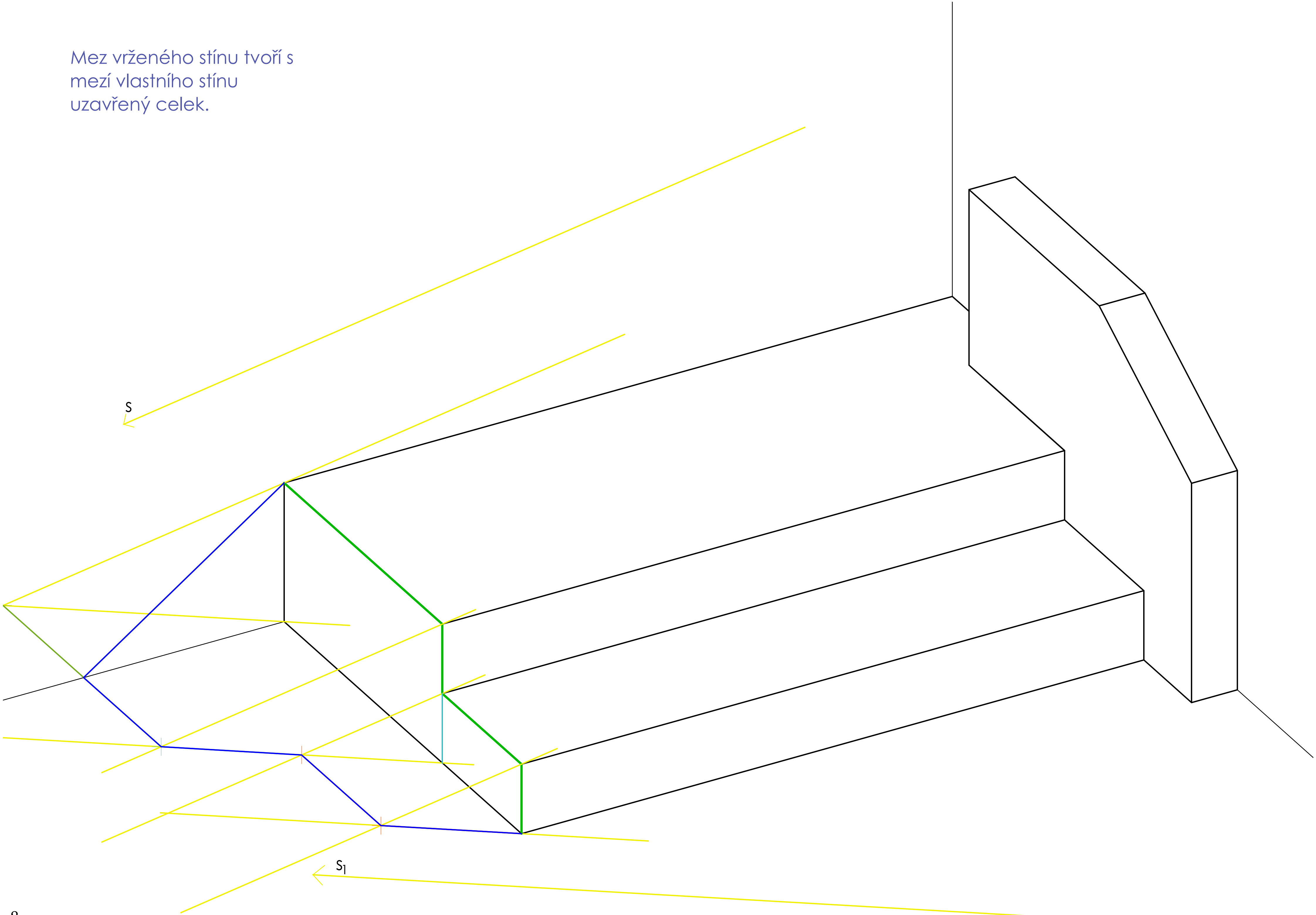
Stín $E^{x}$ se nachází za nárysnou, proto je nutné sestrojit stín úsečky DE (resp. úsečky 1E) do nárysny.

$E = E^{xx}$

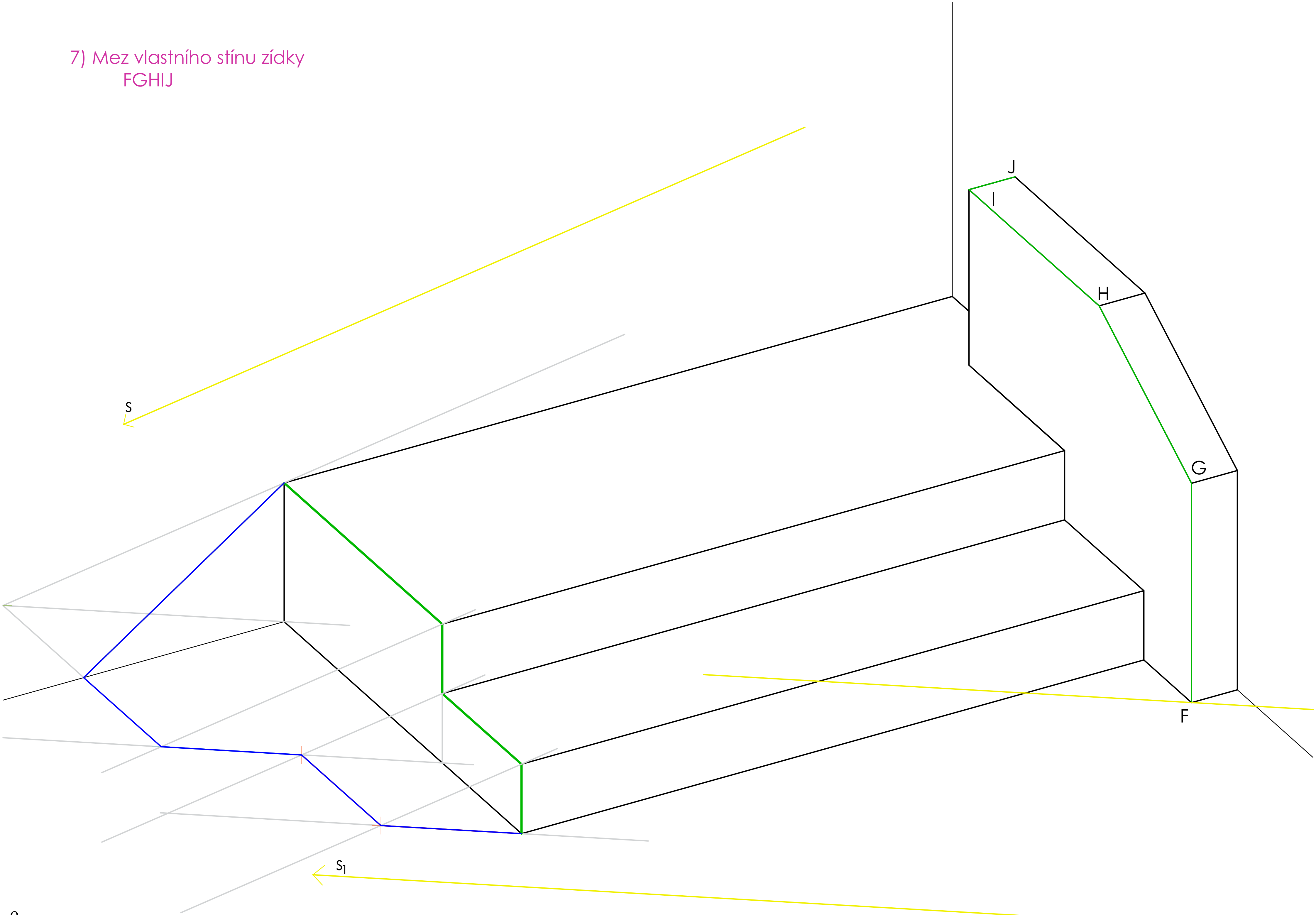
$1^{x} = 1^{xx}$



Mez vrženého stínu tvoří s mezí vlastního stínu uzavřený celek.



7) Mez vlastního stínu zídky
FGHIJ



8) Stín bodu F

F = F$^{\times}$

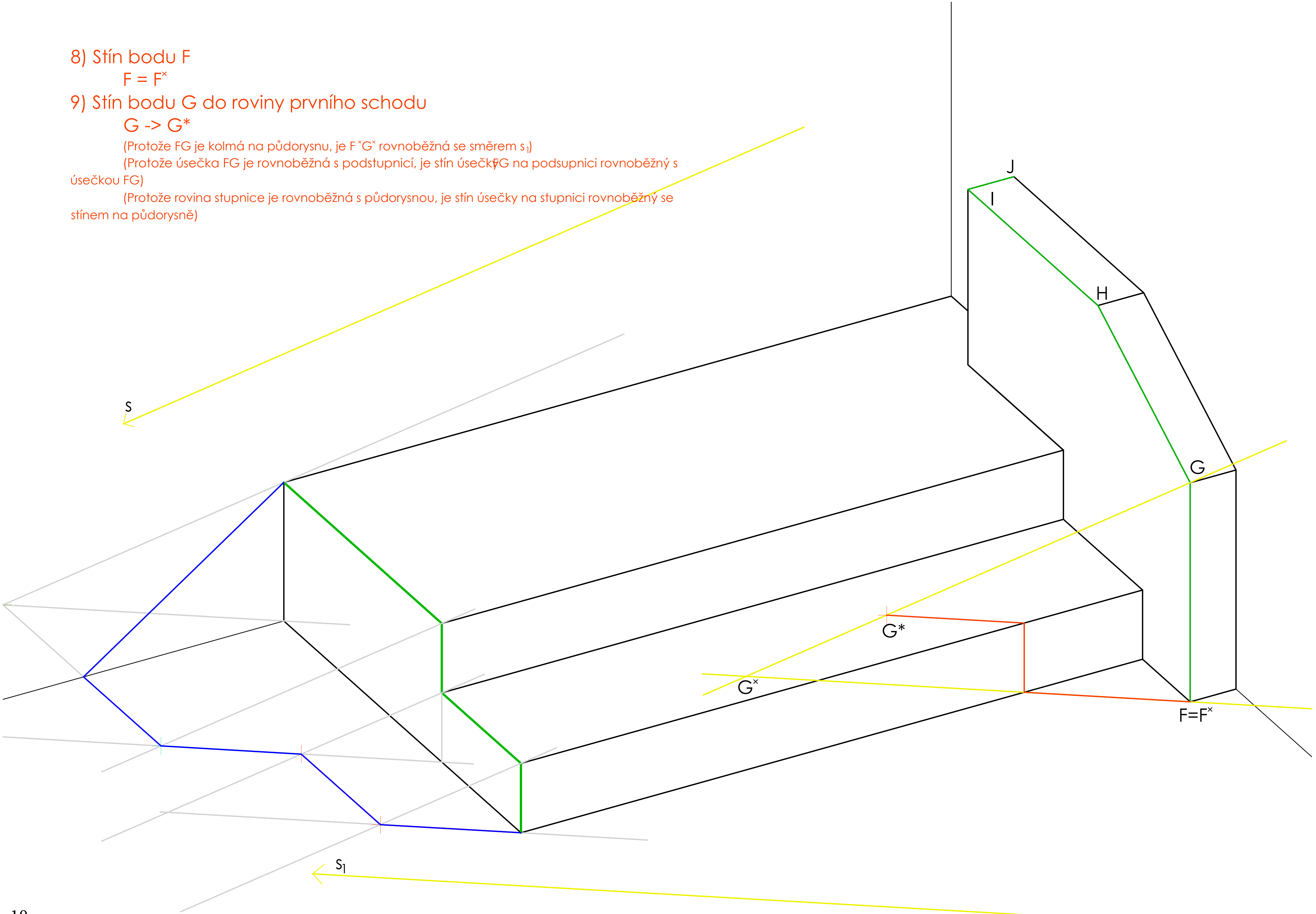
9) Stín bodu G do roviny prvního schodu

G -> G*

(Protože FG je kolmá na půdorysnu, je F$^{\times}$G$^{\times}$ rovnoběžná se směrem $s_1$)

(Protože úsečka FG je rovnoběžná s podstupnicí, je stín úsečky FG na podsupnici rovnoběžný s úsečkou FG)

(Protože rovina stupnice je rovnoběžná s půdorysnou, je stín úsečky na stupnici rovnoběžný se stínem na půdorysně)

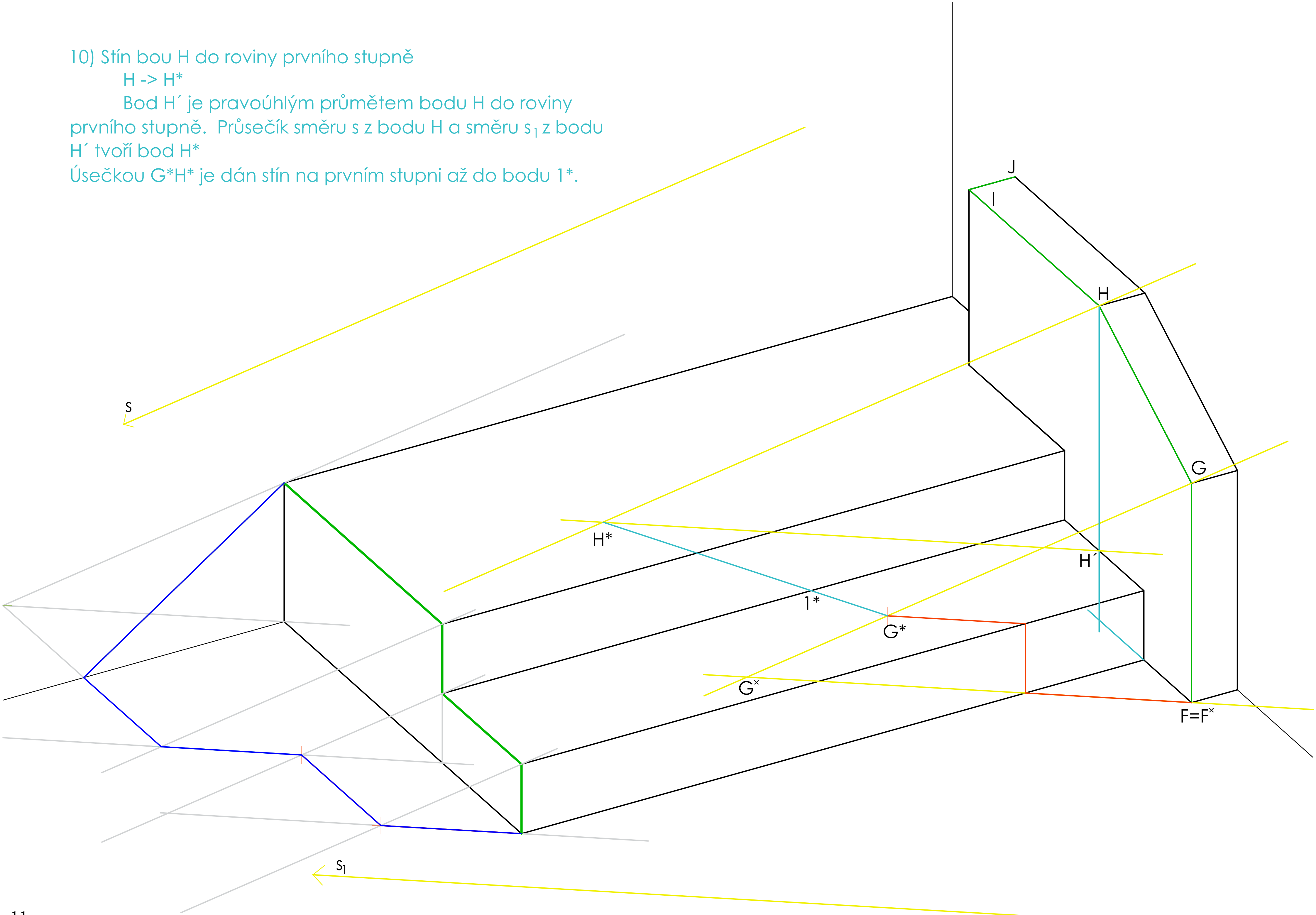


10) Stín bou H do roviny prvního stupně

H -> H*

Bod H´ je pravoúhlým průmětem bodu H do roviny prvního stupně. Průsečík směru s z bodu H a směru $s_1$ z bodu H´ tvoří bod H*

Úsečkou G*H* je dán stín na prvním stupni až do bodu 1*.



11) Využití zpětného světelného paprsku

a) stín bodu H do půdorysny H -> $H^{\times}$

b) stín úsečky GH do půdorysny -> $G^{\times}H^{\times}$

c) stín hrany druhého stupně do půdorysny

d) bod $2^{\times}$

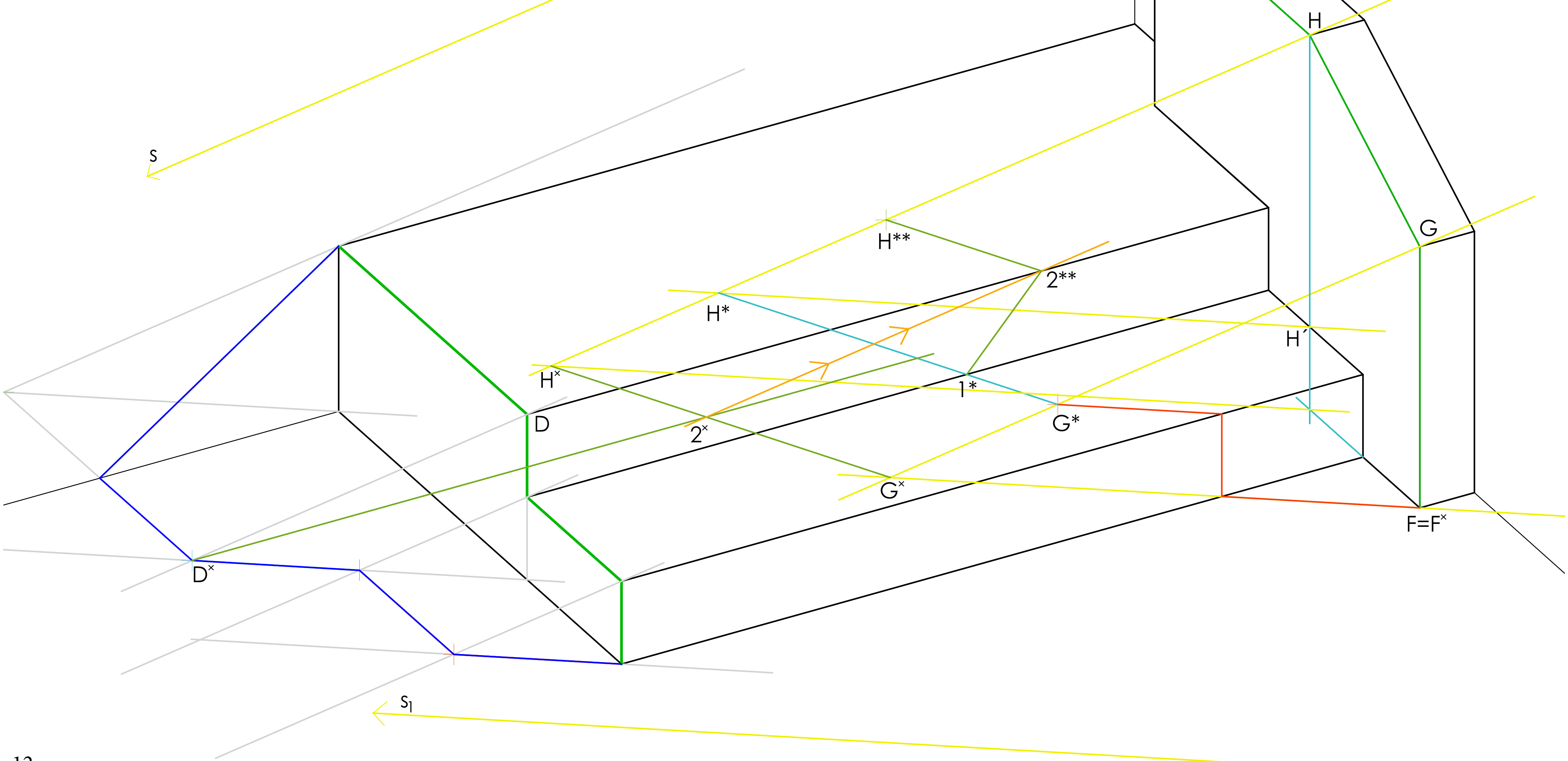
e) $2^{\times}$ -> 2** zpětný světelný paprsek (rovnoběžný se směrem s)

f) 2** stín úsečky GH na hranu druhého stupně

12) Stín bodu H do roviny druhého stupně

H -> H**

(2**H**||G*H*||$G^{\times}H^{\times}$)



13) Stín bodu I do roviny druhého stupně

I -> I** (H**I** || HI)

14) Stín bodu J do roviny druhého stupně

J -> J** (I**J** || IJ) a nebo také (K = K* a K**J** || $s_1$)

15) Stín bodu J do nárysny

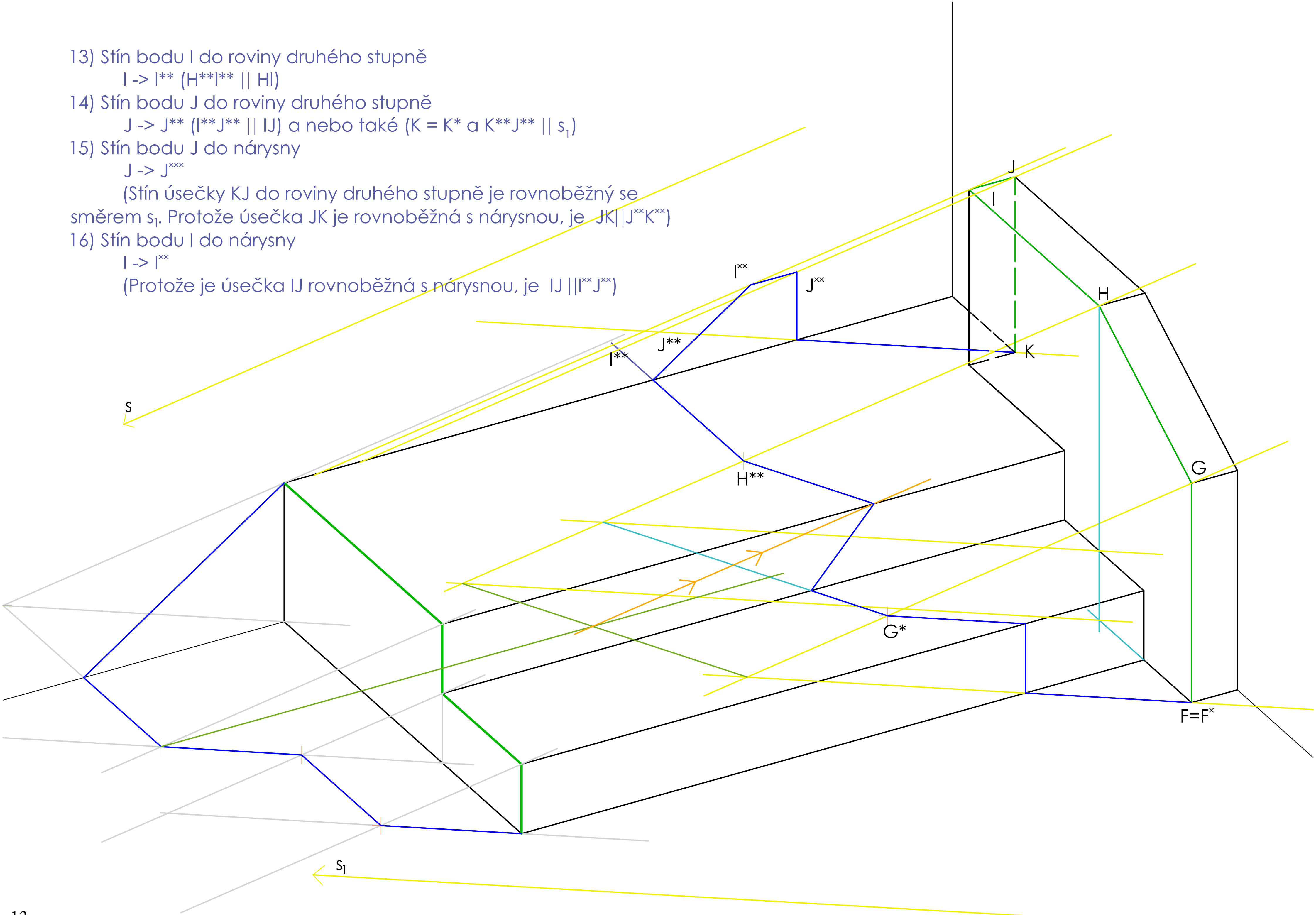
J -> $J^{xxx}$

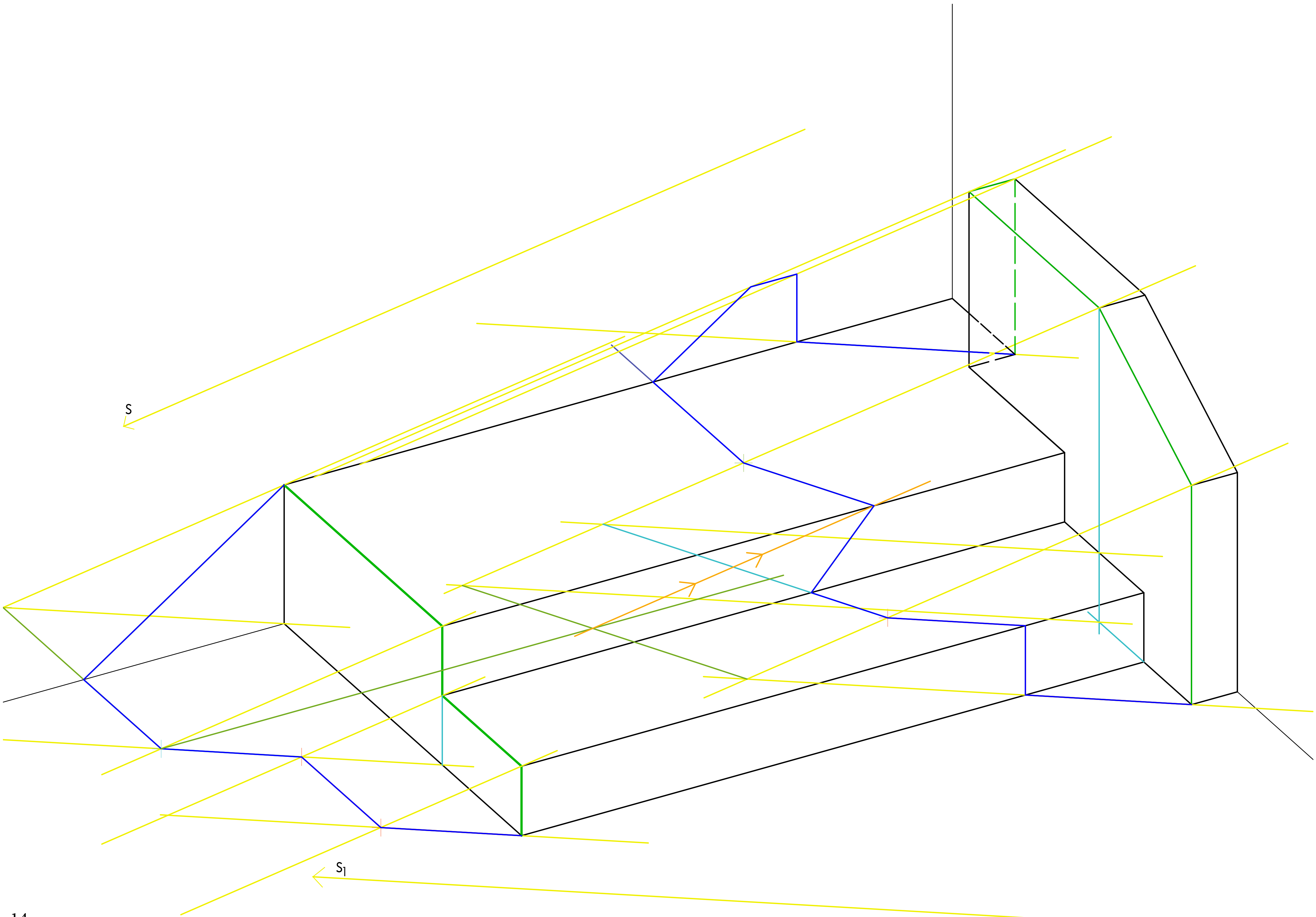
(Stín úsečky KJ do roviny druhého stupně je rovnoběžný se směrem $s_1$. Protože úsečka JK je rovnoběžná s nárysnou, je JK||$J^{xx}K^{xx}$)

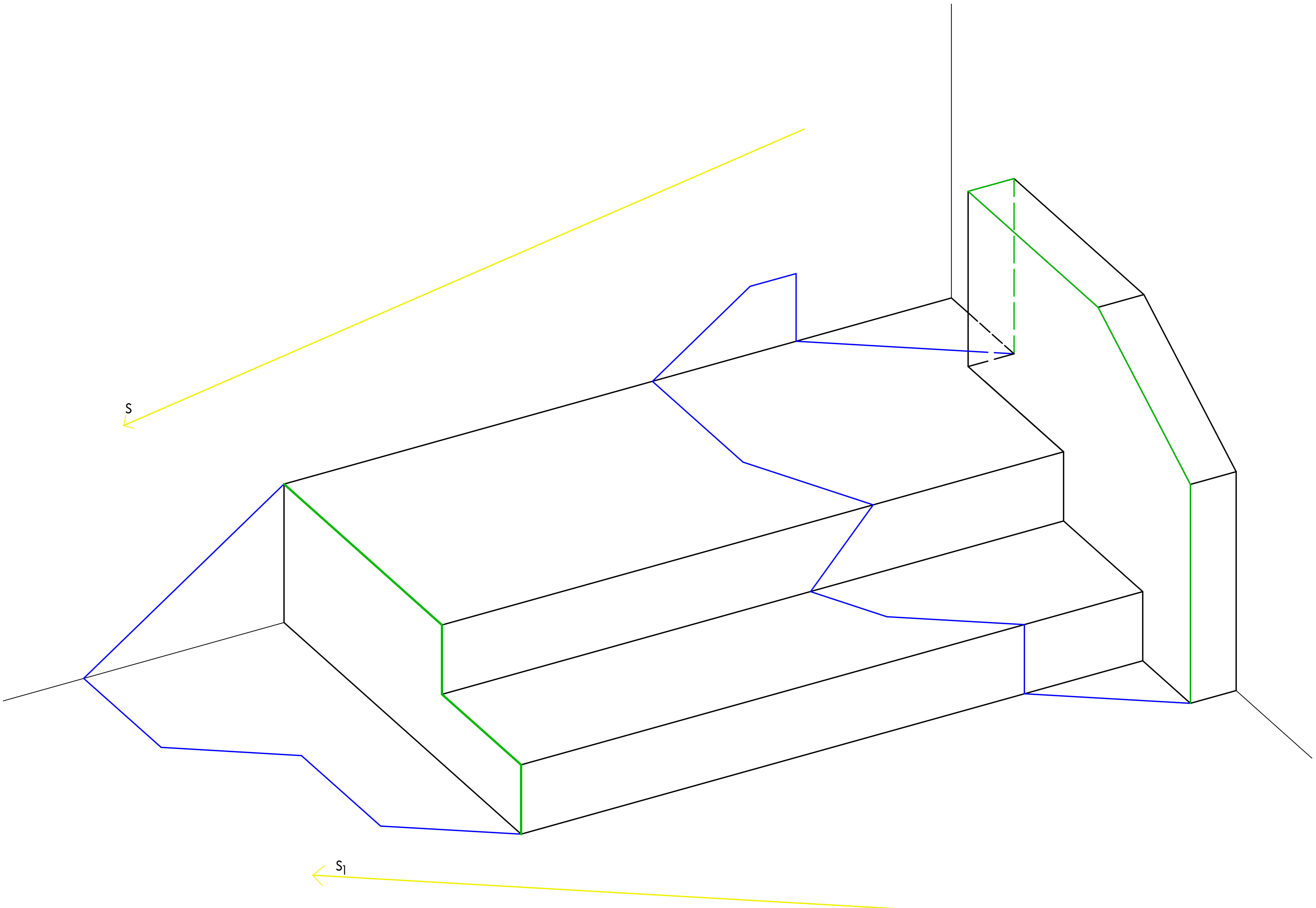
16) Stín bodu I do nárysny

I -> $I^{xx}$

(Protože je úsečka IJ rovnoběžná s nárysnou, je IJ ||$I^{xx}J^{xx}$)



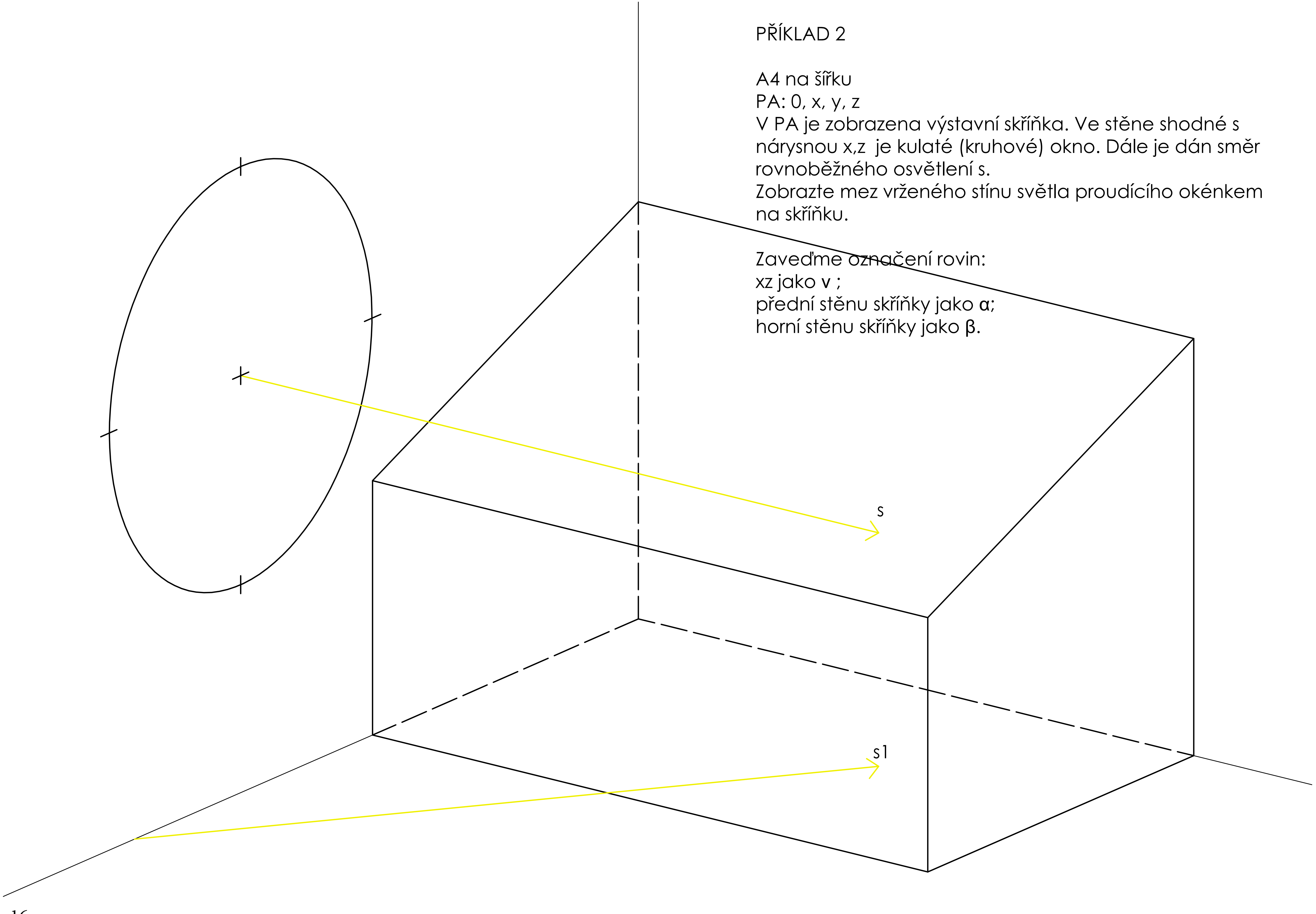

S
S1


S
$S_1$

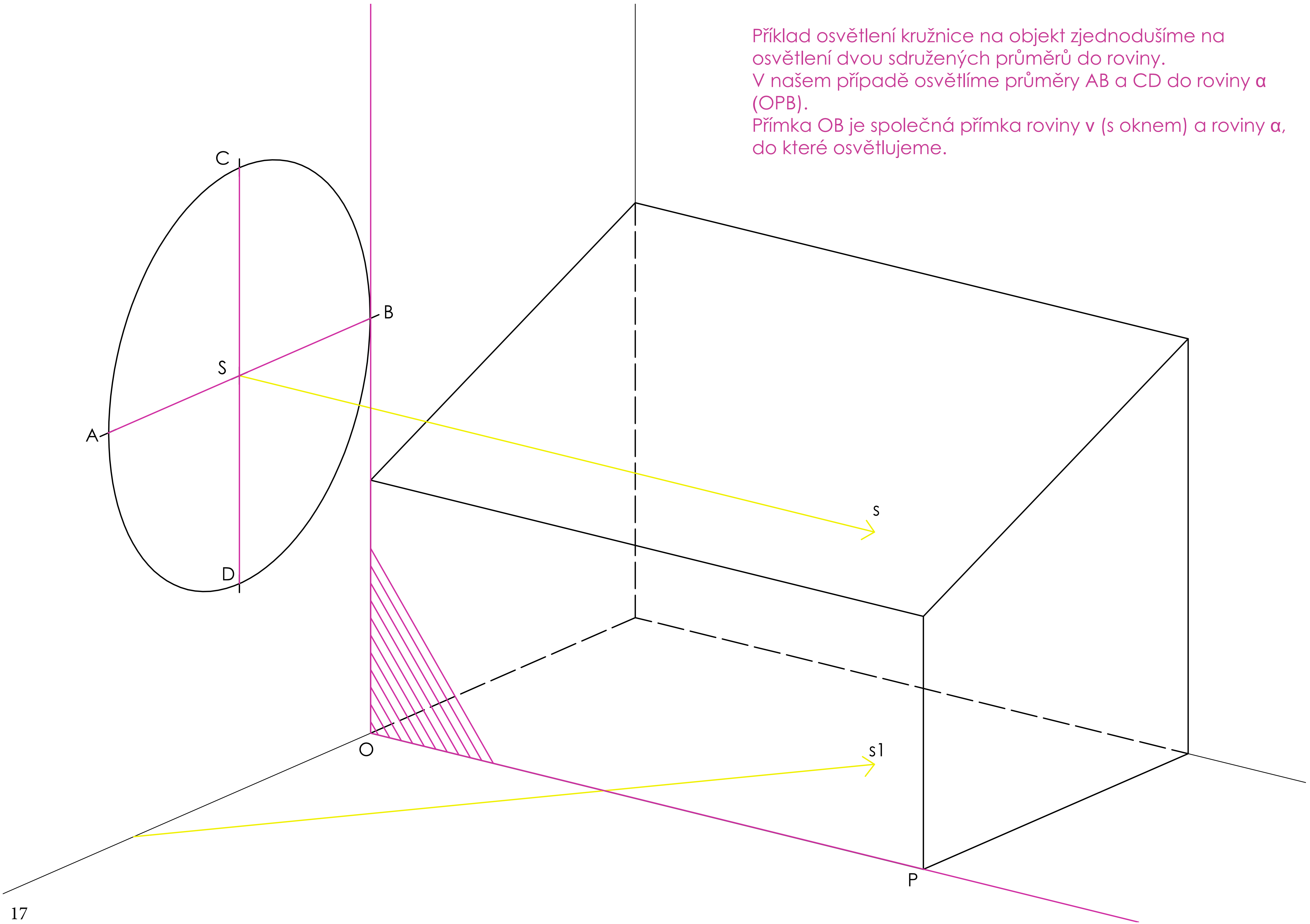
PŘÍKLAD 2

A4 na šířku
PA: 0, x, y, z
V PA je zobrazena výstavní skříňka. Ve stěne shodné s nárysnou x,z je kulaté (kruhové) okno. Dále je dán směr rovnoběžného osvětlení s.
Zobrazte mez vrženého stínu světla proudícího okénkem na skříňku.

Zaveďme označení rovin:
xz jako v ;
přední stěnu skříňky jako α;
horní stěnu skříňky jako β.

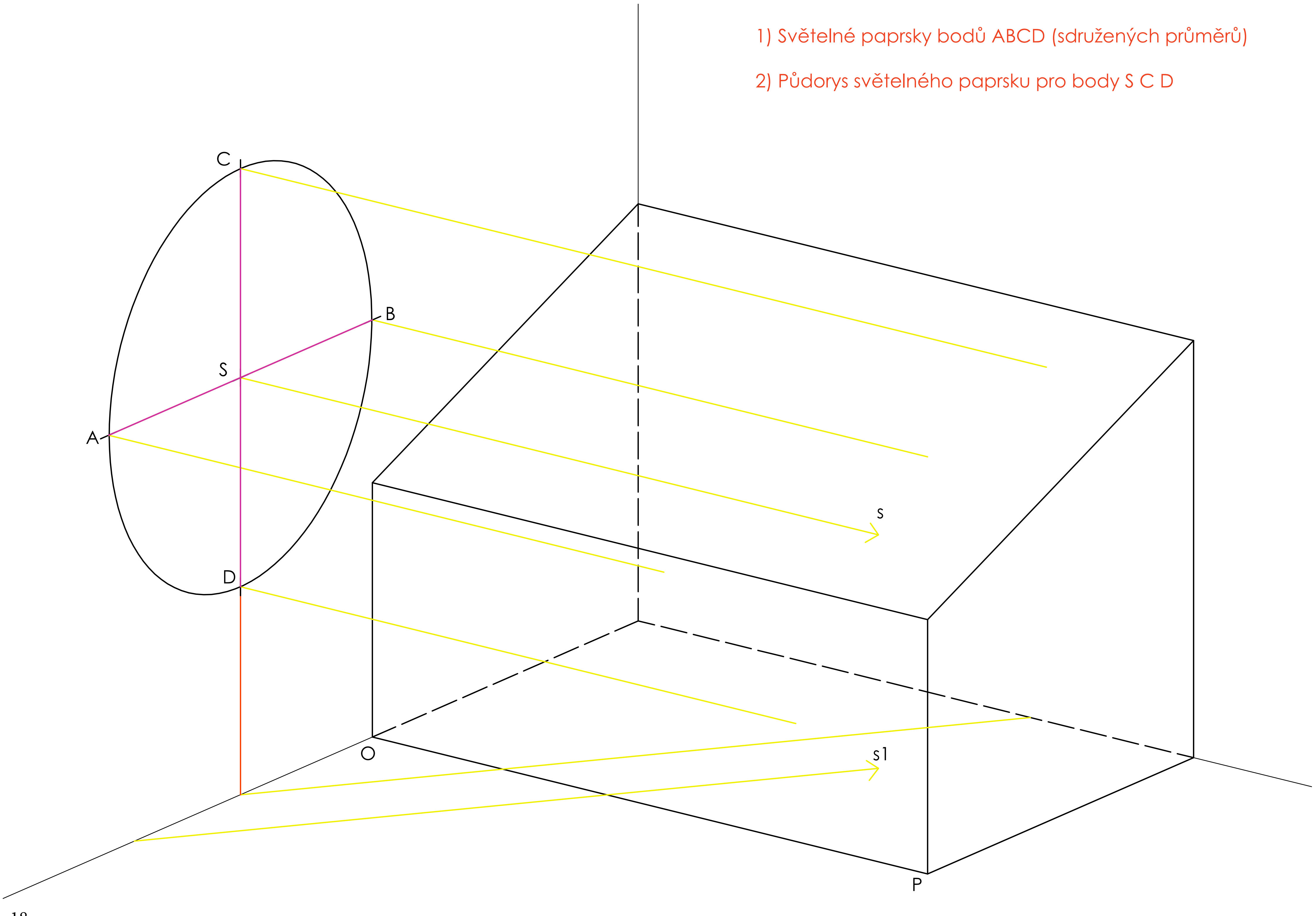


Příklad osvětlení kružnice na objekt zjednodušíme na osvětlení dvou sdružených průměrů do roviny.
V našem případě osvětlíme průměry AB a CD do roviny **α** (OPB).
Přímka OB je společná přímka roviny **v** (s oknem) a roviny **α**, do které osvětlujeme.



1) Světelné paprsky bodů ABCD (sdružených průměrů)

2) Půdorys světelného paprsku pro body S C D



3) Stín bodů C, D do roviny α (OPB)

C -> C*

D -> D*

S -> S*

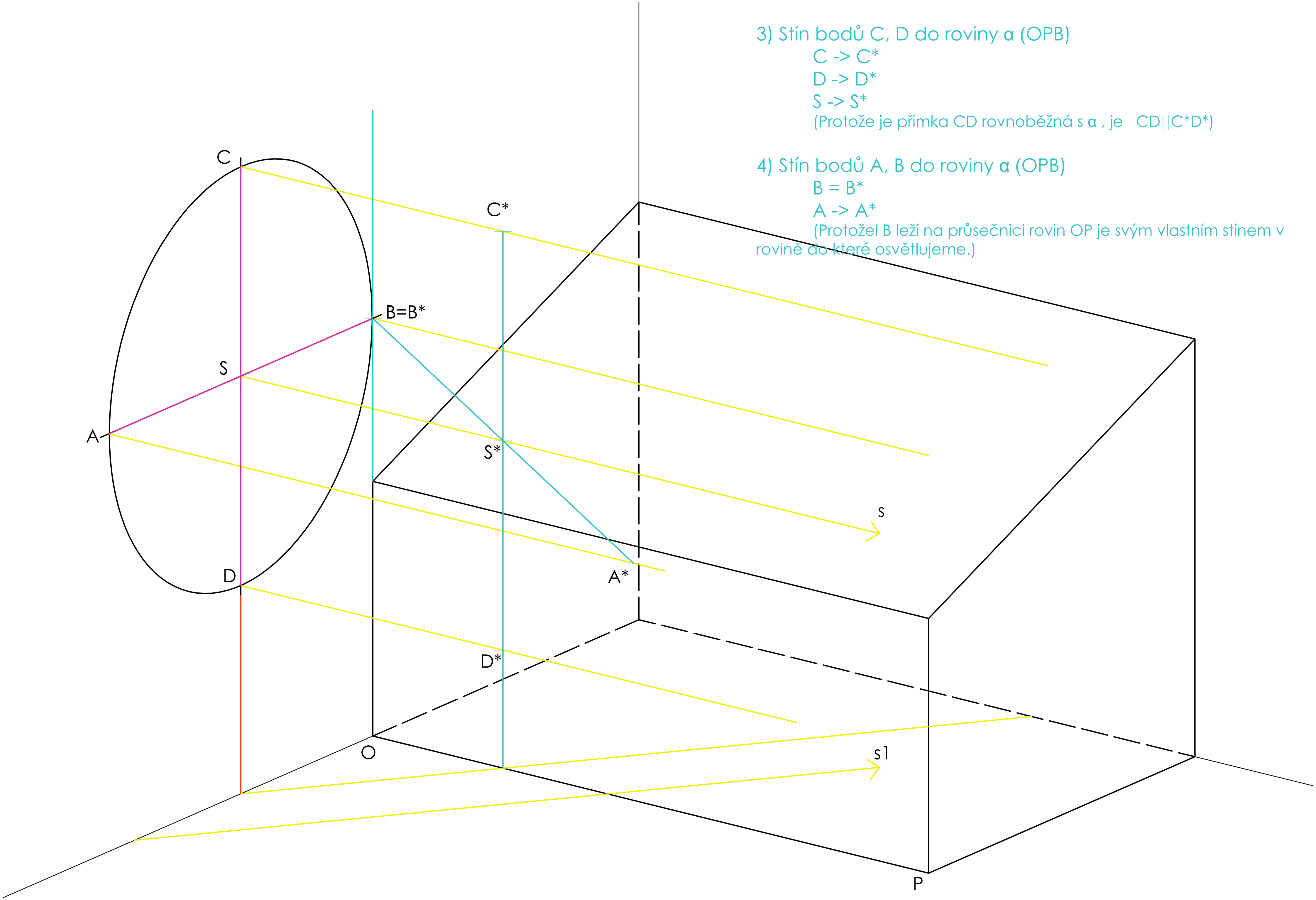
(Protože je přímka CD rovnoběžná s α , je   CD||C*D*)

4) Stín bodů A, B do roviny α (OPB)

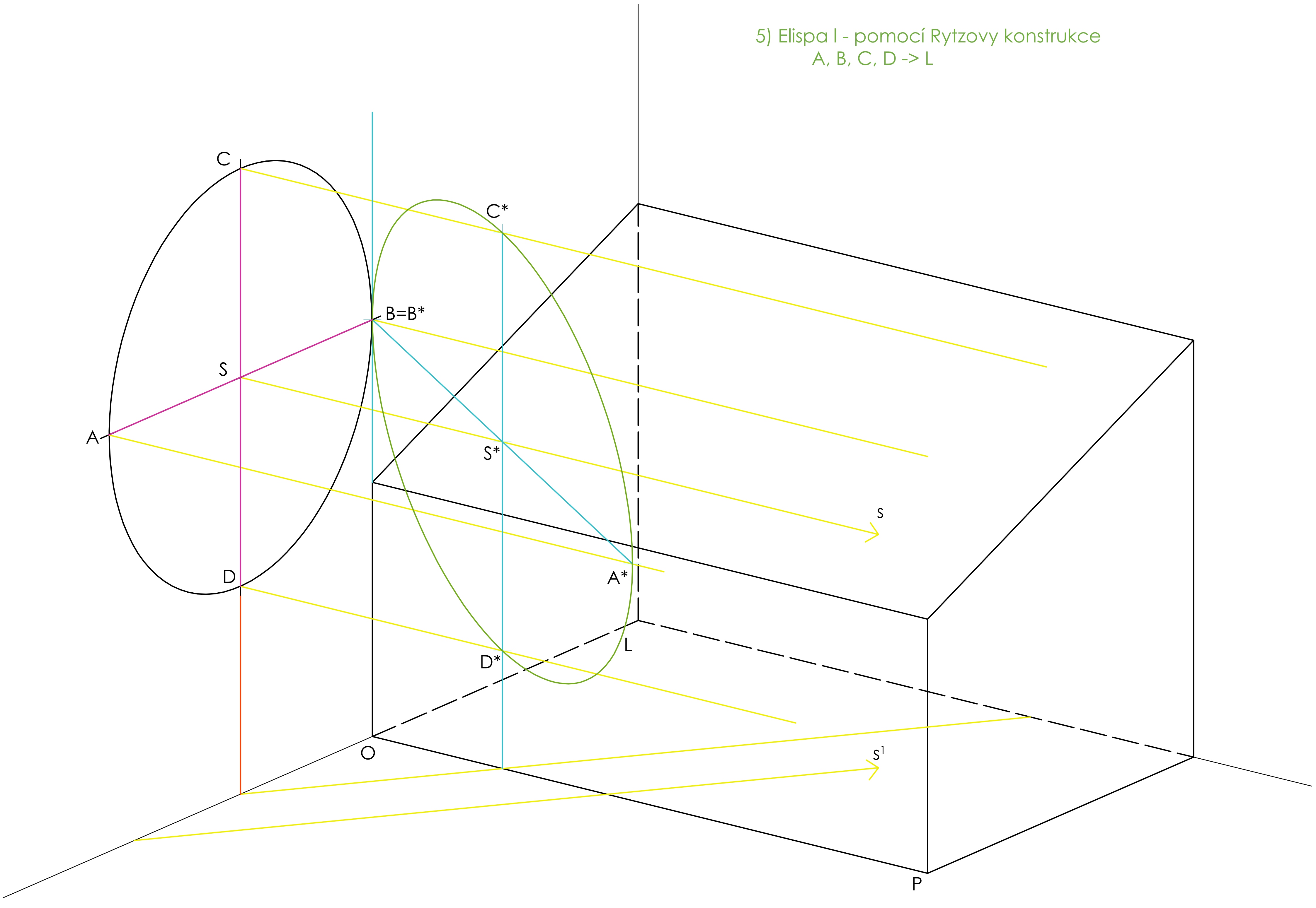
B = B*

A -> A*

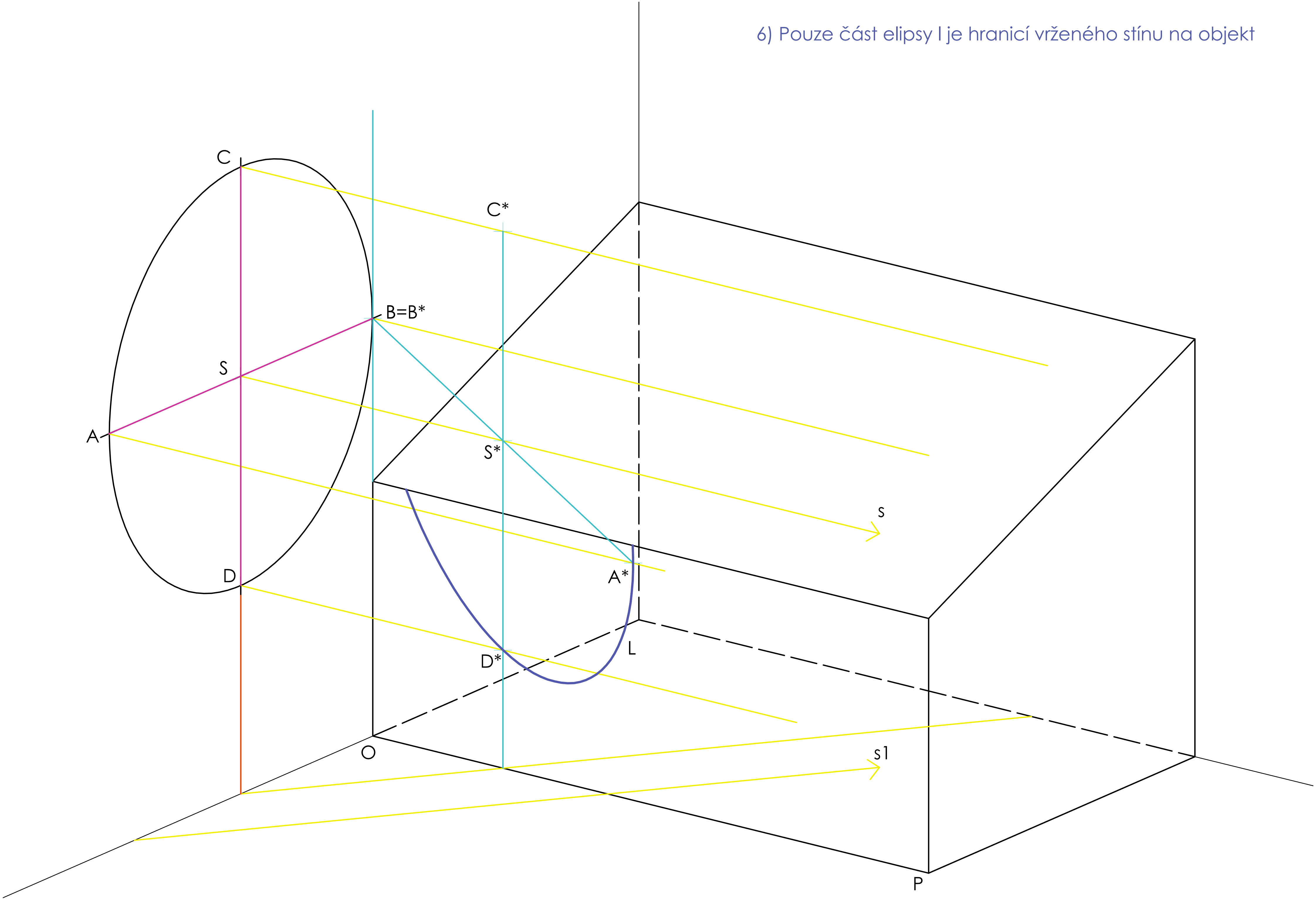
(Protožel B leží na průsečnici rovin OP je svým vlastním stínem v rovině do které osvětlujeme.)



5) Elispa I - pomocí Rytzovy konstrukce
A, B, C, D -> L



6) Pouze část elipsy l je hranicí vrženého stínu na objekt



Příklad opět zjednodušíme na osvětlení dvou sdružených průměrů do roviny.
V tomto případě osvětlíme průměry AB a CD do roviny β (víko skříňky).
Přímka 12 je společná přímka roviny **v** s oknem a roviny β, do které osvětlujeme.

7) Bod 3**

Bod 3** leží na stínu přímky CD do roviny **α**, který jsme zkonstruovali již dříve.

8) Stín přímky CD

3**ϵCD, 2**ϵCD

(Protože bod 2 leží na průsečnici rovin 1,2, platí, že: 2 = 2**)

9) Stíny bodů C,D,S

C -> C**

D -> D**

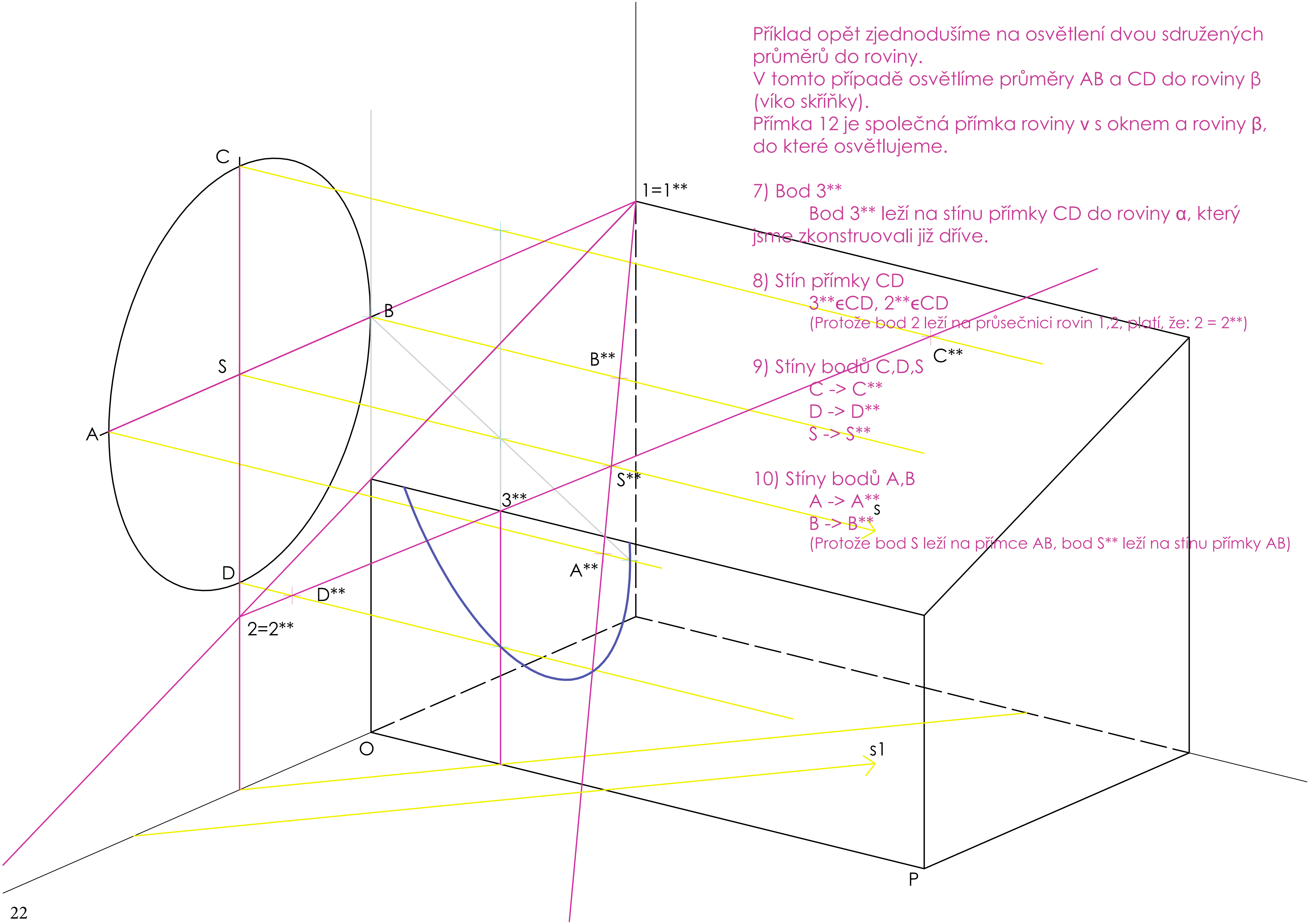
S -> S**

10) Stíny bodů A,B

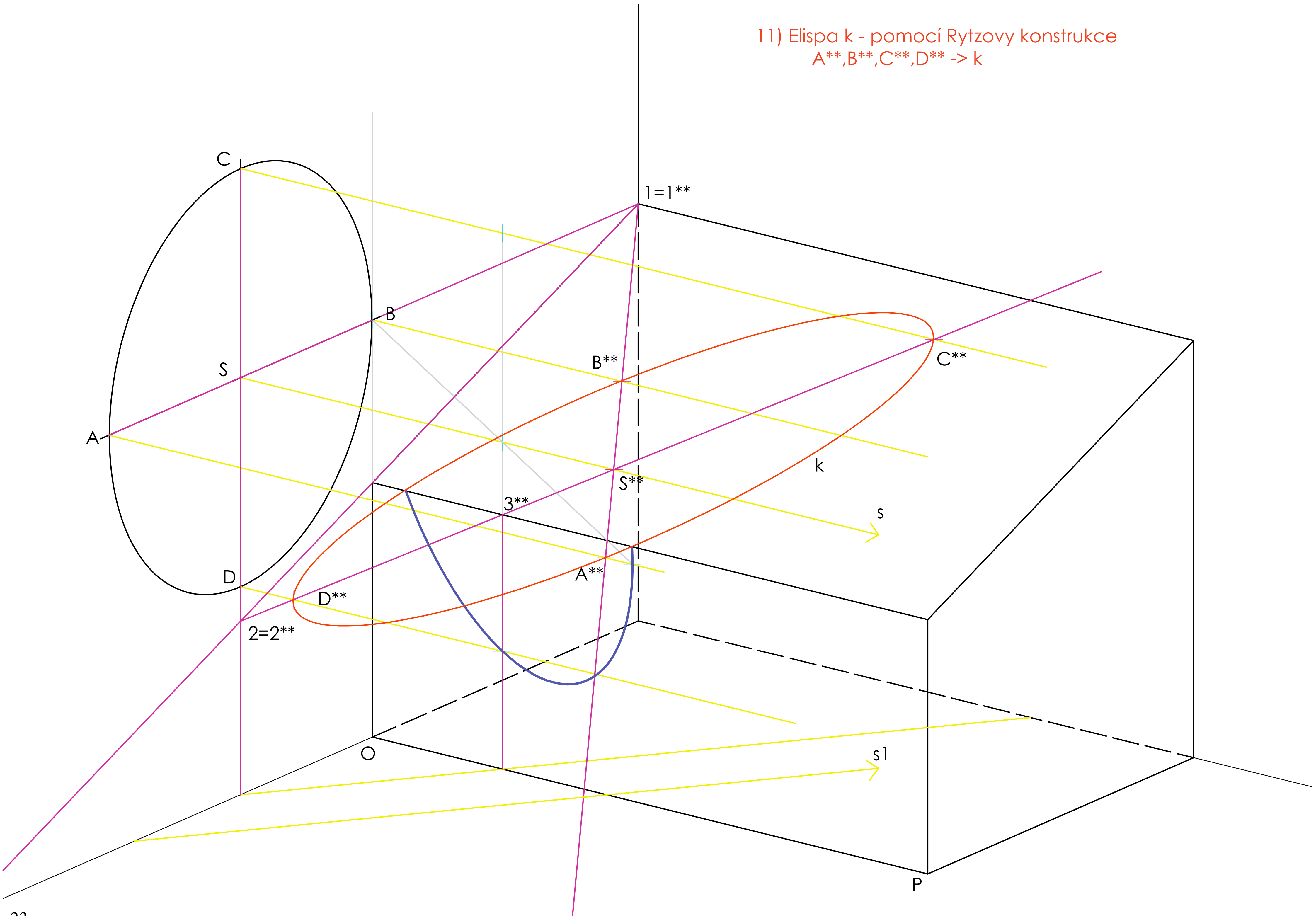
A -> A**

B -> B**

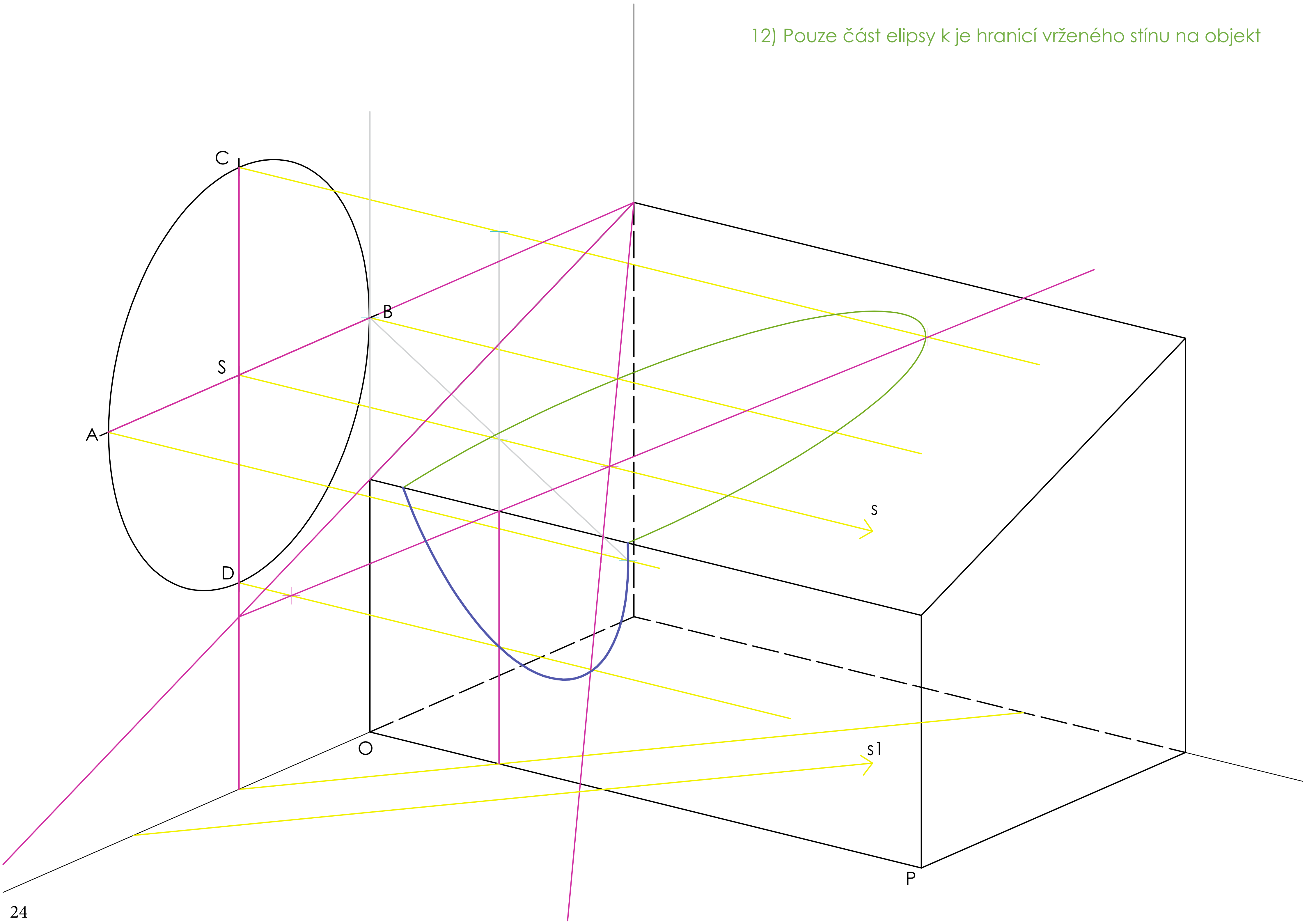
(Protože bod S leží na přímce AB, bod S** leží na stínu přímky AB)

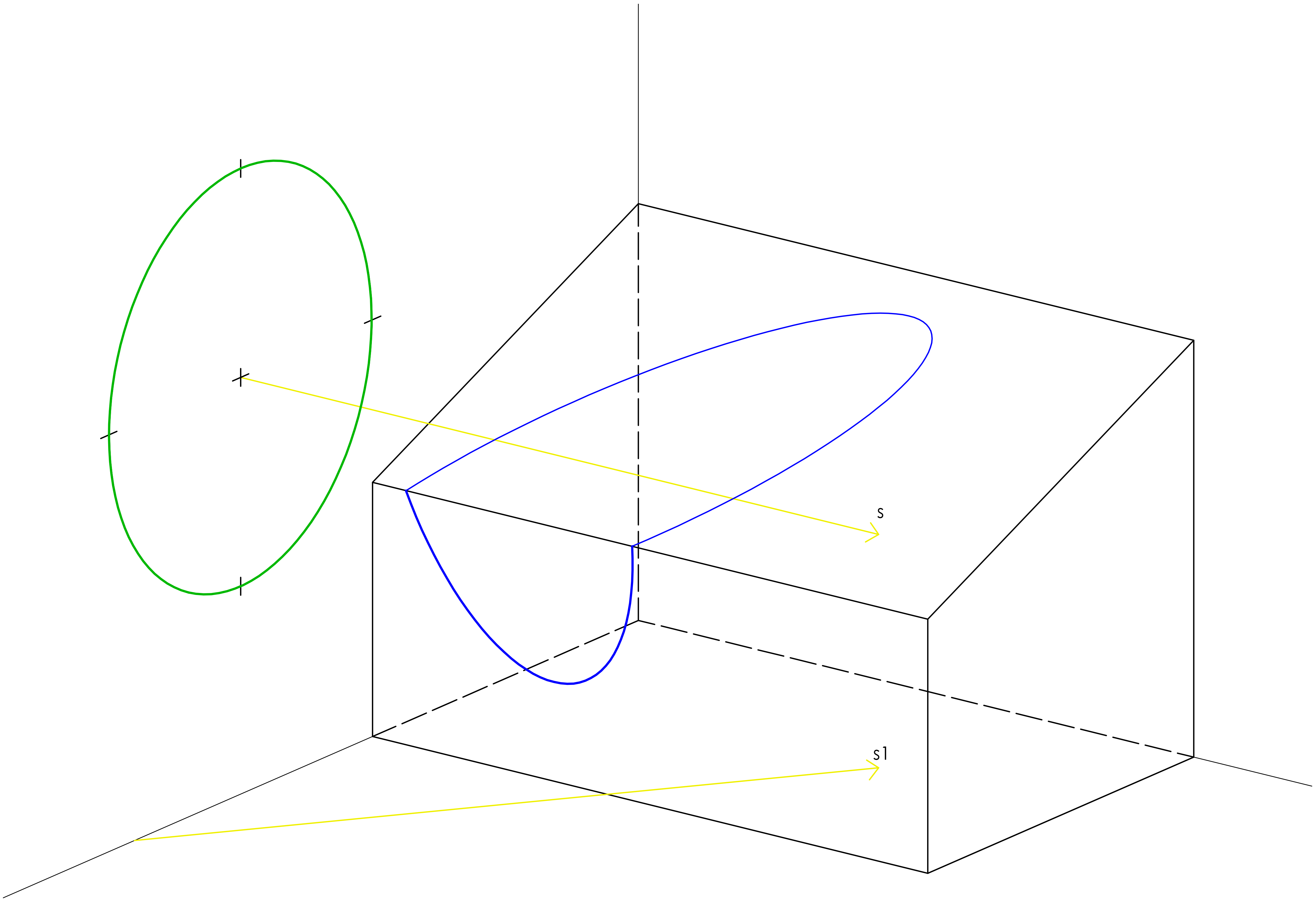


11) Elispa k - pomocí Rytzovy konstrukce
A**,B**,C**,D** -> k



12) Pouze část elipsy k je hranicí vrženého stínu na objekt




s
s1

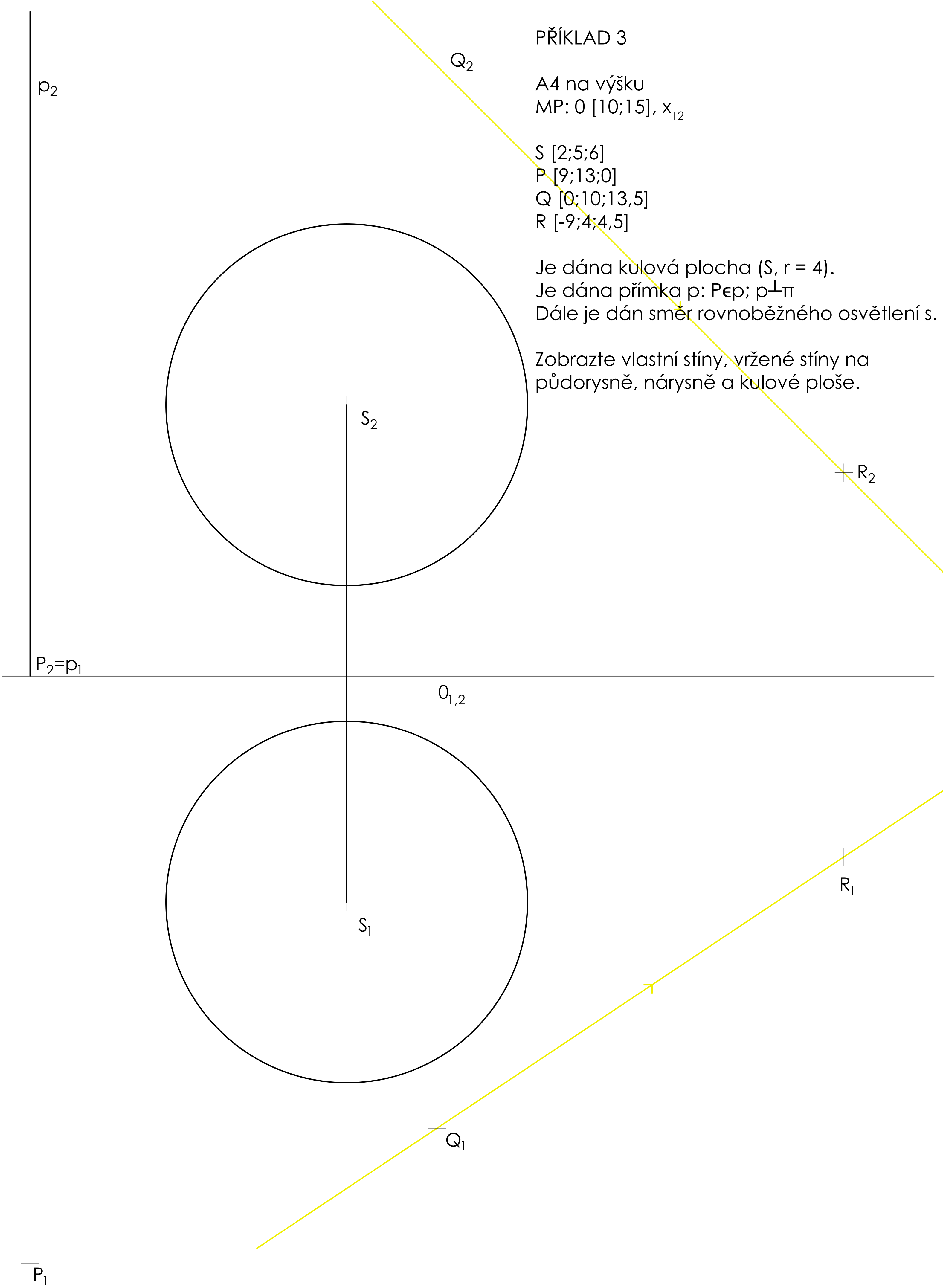
## PŘÍKLAD 3

A4 na výšku
MP: 0 [10;15], $x_{12}$

S [2;5;6]
P [9;13;0]
Q [0;10;13,5]
R [-9;4;4,5]

Je dána kulová plocha (S, r = 4).
Je dána přímka p: P$\in$p; p$\perp\pi$
Dále je dán směr rovnoběžného osvětlení s.

Zobrazte vlastní stíny, vržené stíny na půdorysně, nárysně a kulové ploše.



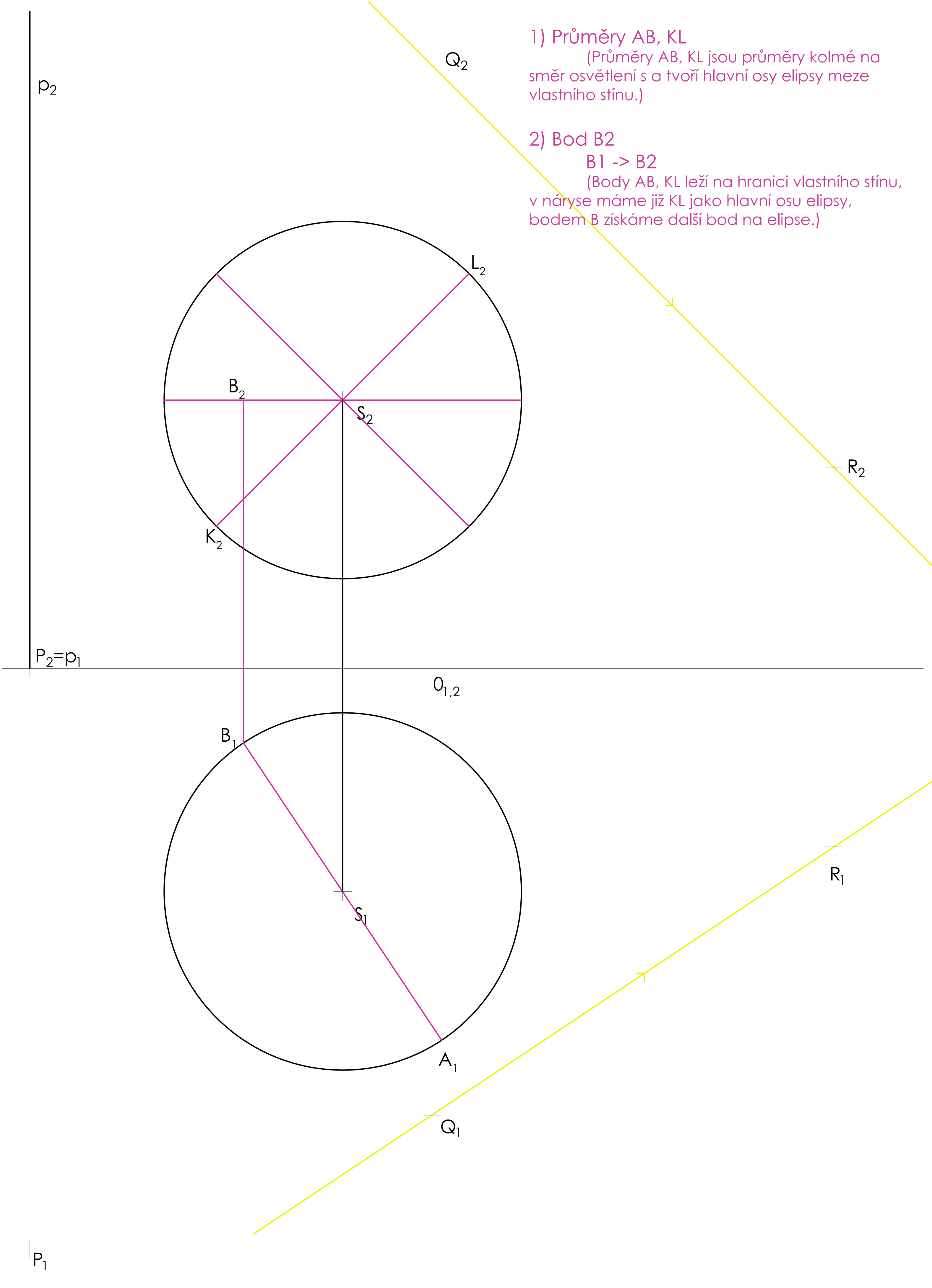
1) Průměry AB, KL

(Průměry AB, KL jsou průměry kolmé na směr osvětlení s a tvoří hlavní osy elipsy meze vlastního stínu.)

2) Bod B2

B1 -> B2

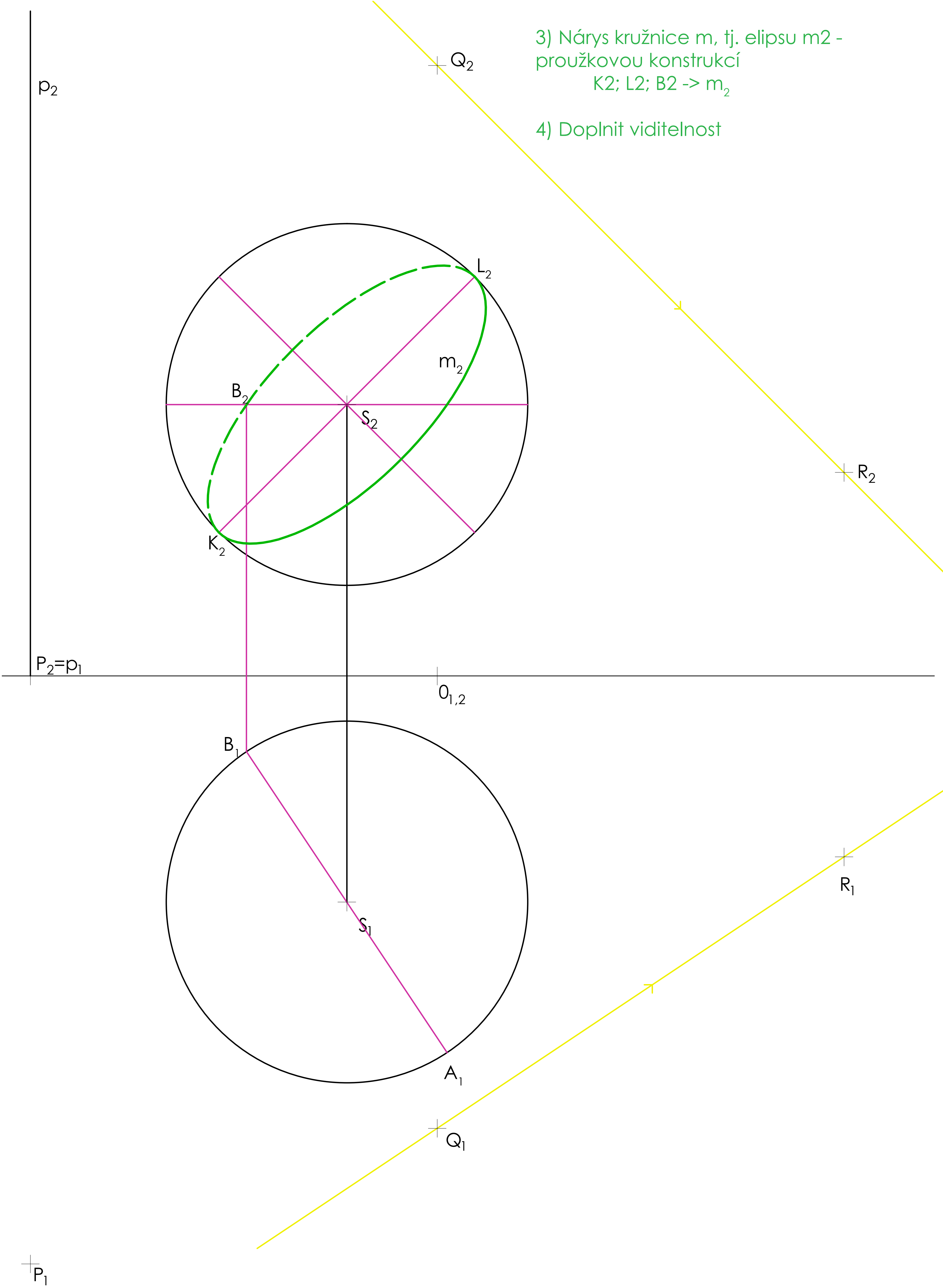
(Body AB, KL leží na hranici vlastního stínu, v náryse máme již KL jako hlavní osu elipsy, bodem B získáme další bod na elipse.)



3) Nárys kružnice m, tj. elipsu m2 - proužkovou konstrukcí

K2; L2; B2 -> $m_2$

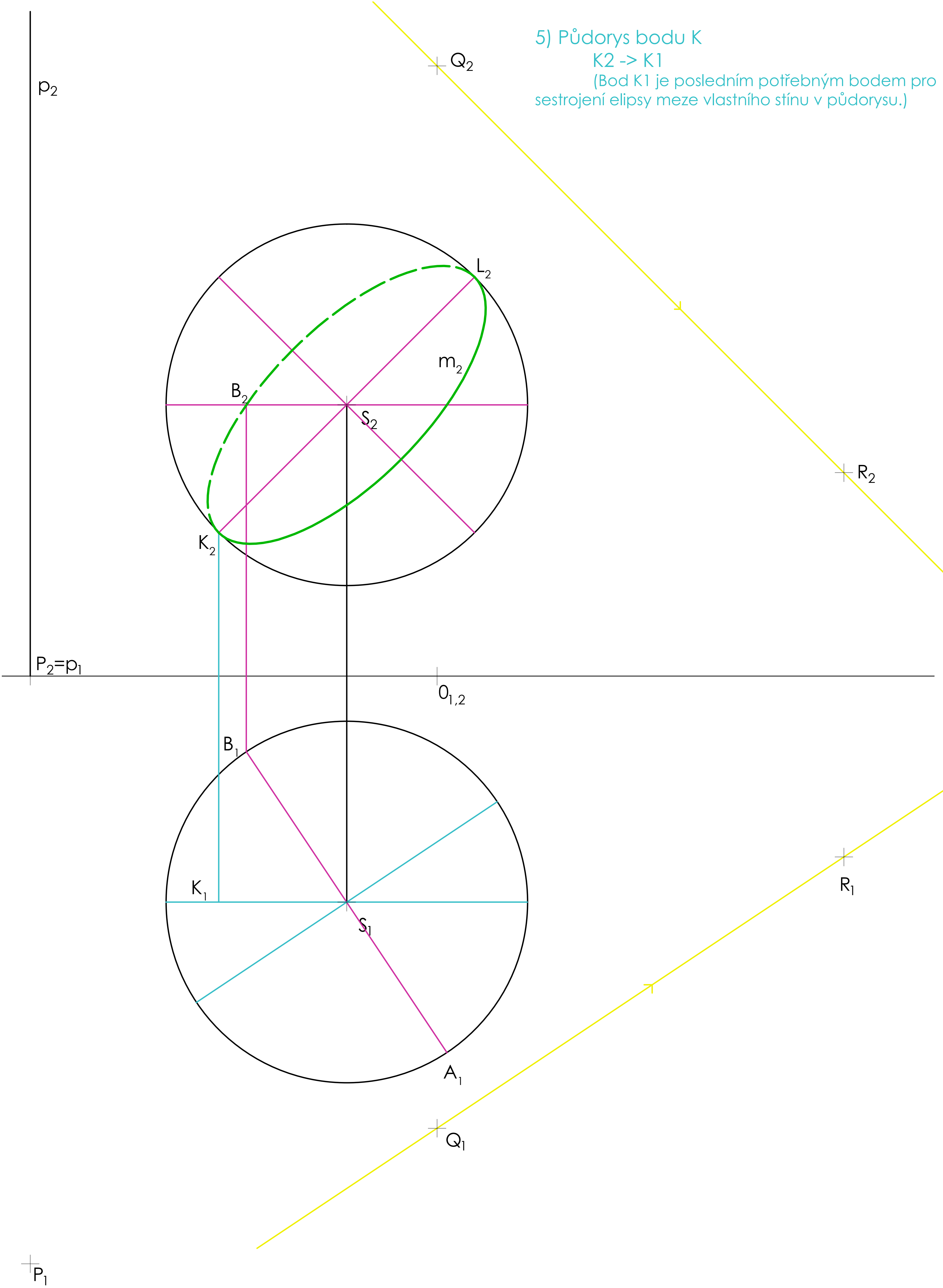
4) Doplnit viditelnost



5) Půdorys bodu K

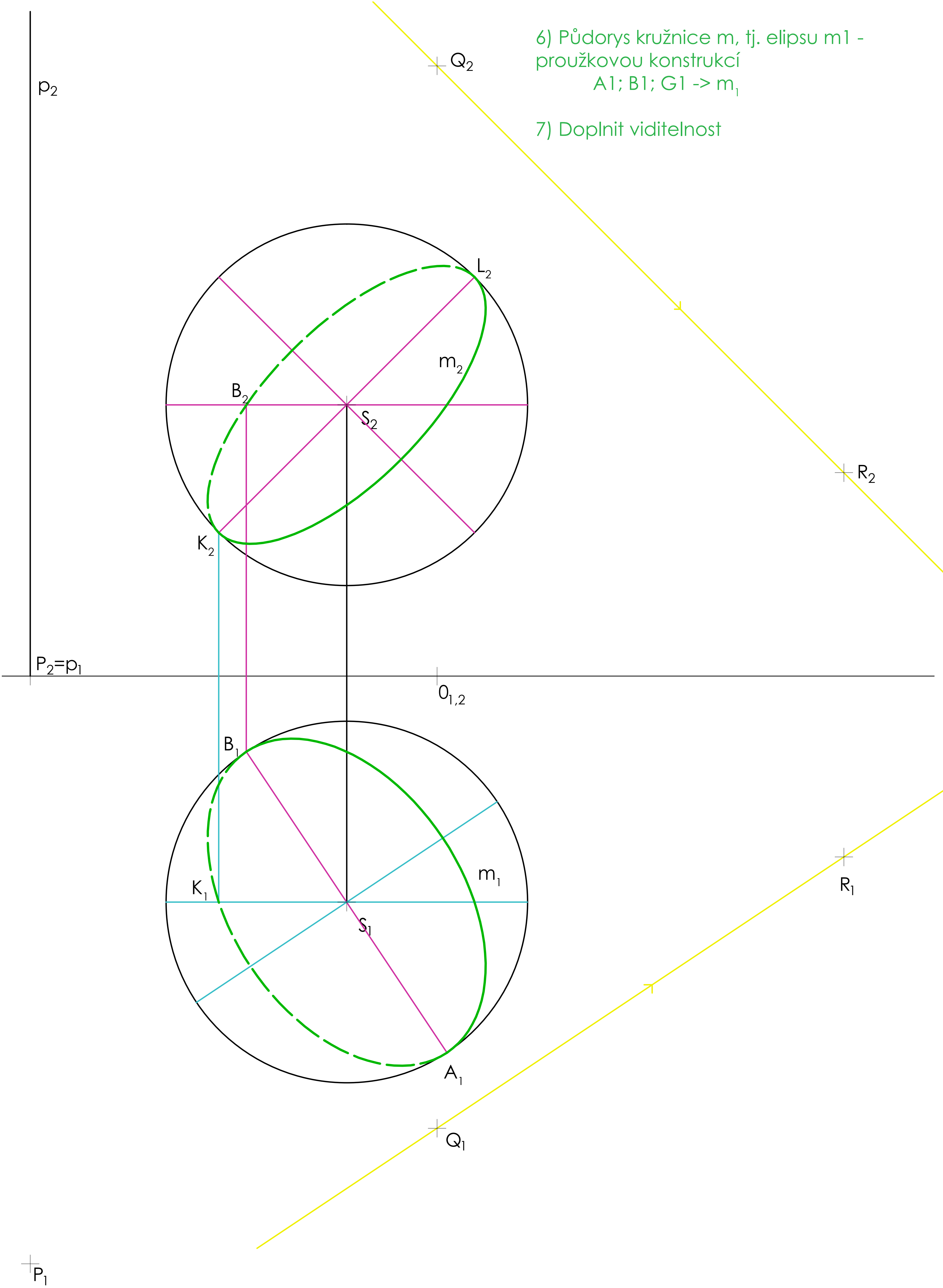
K2 -> K1

(Bod K1 je posledním potřebným bodem pro sestrojení elipsy meze vlastního stínu v půdorysu.)



6) Půdorys kružnice m, tj. elipsu m1 - proužkovou konstrukcí
A1; B1; G1 -> $m_1$

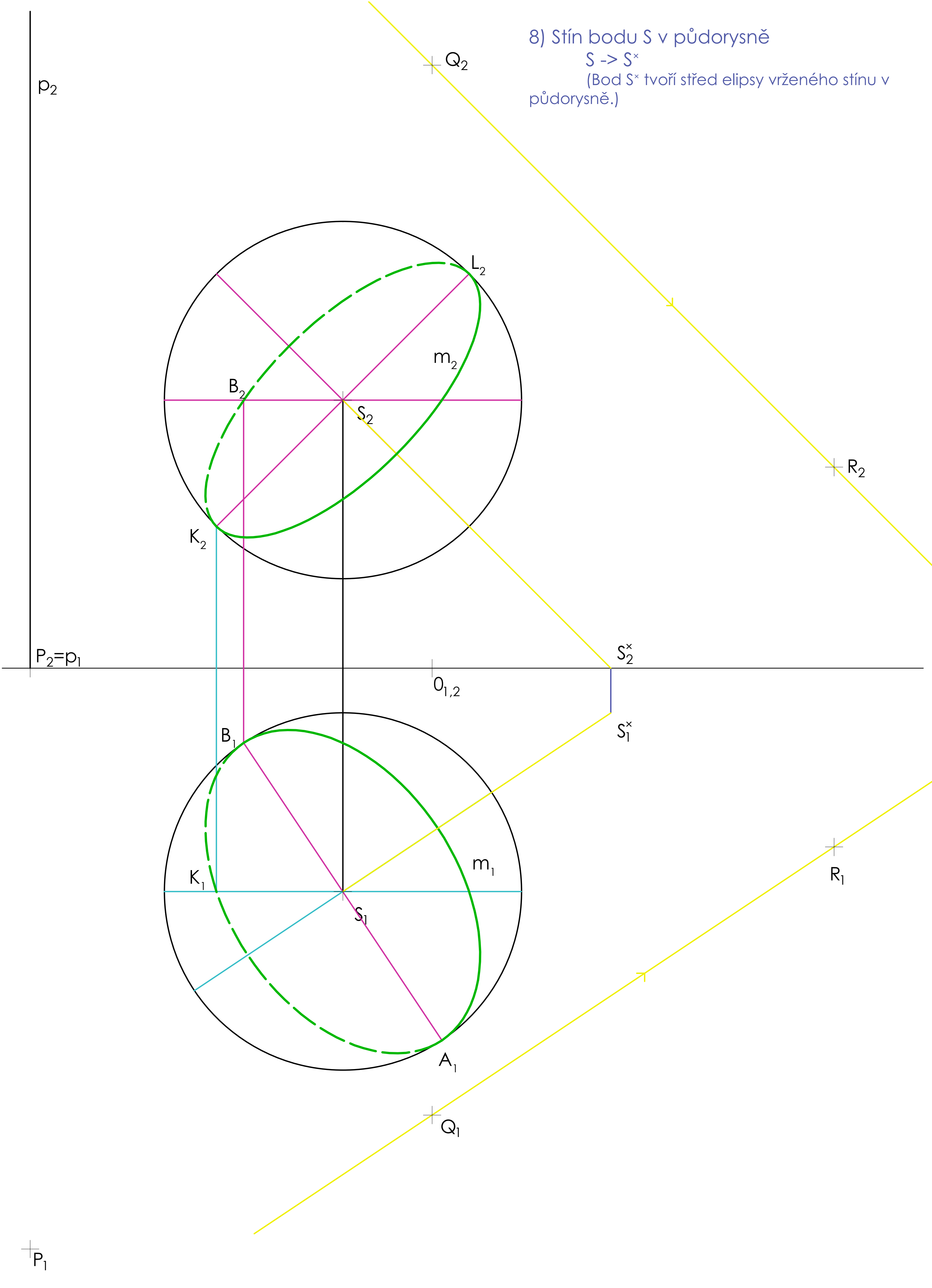
7) Doplnit viditelnost



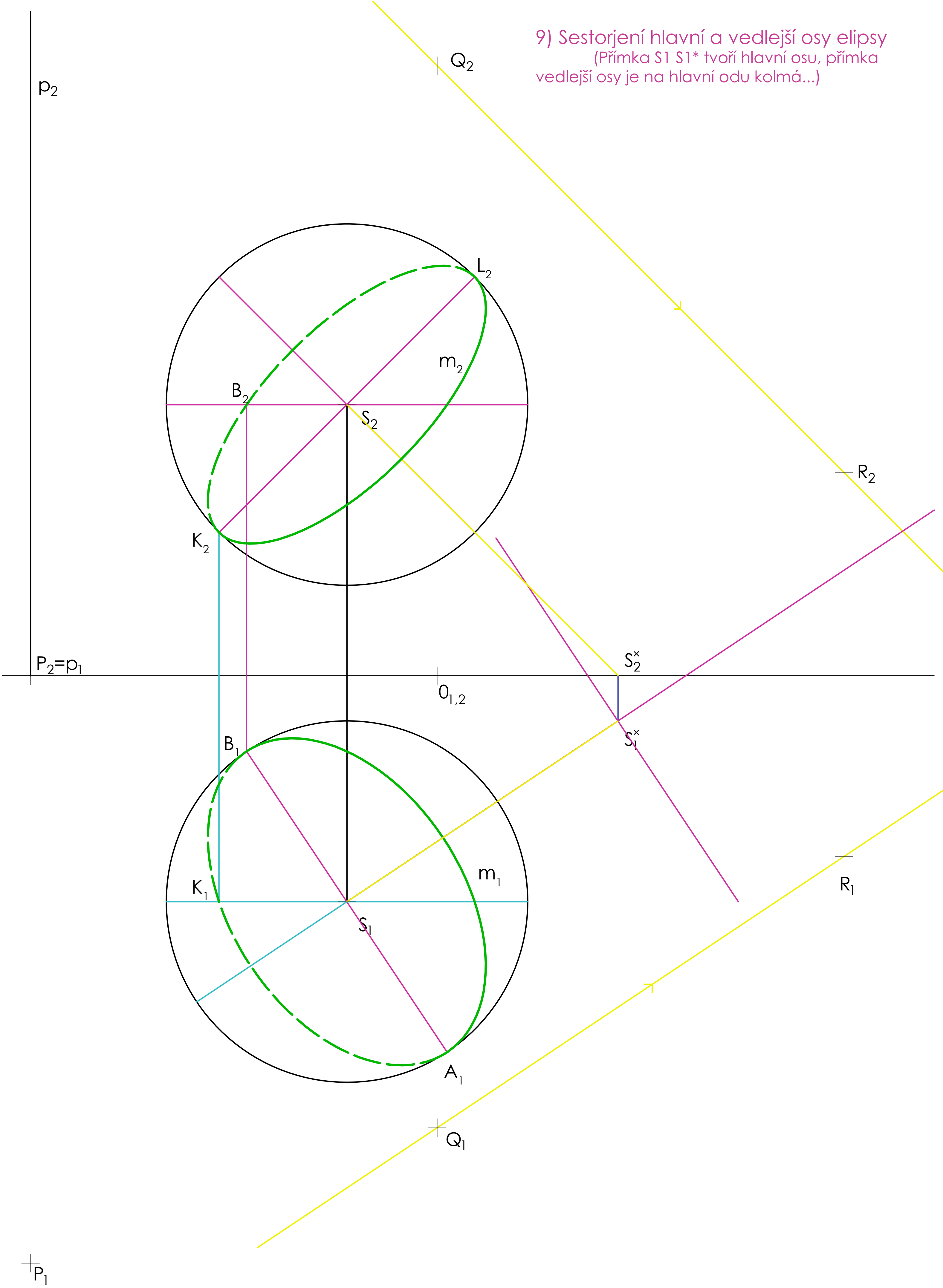
8) Stín bodu S v půdorysně

S -> $S^{\times}$

(Bod $S^{\times}$ tvoří střed elipsy vrženého stínu v půdorysně.)



9) Sestorjení hlavní a vedlejší osy elipsy
(Přímka S1 S1* tvoří hlavní osu, přímka vedlejší osy je na hlavní odu kolmá...)

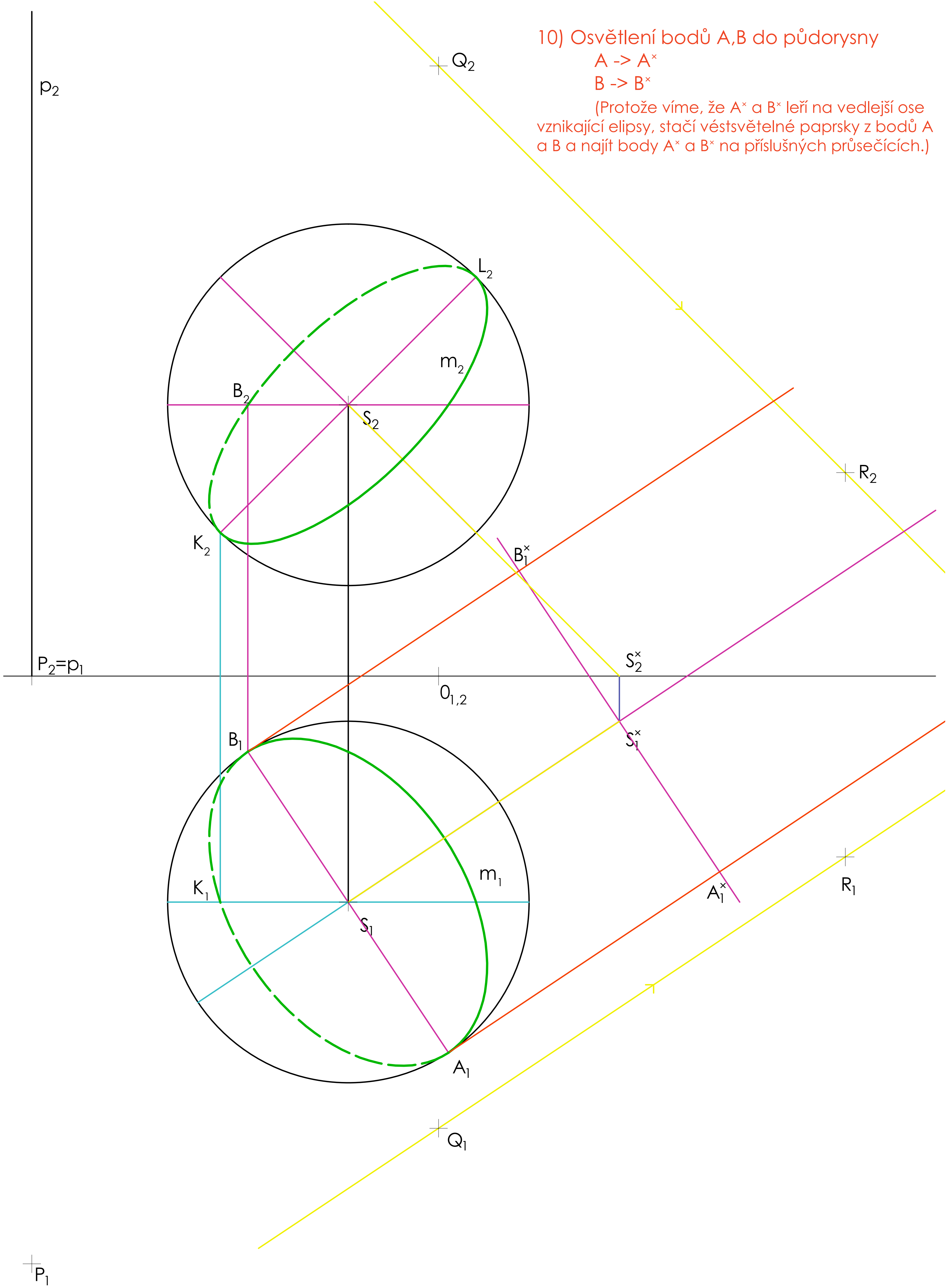


10) Osvětlení bodů A,B do půdorysny

A -> $A^\times$

B -> $B^\times$

(Protože víme, že $A^\times$ a $B^\times$ leží na vedlejší ose vznikající elipsy, stačí véstsvětelné paprsky z bodů A a B a najít body $A^\times$ a $B^\times$ na příslušných průsečících.)

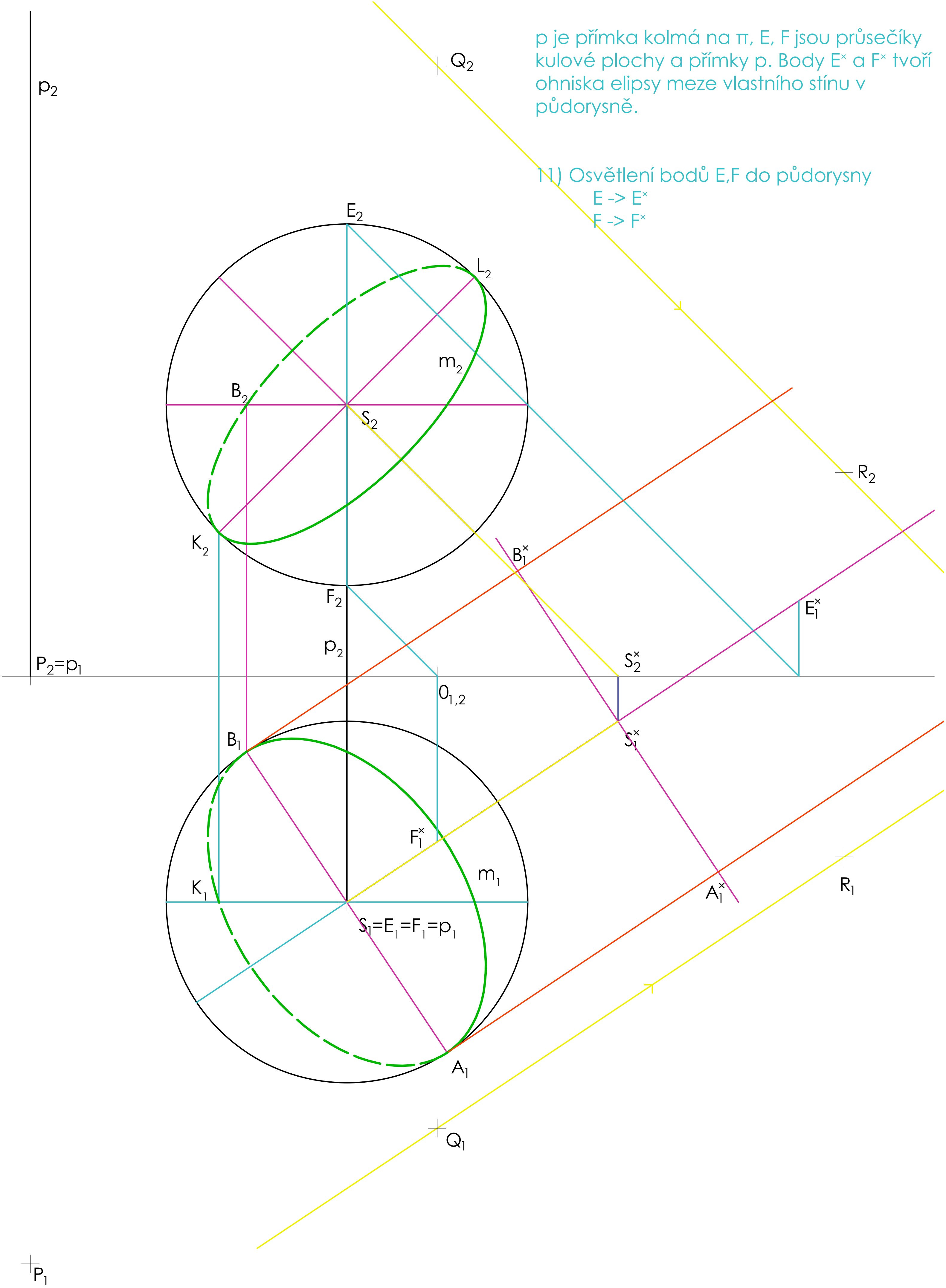


p je přímka kolmá na π, E, F jsou průsečíky kulové plochy a přímky p. Body $E^{\times}$ a $F^{\times}$ tvoří ohniska elipsy meze vlastního stínu v půdorysně.

11) Osvětlení bodů E,F do půdorysny

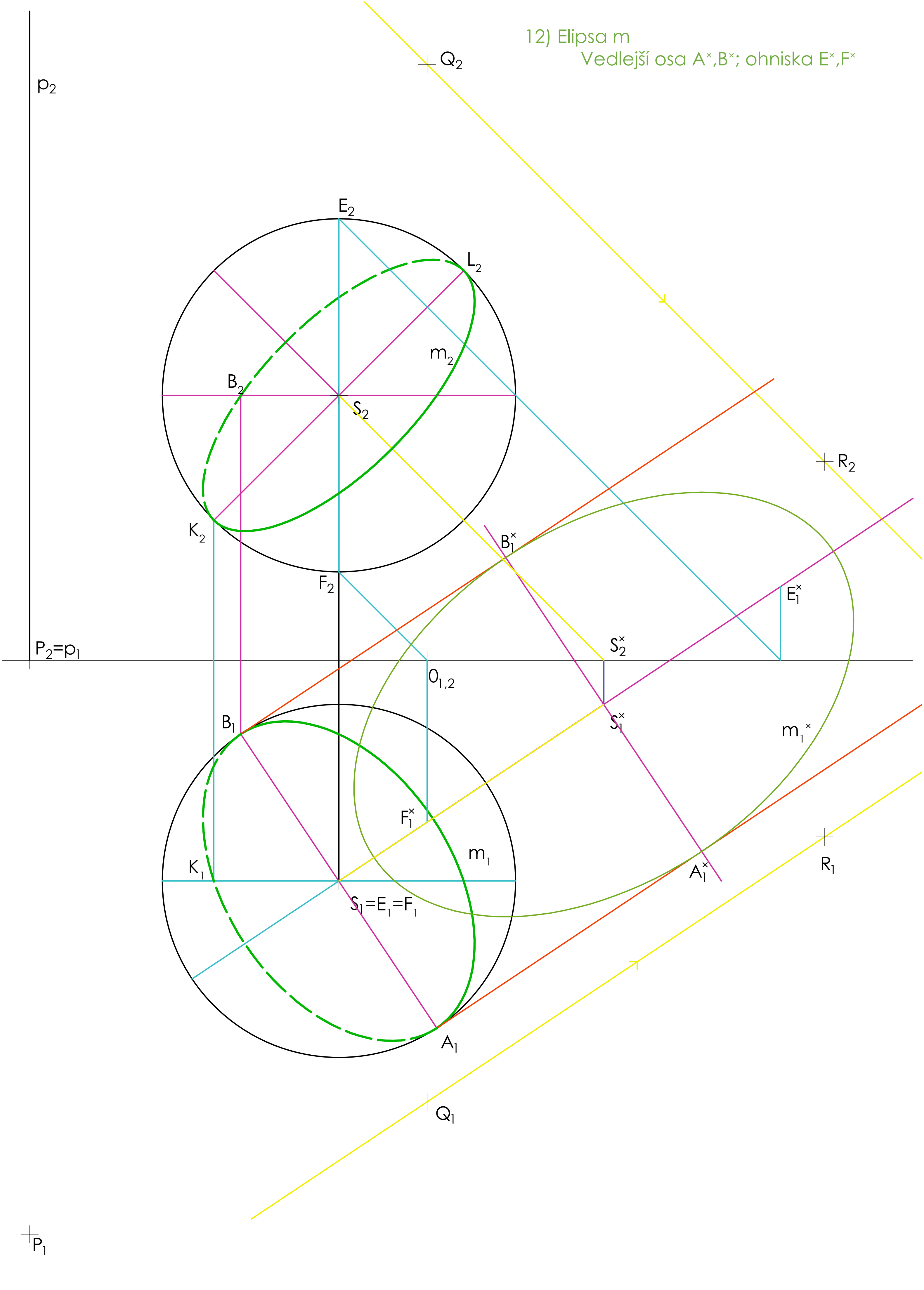
E -> $E^{\times}$

F -> $F^{\times}$



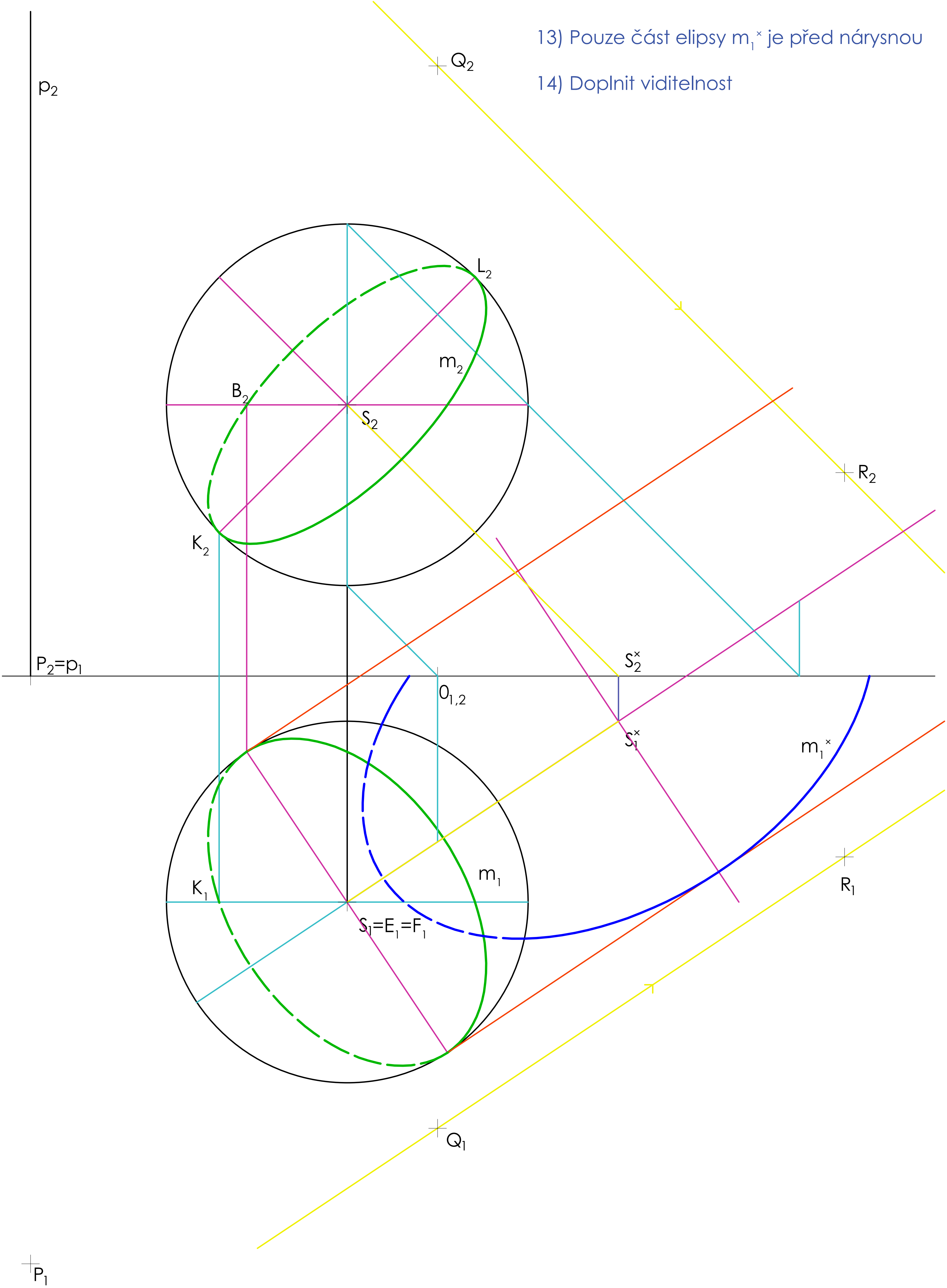
## 12) Elipsa m

Vedlejší osa $A^{\times}, B^{\times}$; ohniska $E^{\times}, F^{\times}$



13) Pouze část elipsy $m_1^\times$ je před nárysnou

14) Doplnit viditelnost



15) Stín bodu S v nárysně

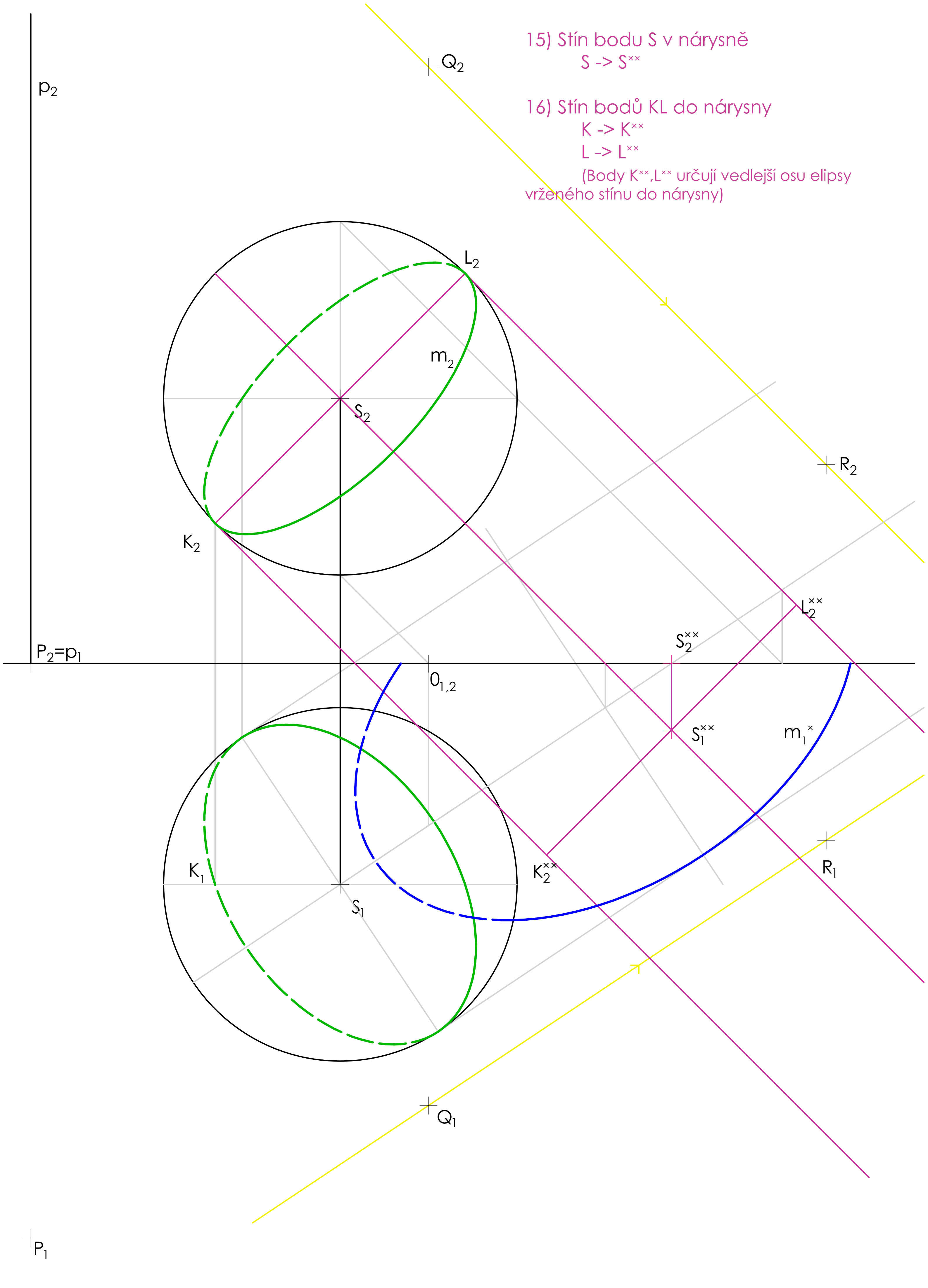
S -> S××

16) Stín bodů KL do nárysny

K -> K××

L -> L××

(Body K××,L×× určují vedlejší osu elipsy vrženého stínu do nárysny)

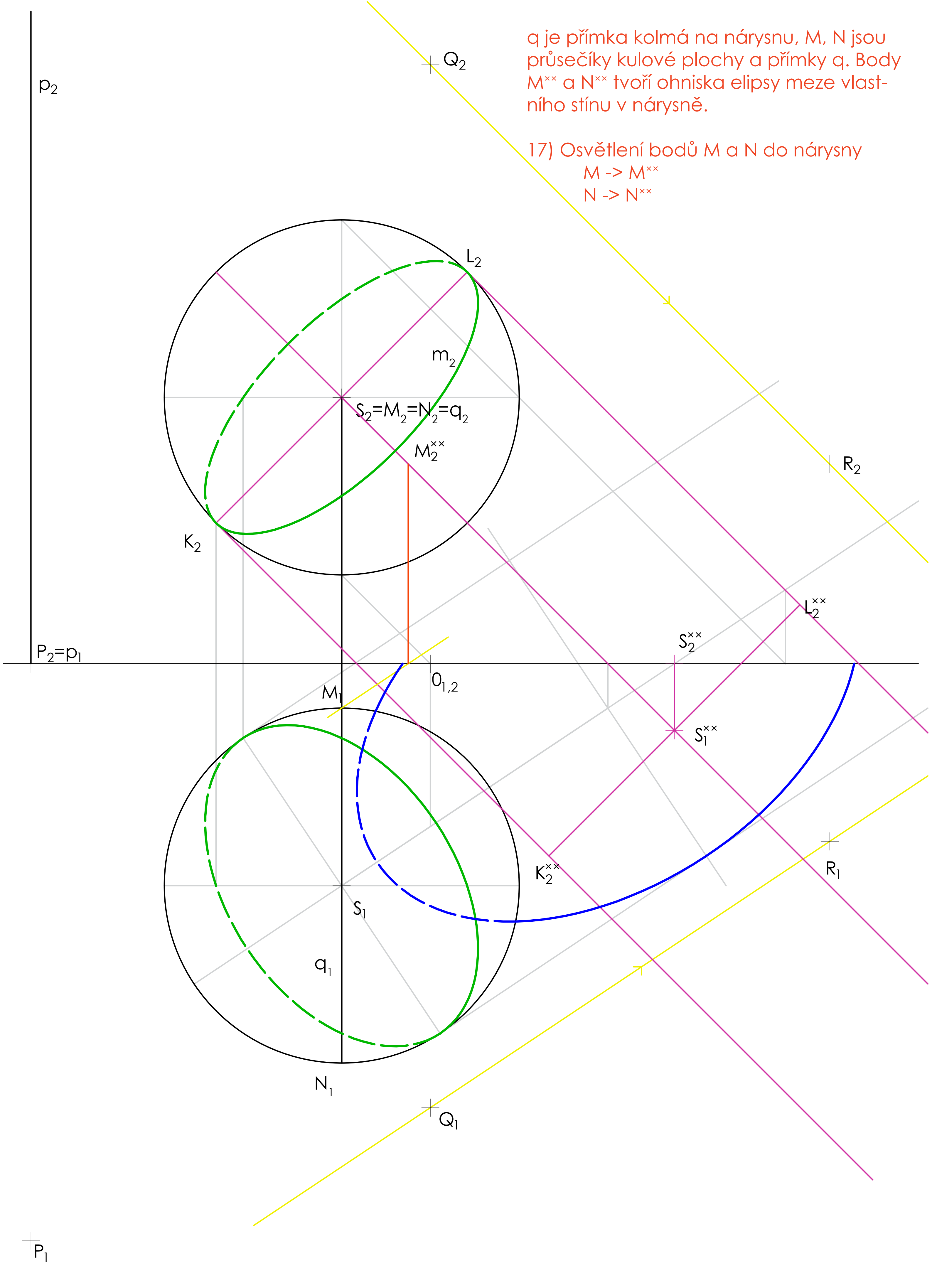


q je přímka kolmá na nárysnu, M, N jsou průsečíky kulové plochy a přímky q. Body $M^{\times\times}$ a $N^{\times\times}$ tvoří ohniska elipsy meze vlastního stínu v nárysně.

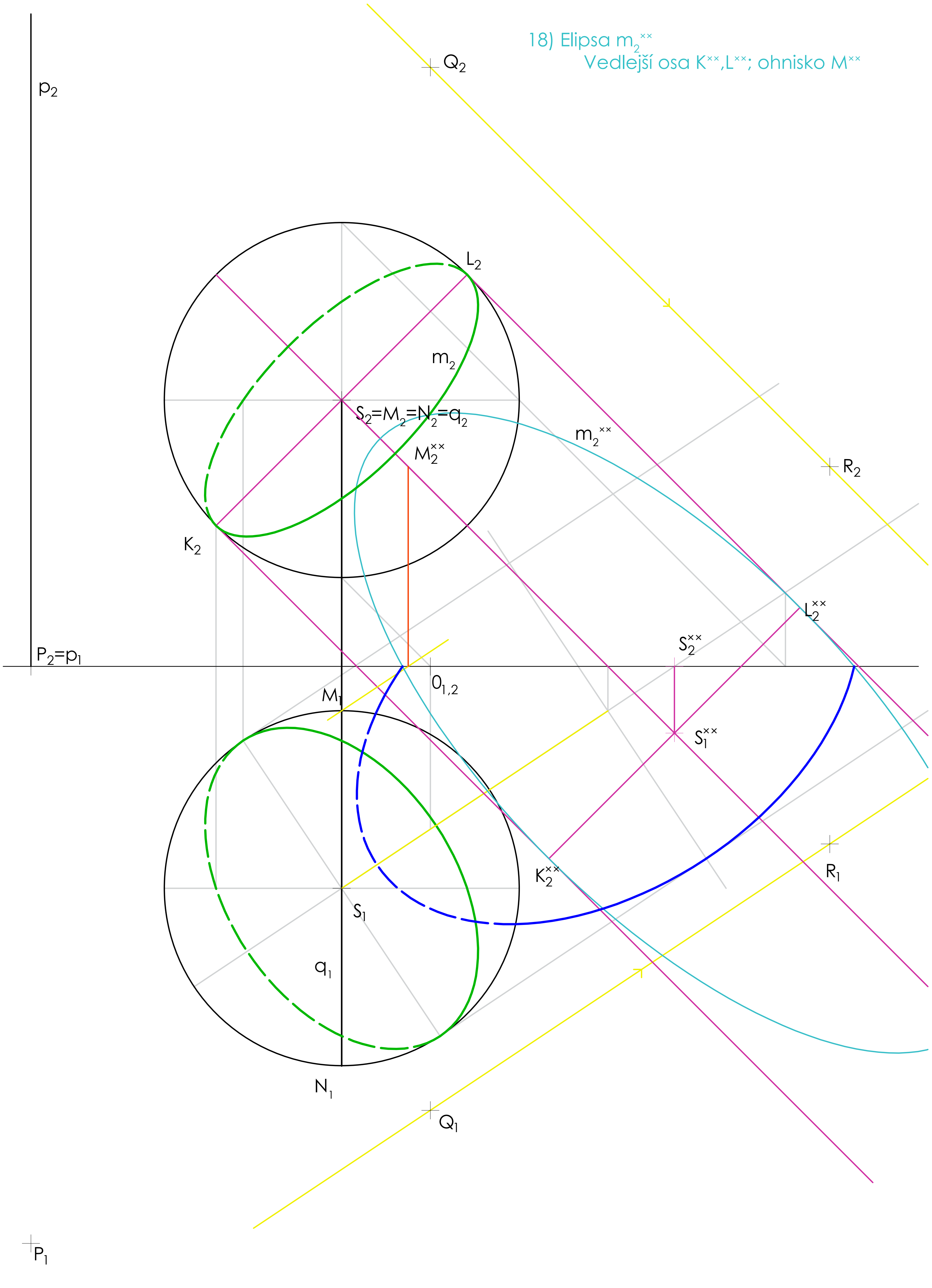
17) Osvětlení bodů M a N do nárysny

$M \to M^{\times\times}$

$N \to N^{\times\times}$

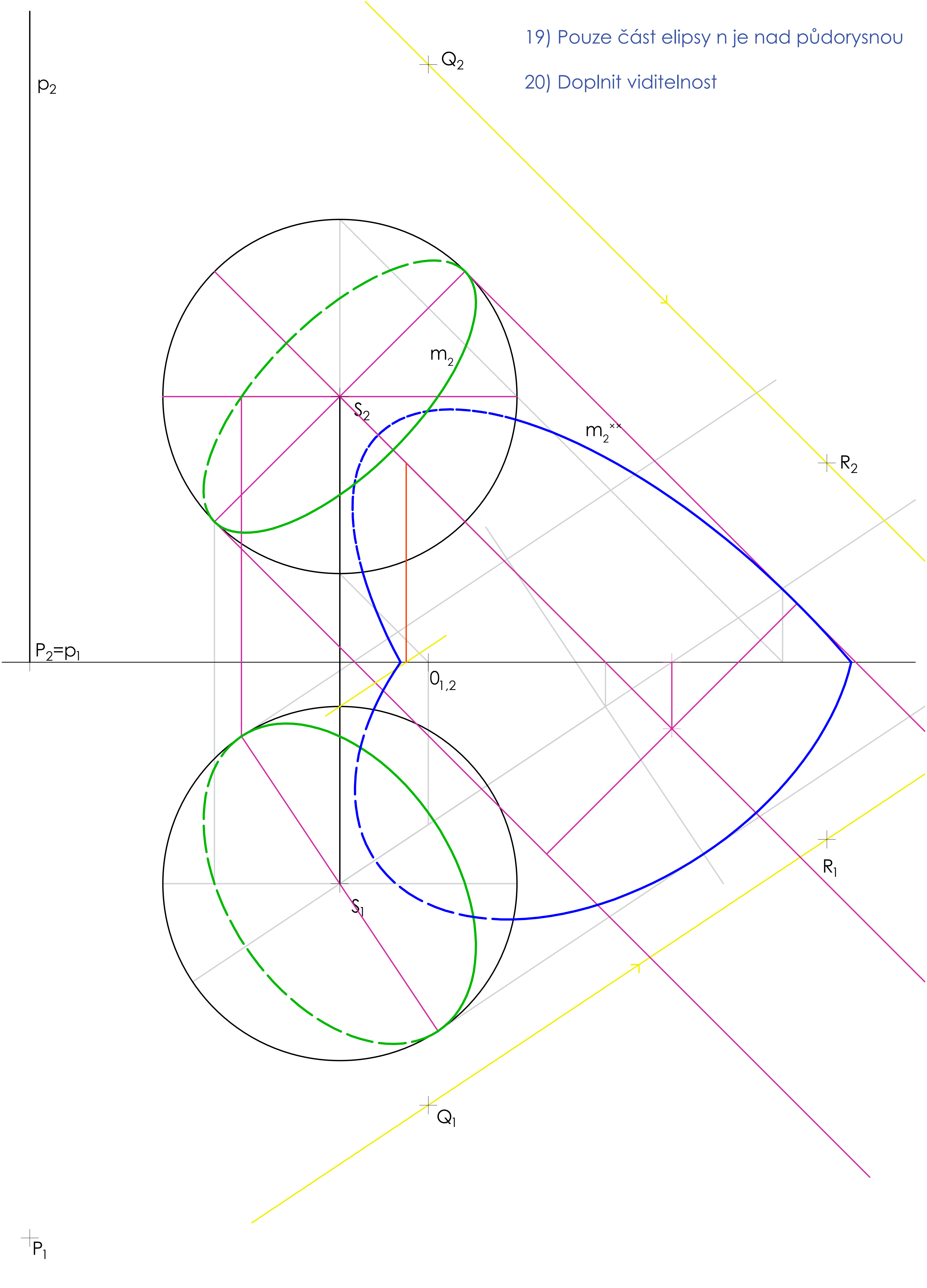


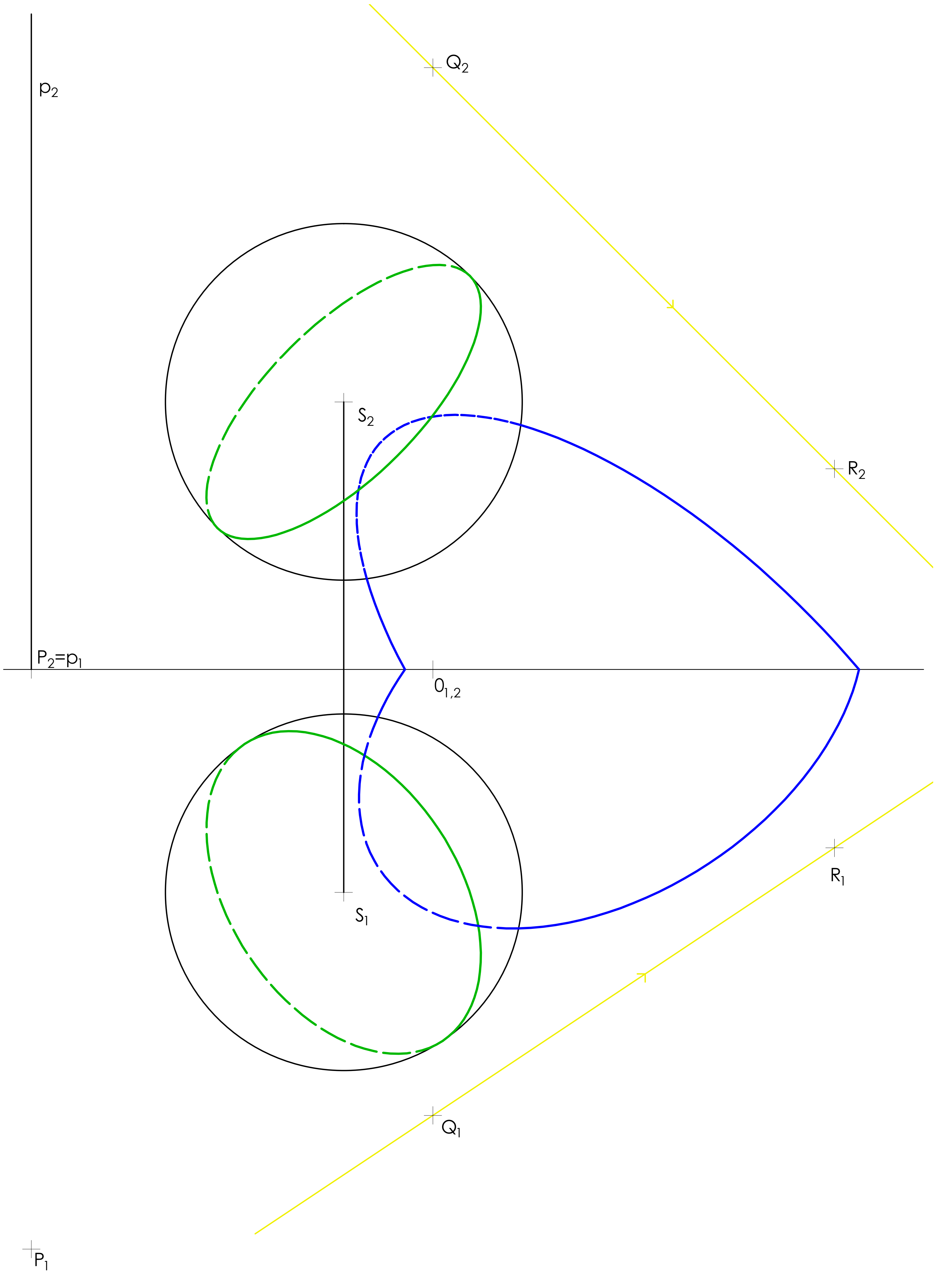
18) Elipsa $m_2^{\times\times}$
Vedlejší osa $K^{\times\times}, L^{\times\times}$; ohnisko $M^{\times\times}$



19) Pouze část elipsy n je nad půdorysnou

20) Doplnit viditelnost



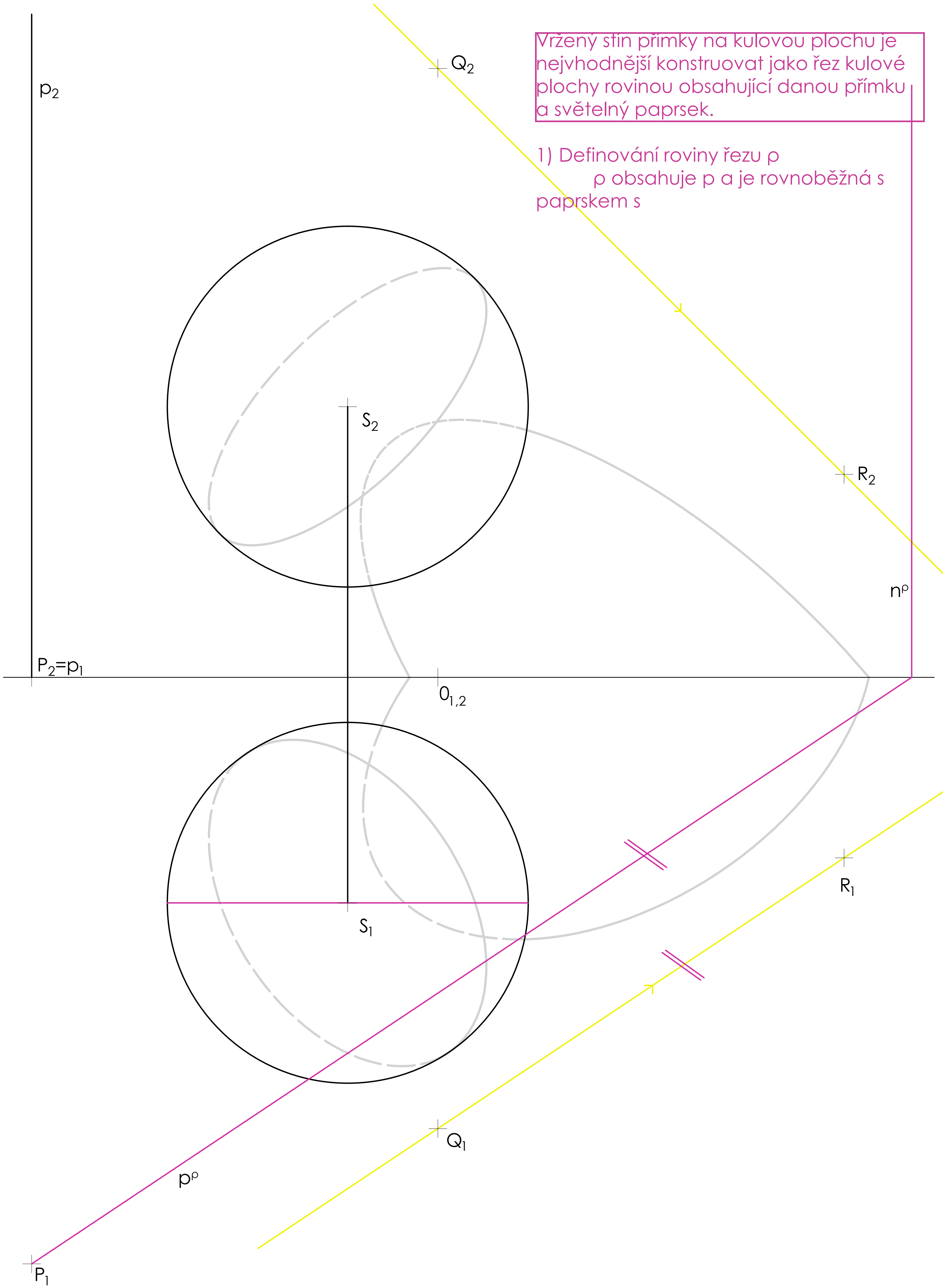


$Q_2$
$p_2$
$S_2$
$R_2$
$P_2 = p_1$
$0_{1,2}$
$R_1$
$S_1$
$Q_1$
$P_1$

Vržený stín přímky na kulovou plochu je nejvhodnější konstruovat jako řez kulové plochy rovinou obsahující danou přímku a světelný paprsek.

1) Definování roviny řezu ρ

ρ obsahuje p a je rovnoběžná s paprskem s



2) Body $G_1, H_1$

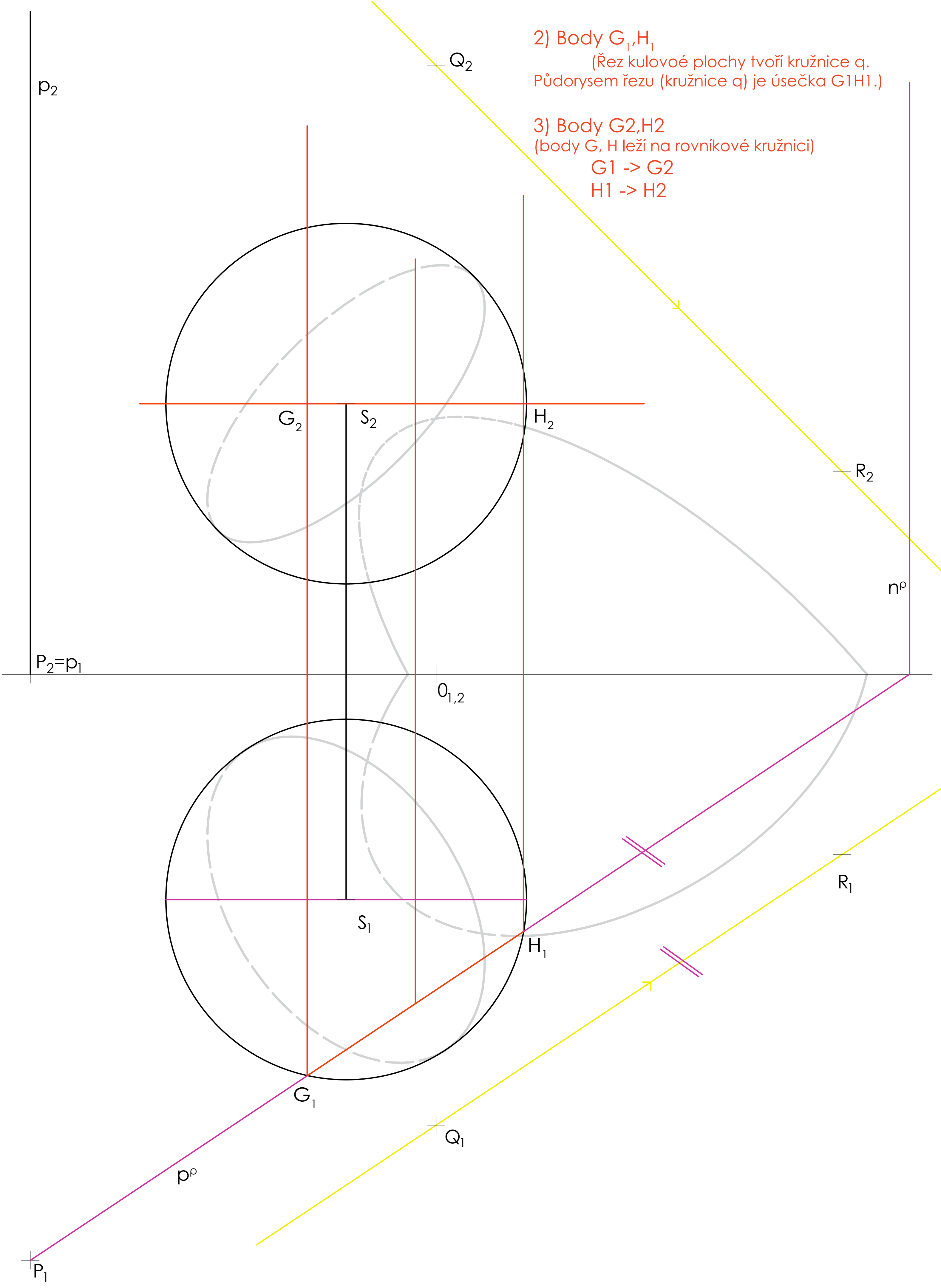
(Řez kulovoé plochy tvoří kružnice q. Půdorysem řezu (kružnice q) je úsečka G1H1.)

3) Body G2,H2

(body G, H leží na rovníkové kružnici)

G1 -> G2

H1 -> H2



4) Bod $K_1$

$|G_1K_1| = |H_1K_1|$

(Platí protože $|GK| = |HK|$)

5) Bod $K_2$

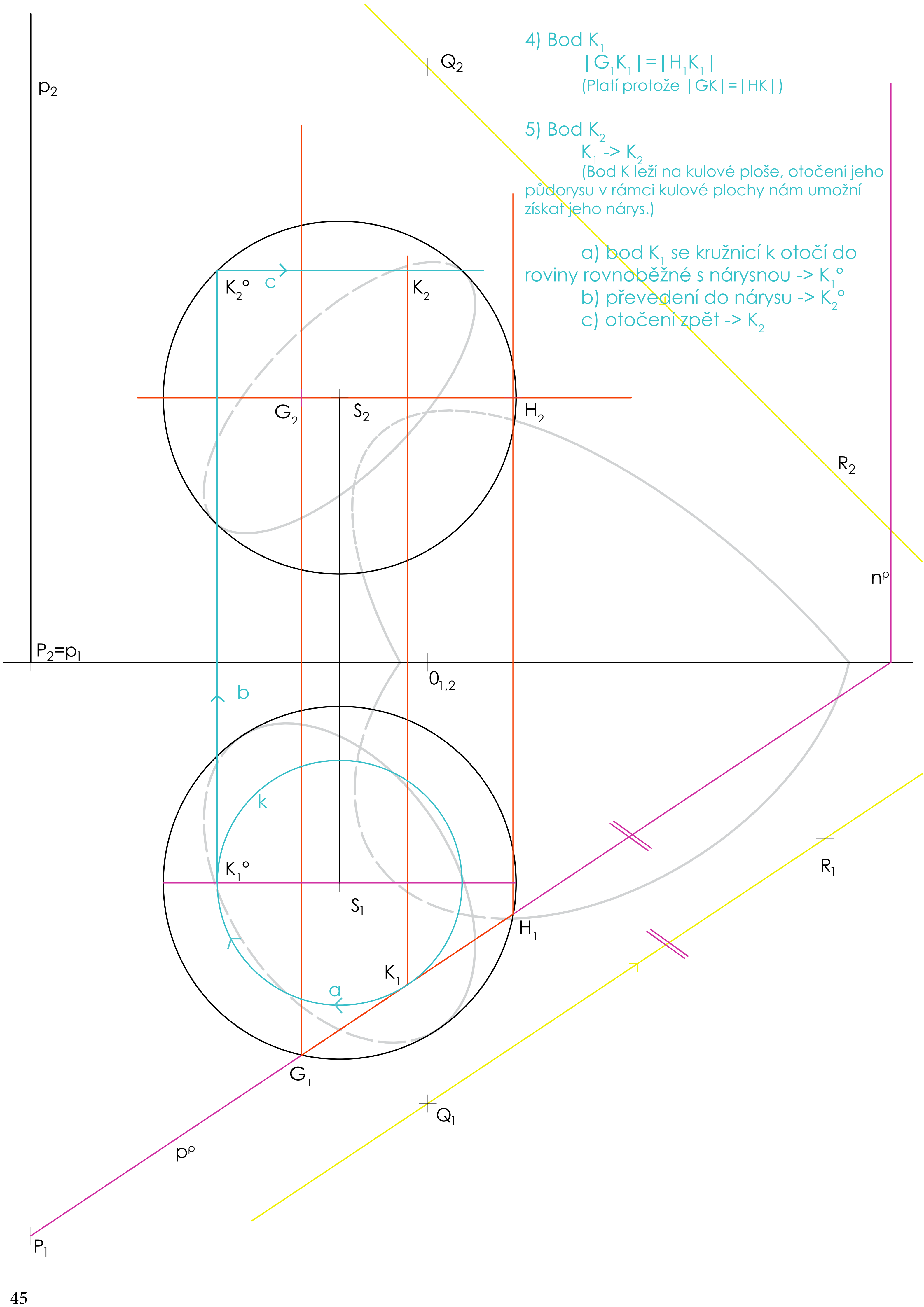
$K_1 \rightarrow K_2$

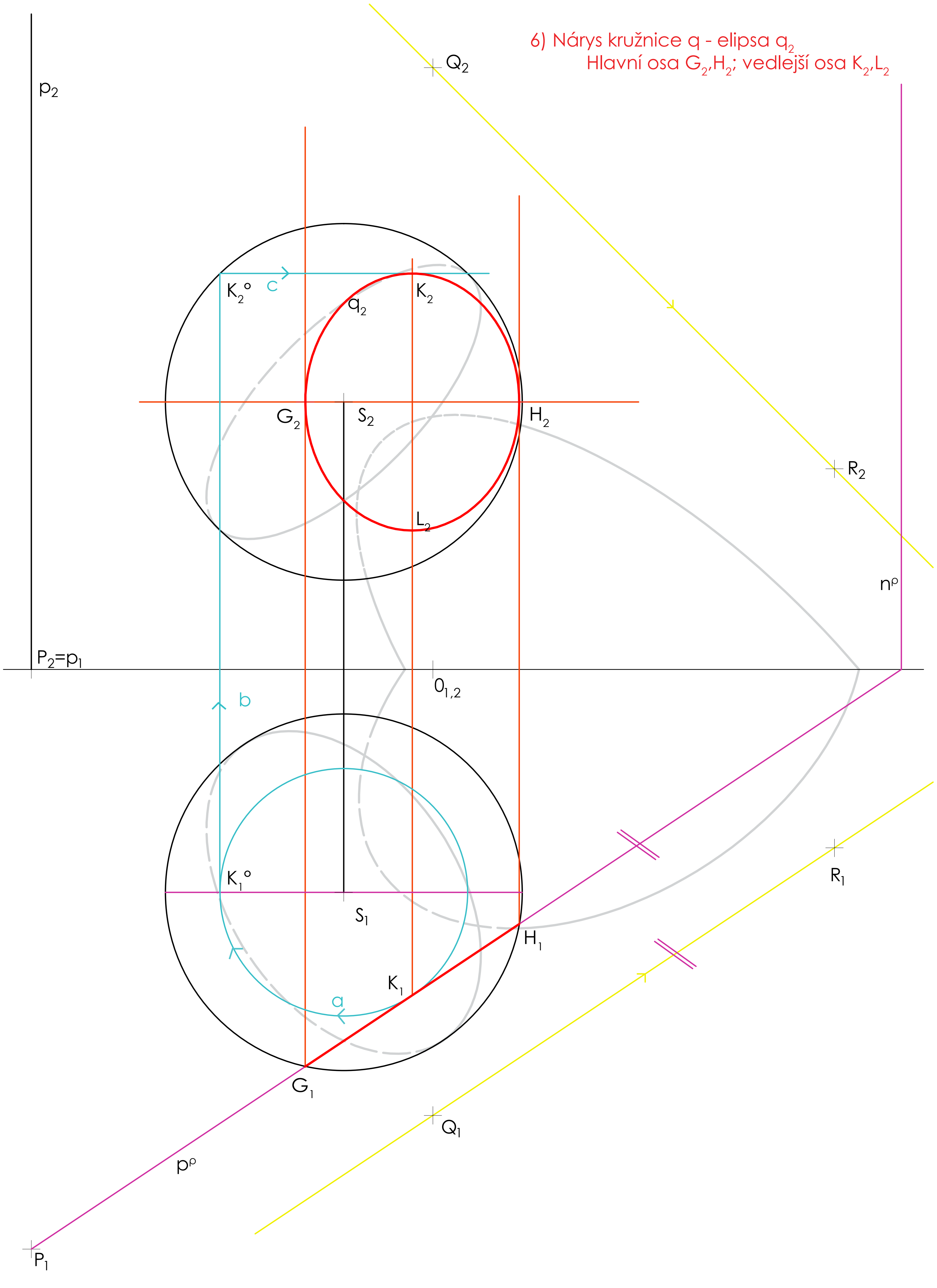
(Bod K leží na kulové ploše, otočení jeho půdorysu v rámci kulové plochy nám umožní získat jeho nárys.)

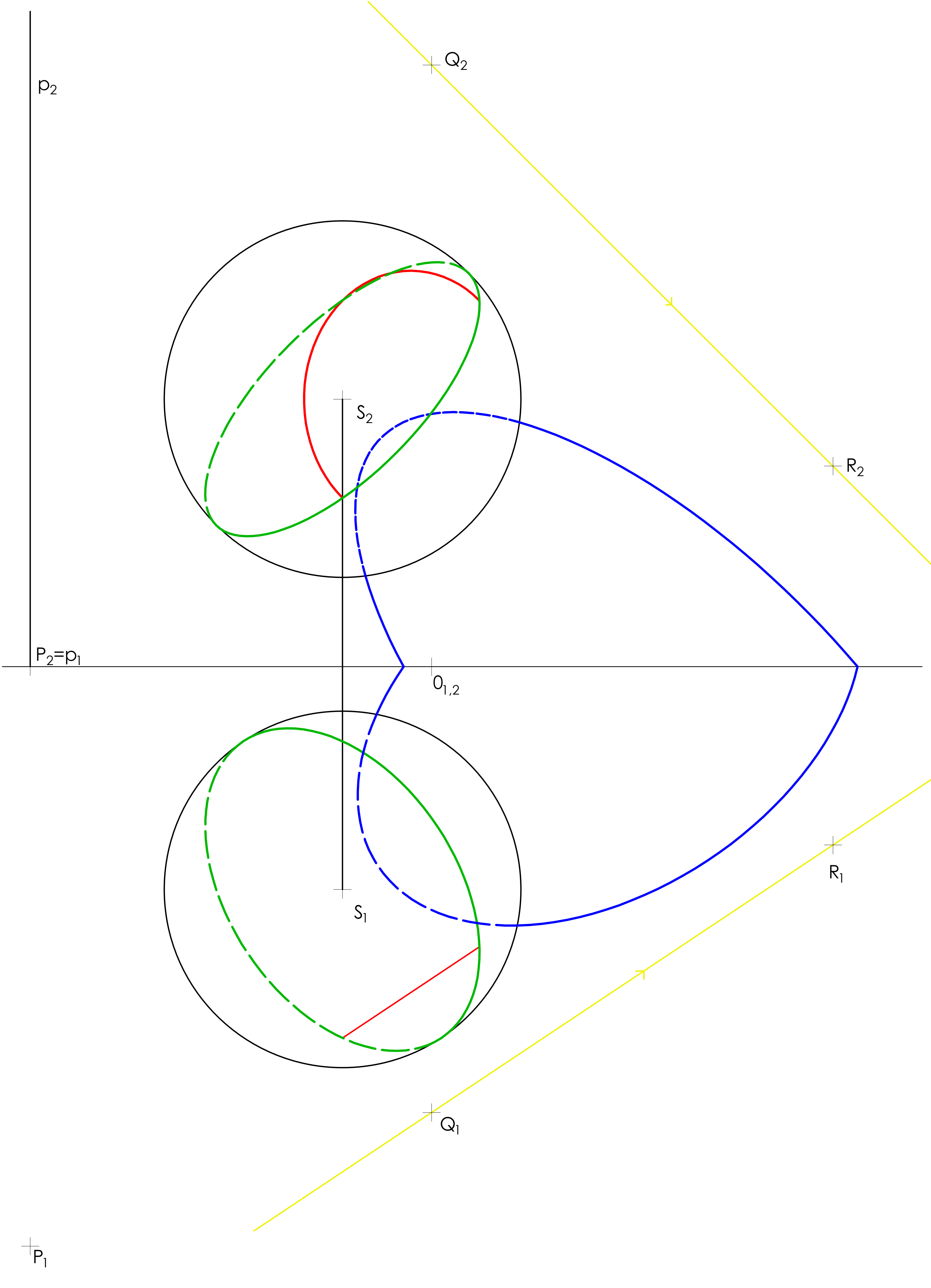
a) bod $K_1$ se kružnicí k otočí do roviny rovnoběžné s nárysnou -> $K_1°$

b) převedení do nárysu -> $K_2°$

c) otočení zpět -> $K_2$




6) Nárys kružnice q - elipsa $q_2$
Hlavní osa $G_2,H_2$; vedlejší osa $K_2,L_2$
$Q_2$
$p_2$
$K_2°$
c
$K_2$
$q_2$
$G_2$
$S_2$
$H_2$
$R_2$
$L_2$
$n^ρ$
$P_2=p_1$
$0_{1,2}$
b
$K_1°$
$R_1$
$S_1$
$H_1$
$K_1$
a
$G_1$
$Q_1$
$p^ρ$
$P_1$



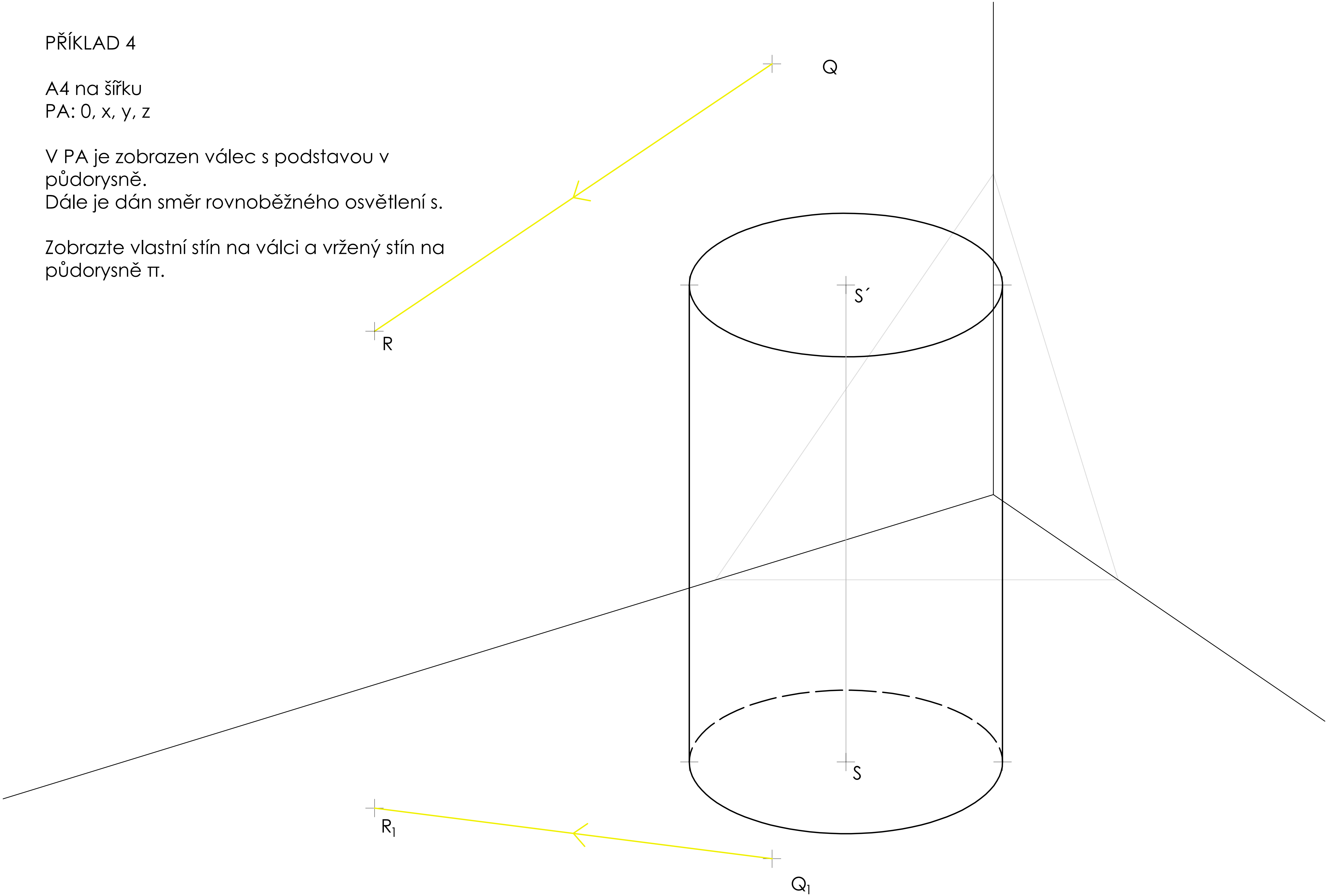
$Q_2$
$p_2$
$S_2$
$R_2$
$P_2=p_1$
$0_{1,2}$
$R_1$
$S_1$
$Q_1$
$P_1$

PŘÍKLAD 4

A4 na šířku
PA: 0, x, y, z

V PA je zobrazen válec s podstavou v půdorysně.
Dále je dán směr rovnoběžného osvětlení s.

Zobrazte vlastní stín na válci a vržený stín na půdorysně π.

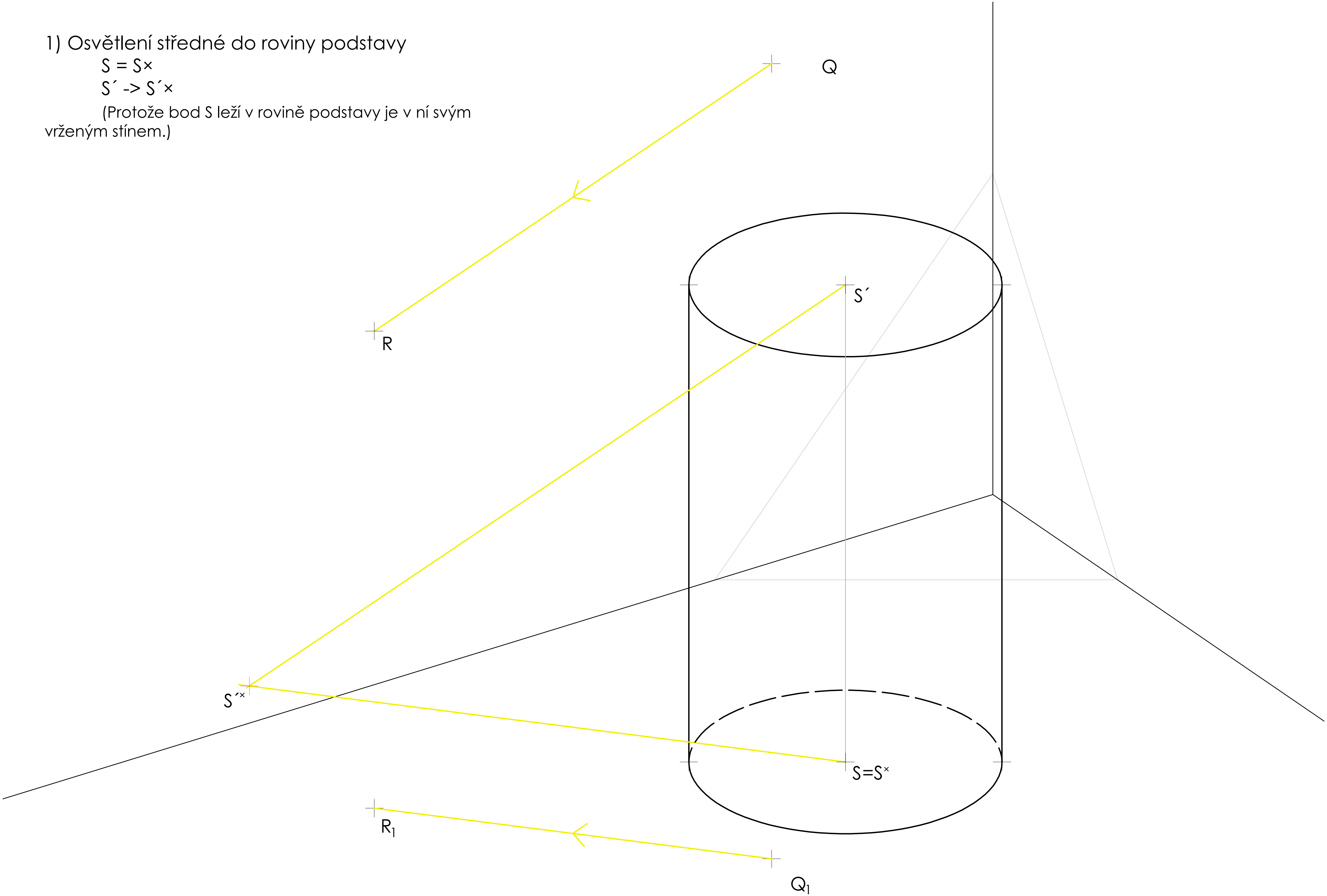


1) Osvětlení středné do roviny podstavy

$S = S^{\times}$

$S' \rightarrow S'^{\times}$

(Protože bod S leží v rovině podstavy je v ní svým vrženým stínem.)

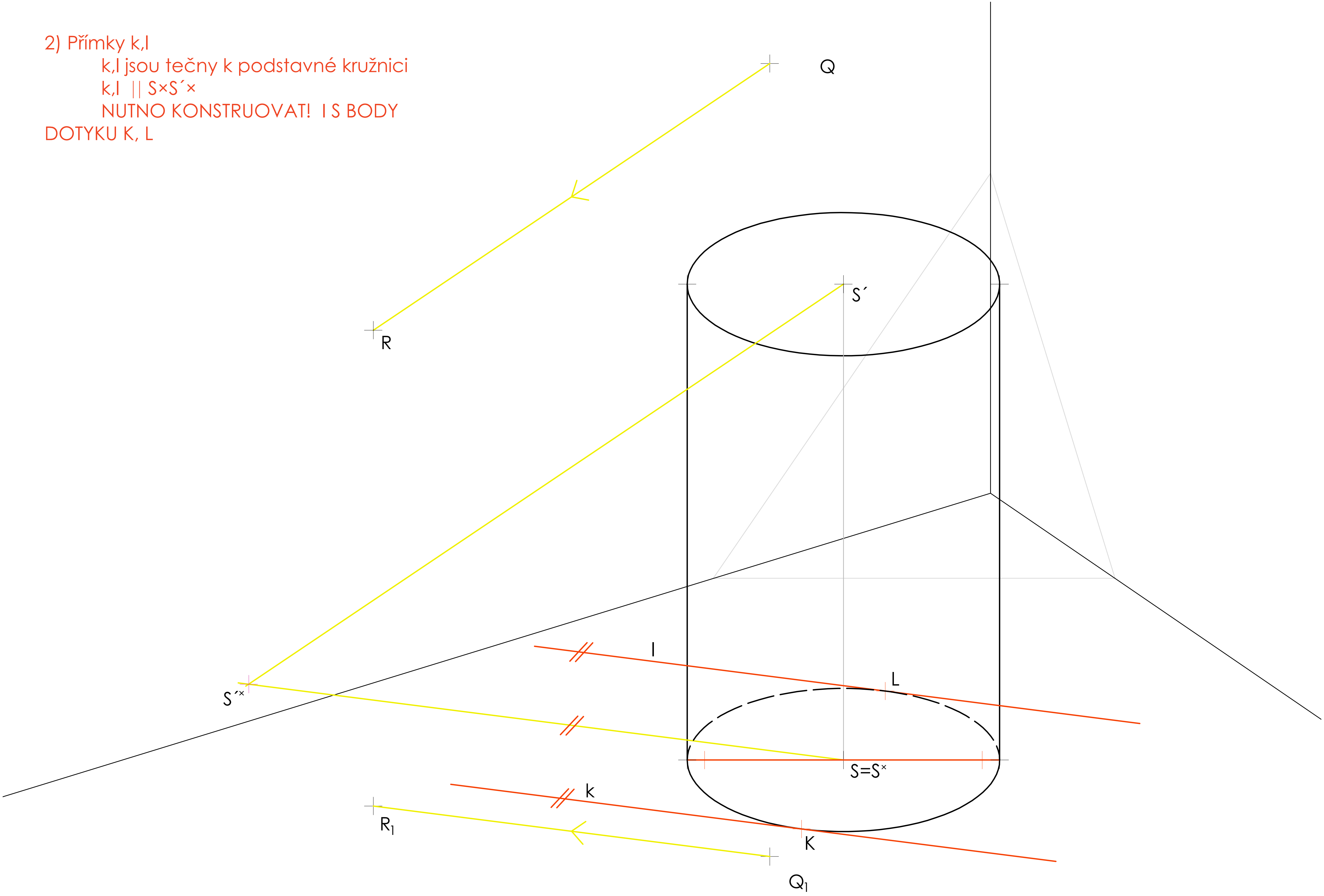


2) Přímky k,l

k,l jsou tečny k podstavné kružnici

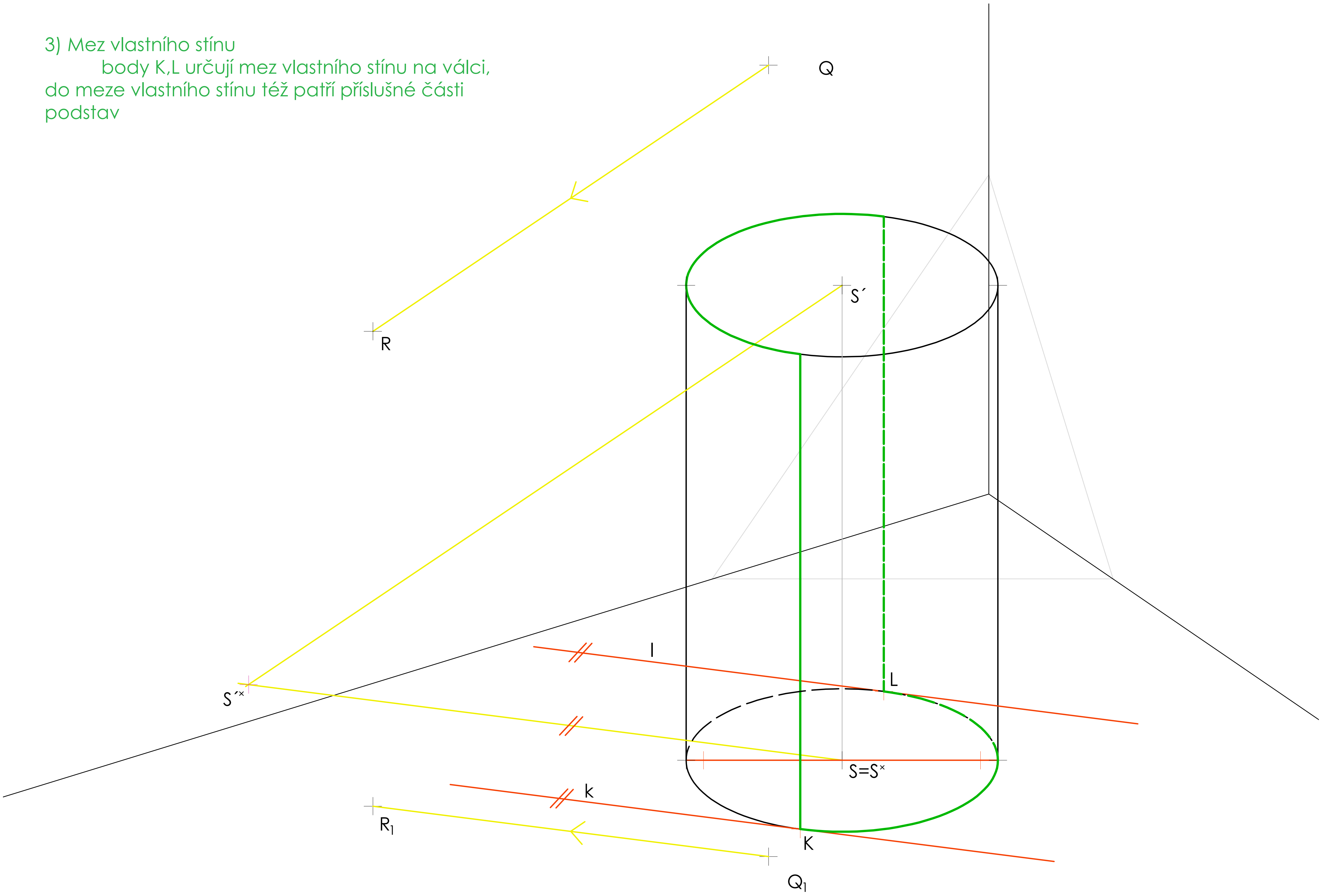
k,l || S×S´×

NUTNO KONSTRUOVAT! I S BODY DOTYKU K, L



3) Mez vlastního stínu

body K,L určují mez vlastního stínu na válci, do meze vlastního stínu též patří příslušné části podstav



5) Stín kružnice k do půdorysny

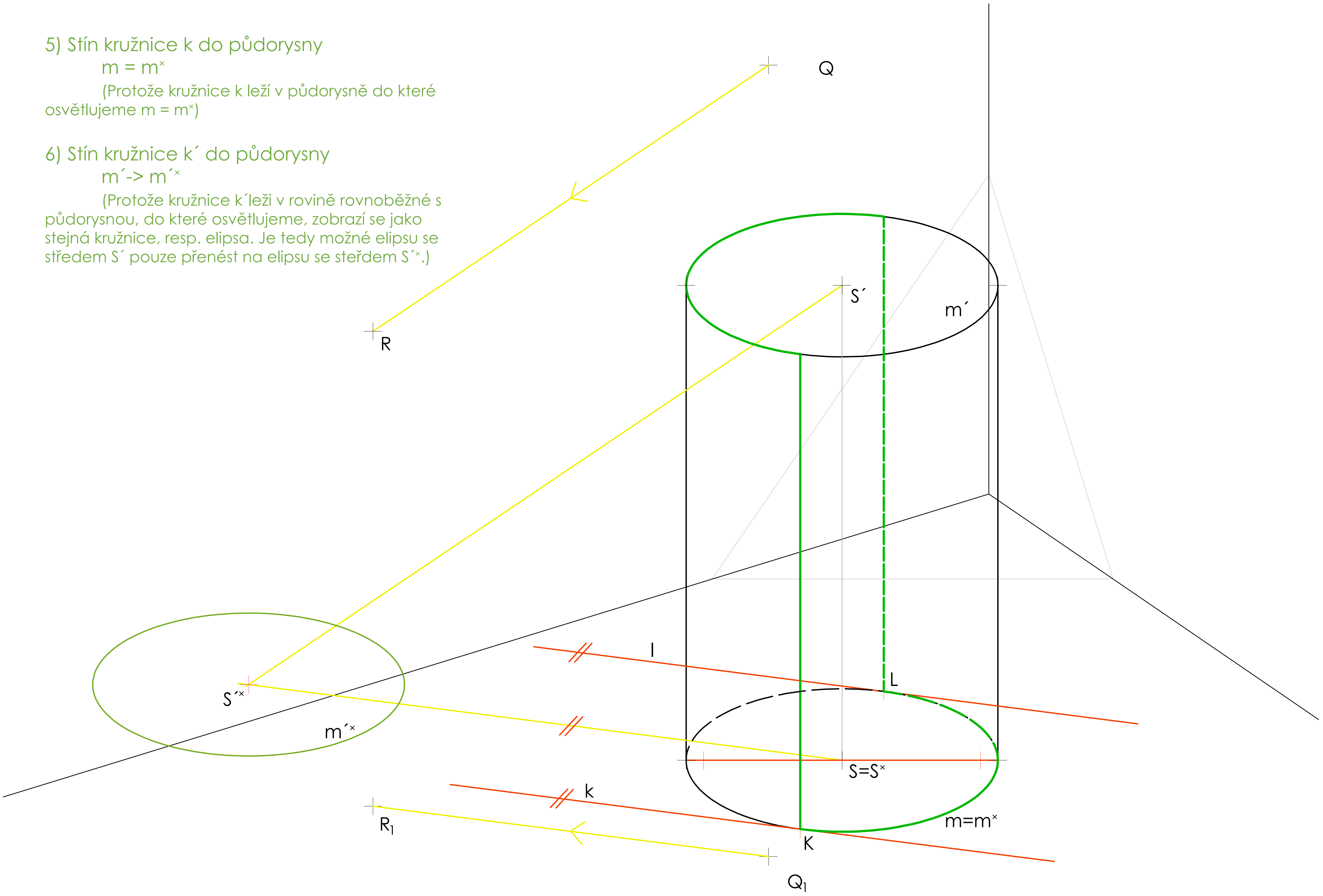
$m = m^{\times}$

(Protože kružnice k leží v půdorysně do které osvětlujeme $m = m^{\times}$)

6) Stín kružnice k´ do půdorysny

$m´ \rightarrow m´^{\times}$

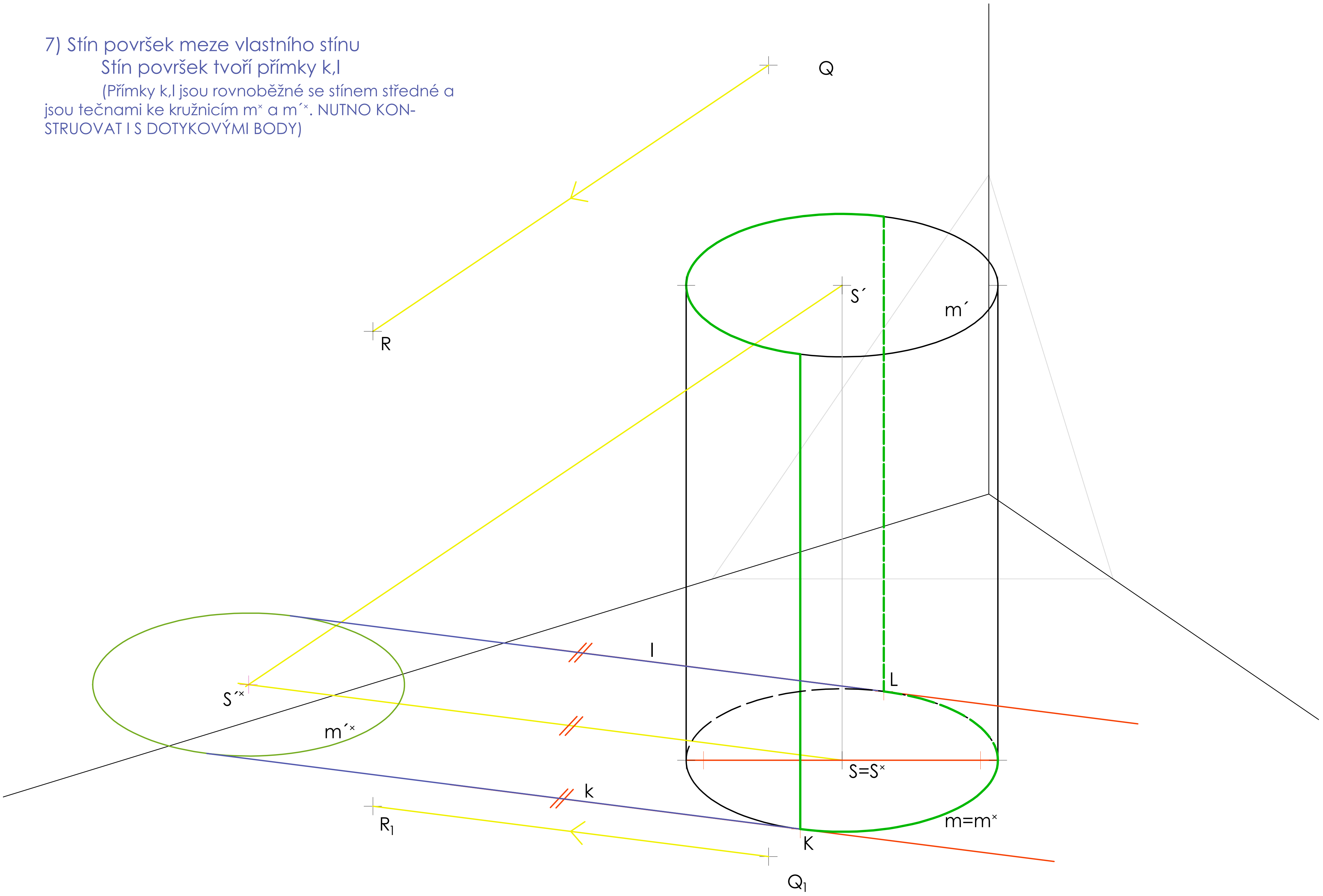
(Protože kružnice k´leži v rovině rovnoběžné s půdorysnou, do které osvětlujeme, zobrazí se jako stejná kružnice, resp. elipsa. Je tedy možné elipsu se středem S´ pouze přenést na elipsu se steřdem S´ˣ.)



7) Stín površek meze vlastního stínu

Stín površek tvoří přímky k,l

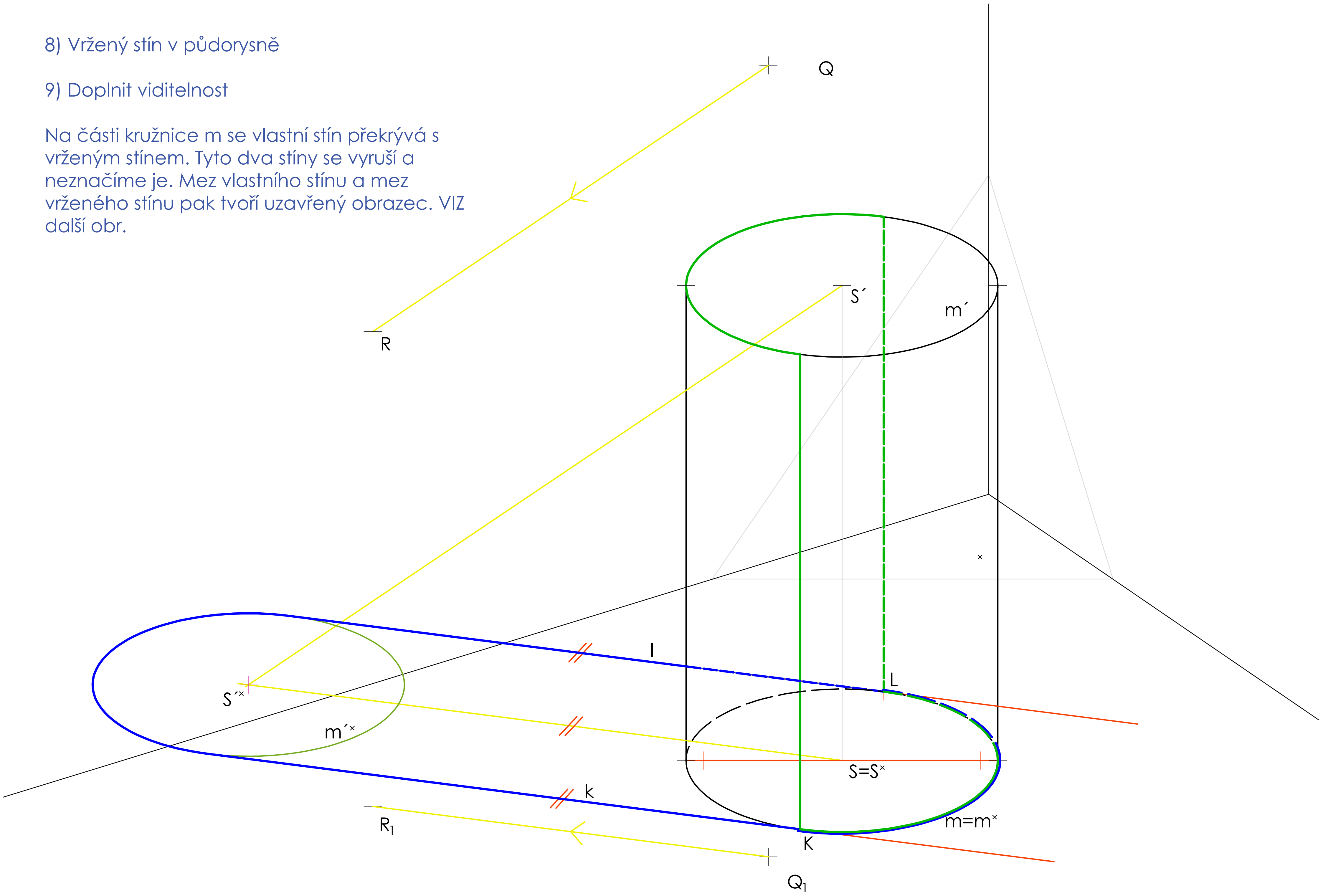
(Přímky k,l jsou rovnoběžné se stínem středné a jsou tečnami ke kružnicím $m^{\times}$ a $m'^{\times}$. NUTNO KONSTRUOVAT I S DOTYKOVÝMI BODY)

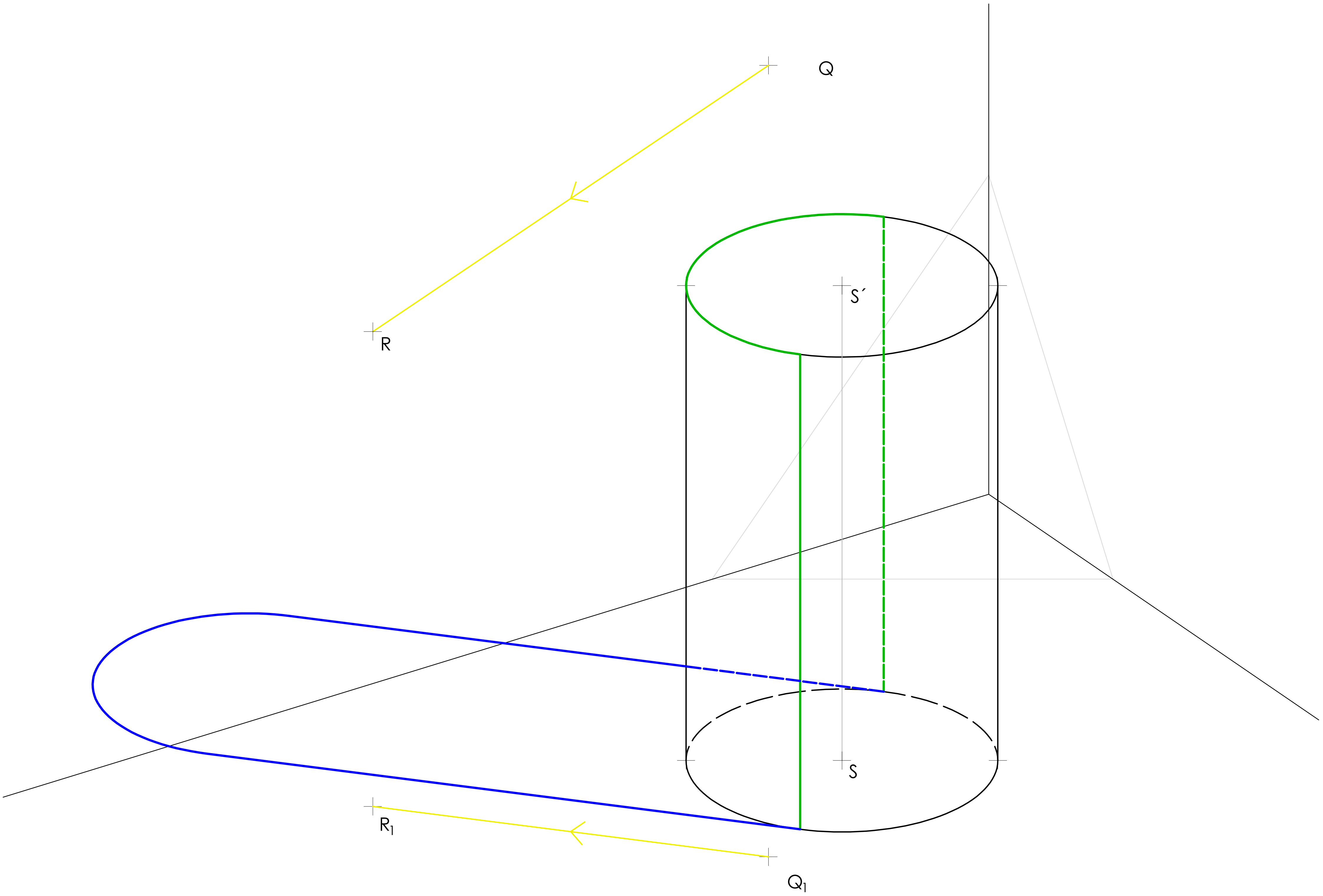


8) Vržený stín v půdorysně

9) Doplnit viditelnost

Na části kružnice m se vlastní stín překrývá s vrženým stínem. Tyto dva stíny se vyruší a neznačíme je. Mez vlastního stínu a mez vrženého stínu pak tvoří uzavřený obrazec. VIZ další obr.





Q
R
S´
S
$R_1$
$Q_1$

PŘÍKLAD 5

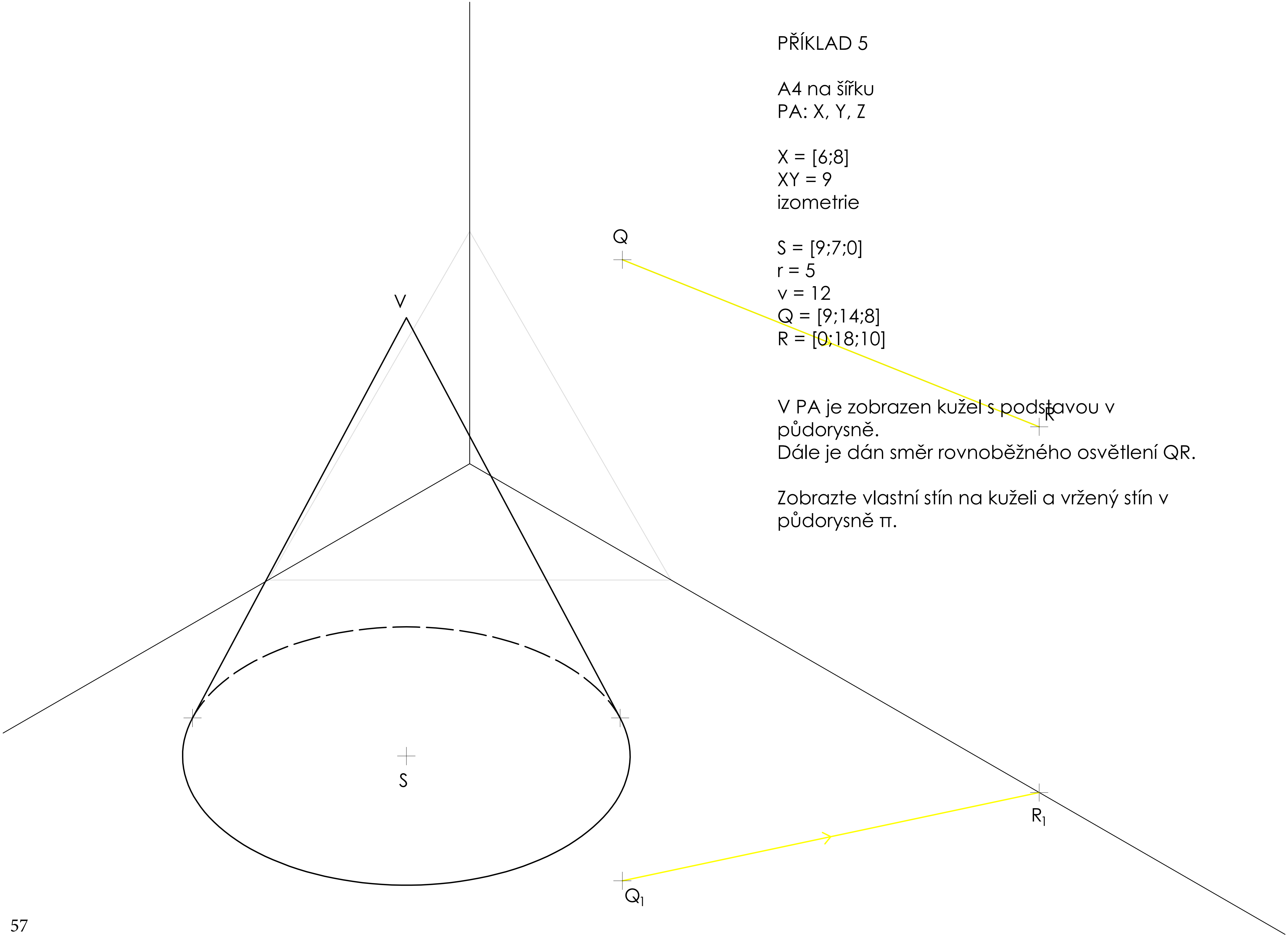
A4 na šířku
PA: X, Y, Z

X = [6;8]
XY = 9
izometrie

S = [9;7;0]
r = 5
v = 12
Q = [9;14;8]
R = [0;18;10]

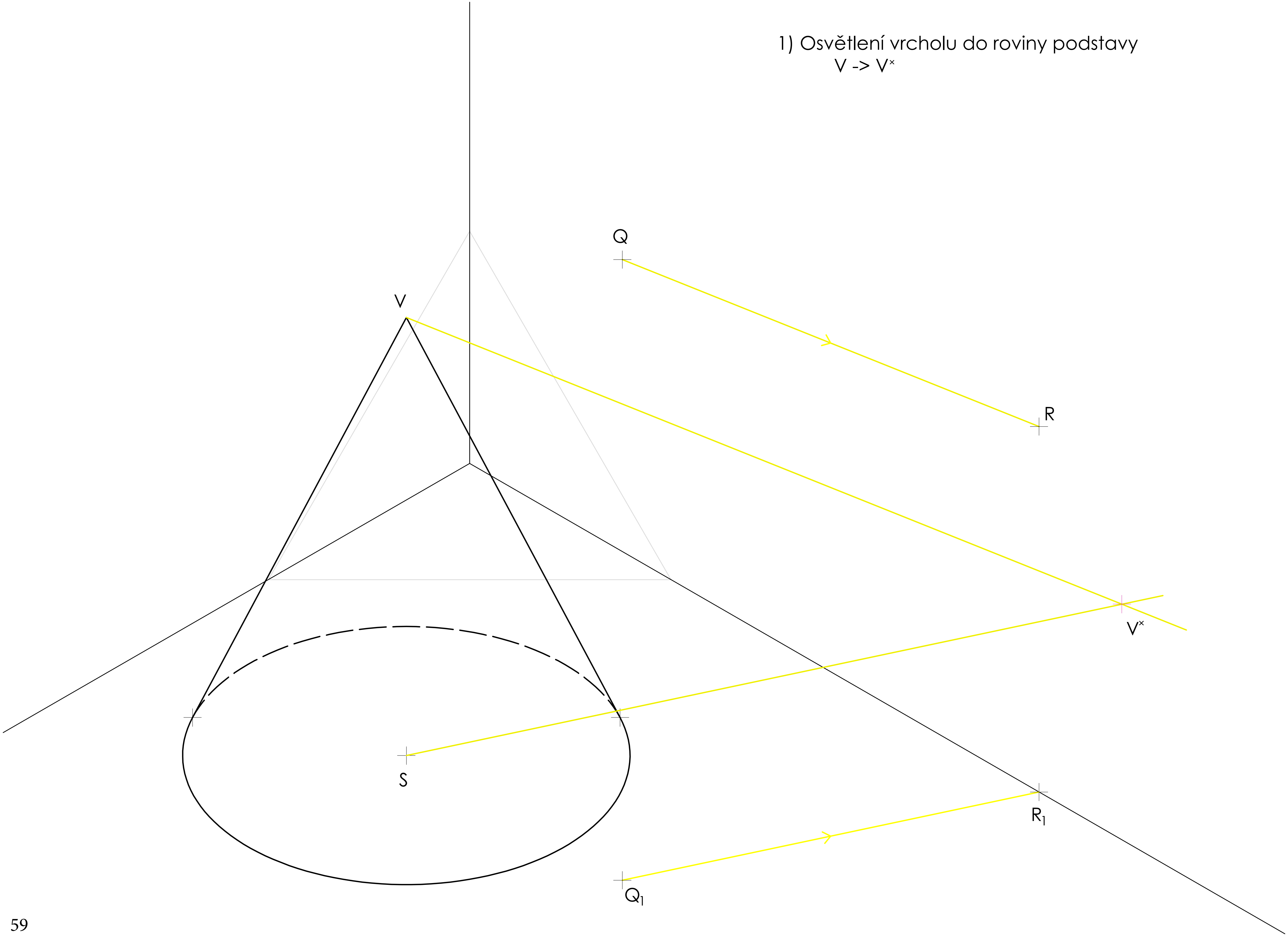
V PA je zobrazen kužel s podstavou v půdorysně.
Dále je dán směr rovnoběžného osvětlení QR.

Zobrazte vlastní stín na kuželi a vržený stín v půdorysně π.



1) Osvětlení vrcholu do roviny podstavy

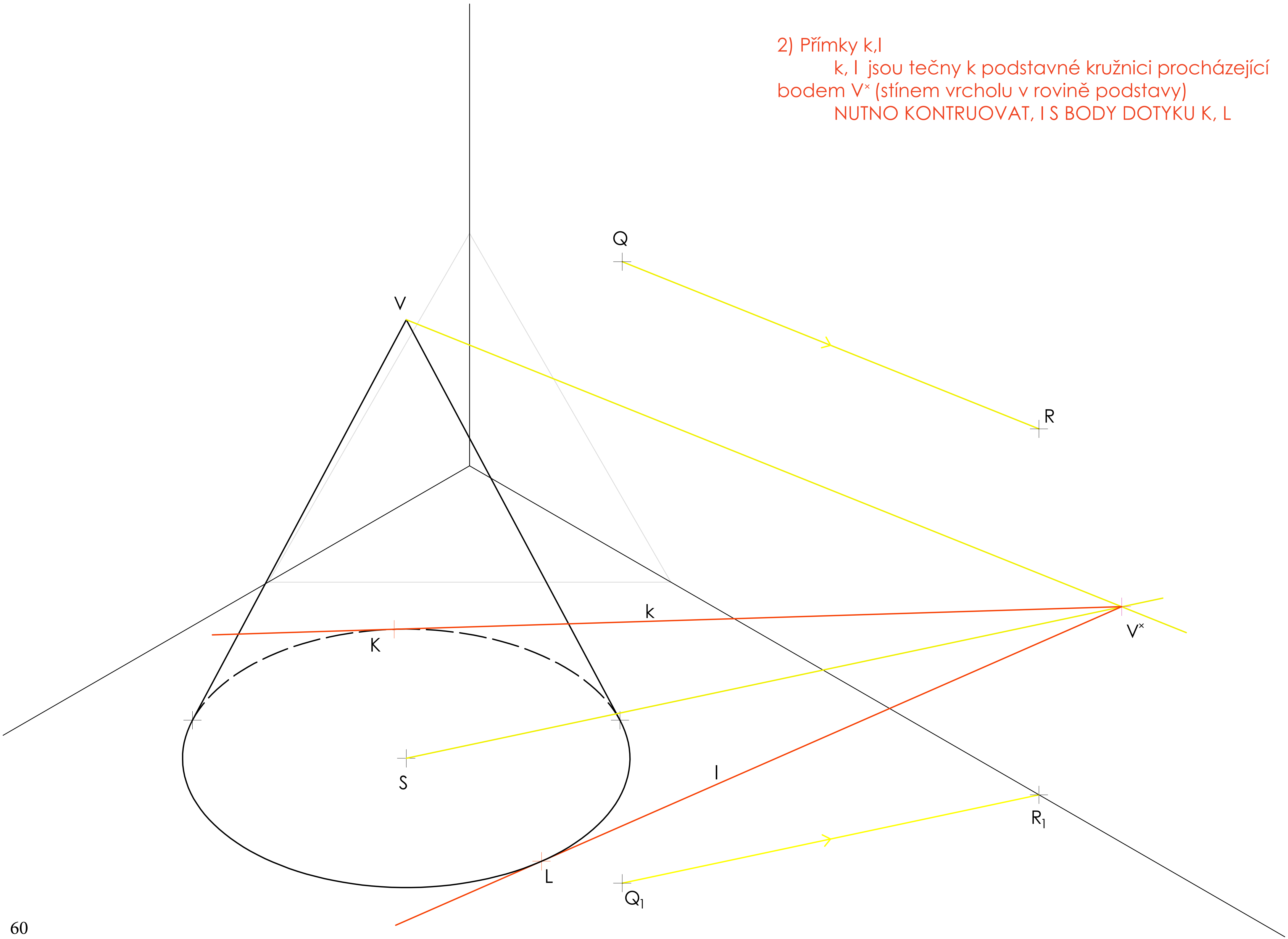
V -> $V^{\times}$



2) Přímky k,l

k, l jsou tečny k podstavné kružnici procházející bodem $V^{\times}$ (stínem vrcholu v rovině podstavy)

NUTNO KONTRUOVAT, I S BODY DOTYKU K, L



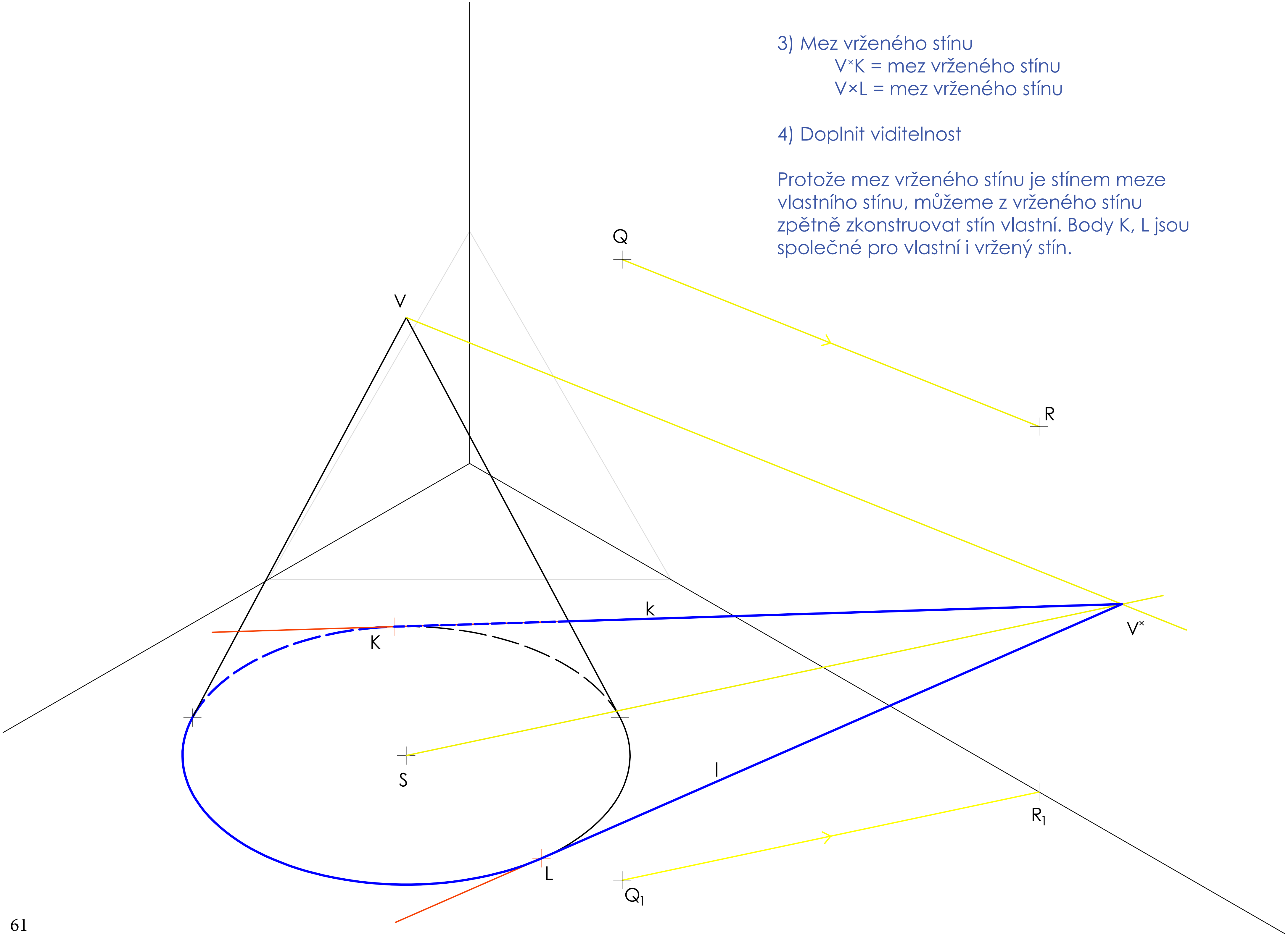
3) Mez vrženého stínu

$V^{\times}K$ = mez vrženého stínu

$V^{\times}L$ = mez vrženého stínu

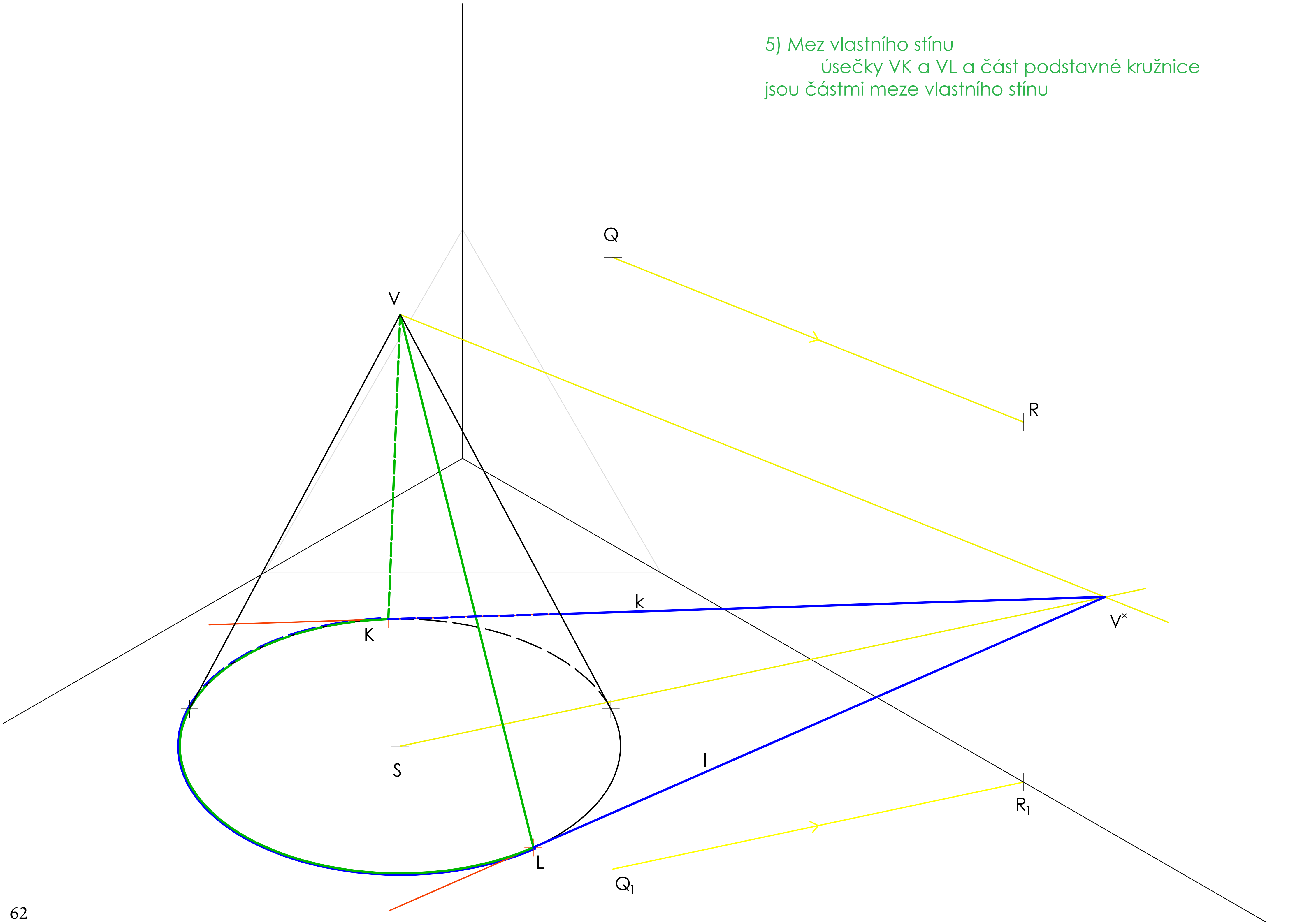
4) Doplnit viditelnost

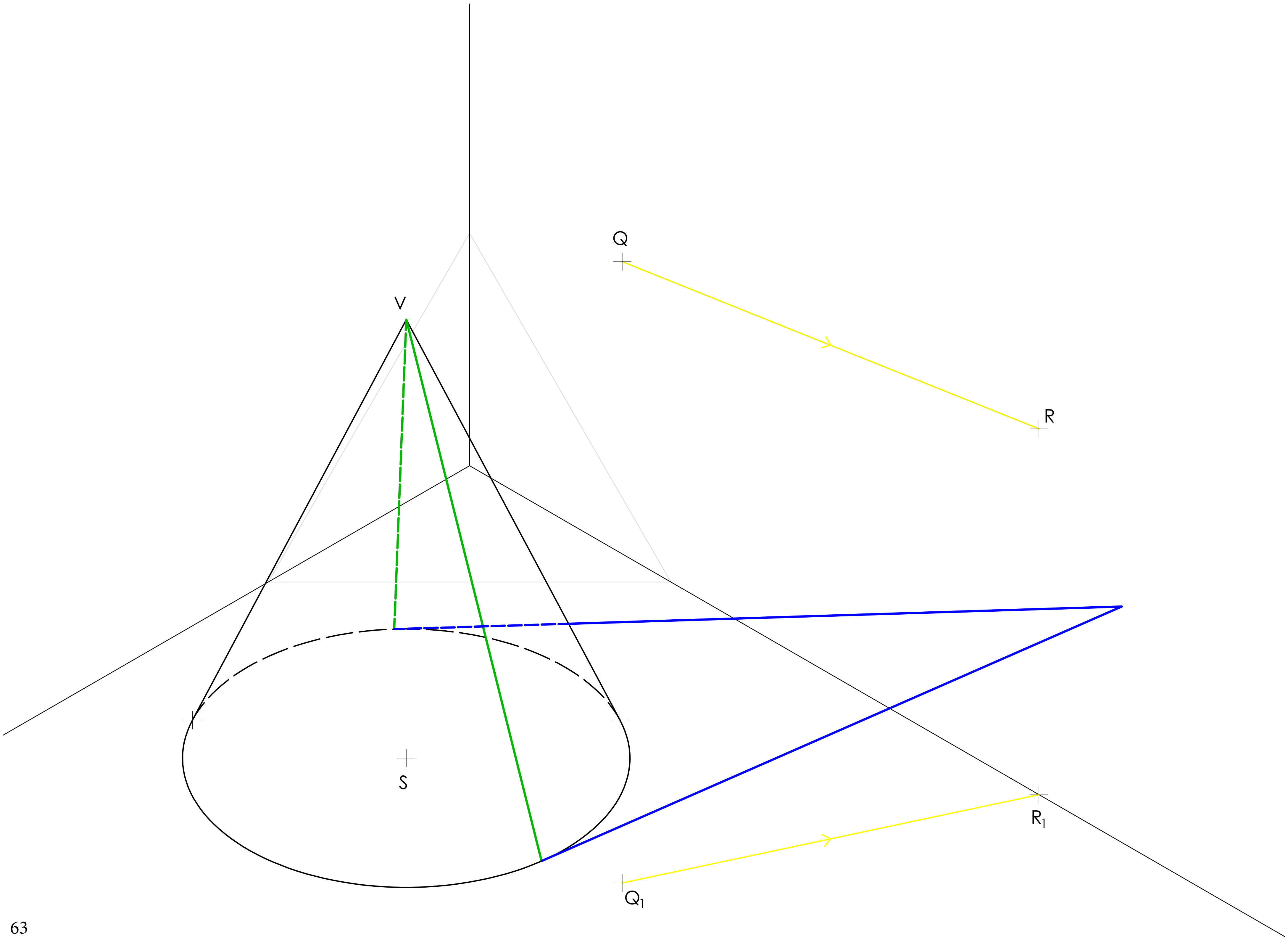
Protože mez vrženého stínu je stínem meze vlastního stínu, můžeme z vrženého stínu zpětně zkonstruovat stín vlastní. Body K, L jsou společné pro vlastní i vržený stín.

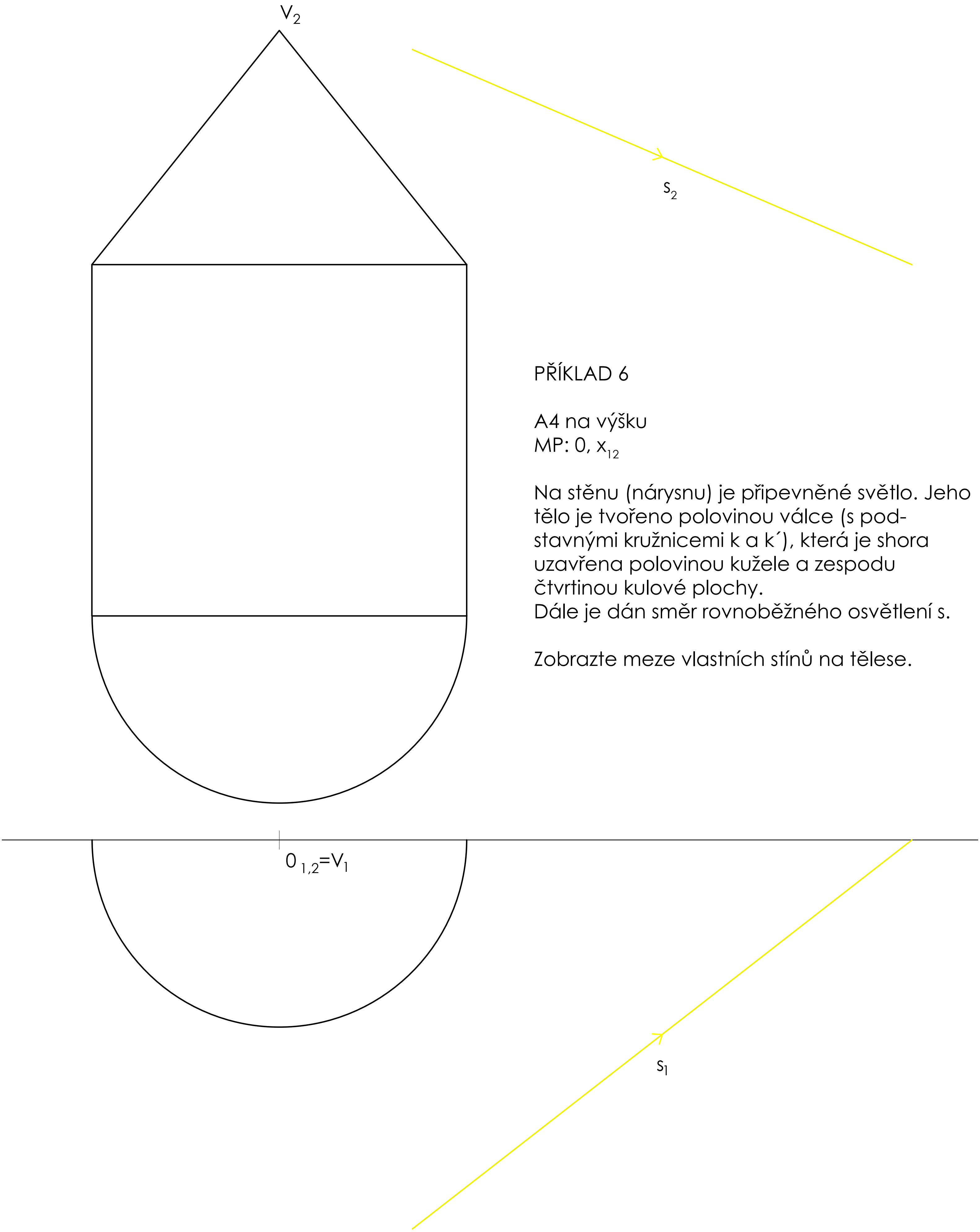


5) Mez vlastního stínu

úsečky VK a VL a část podstavné kružnice jsou částmi meze vlastního stínu




Q
V
R
S
$R_1$
$Q_1$

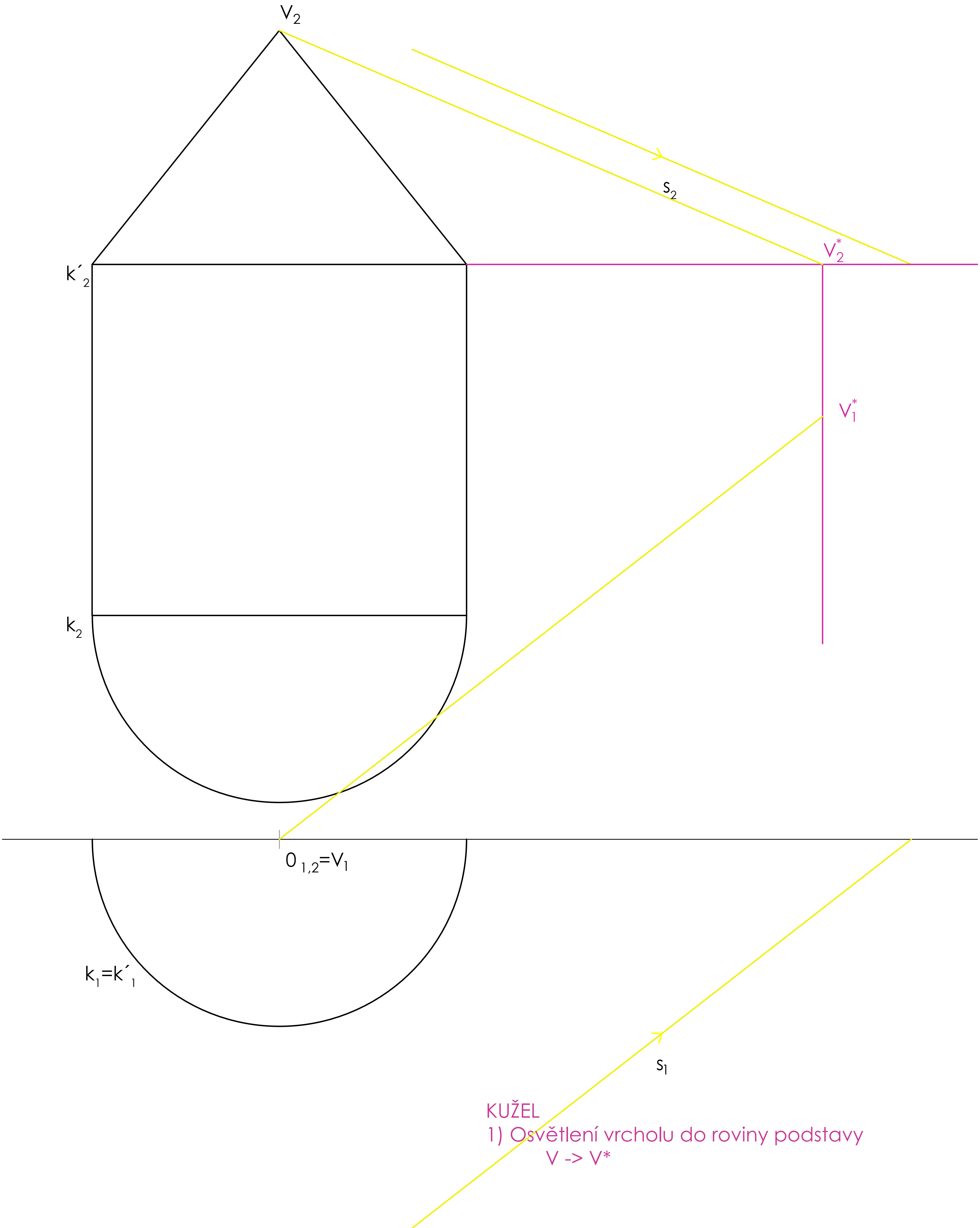


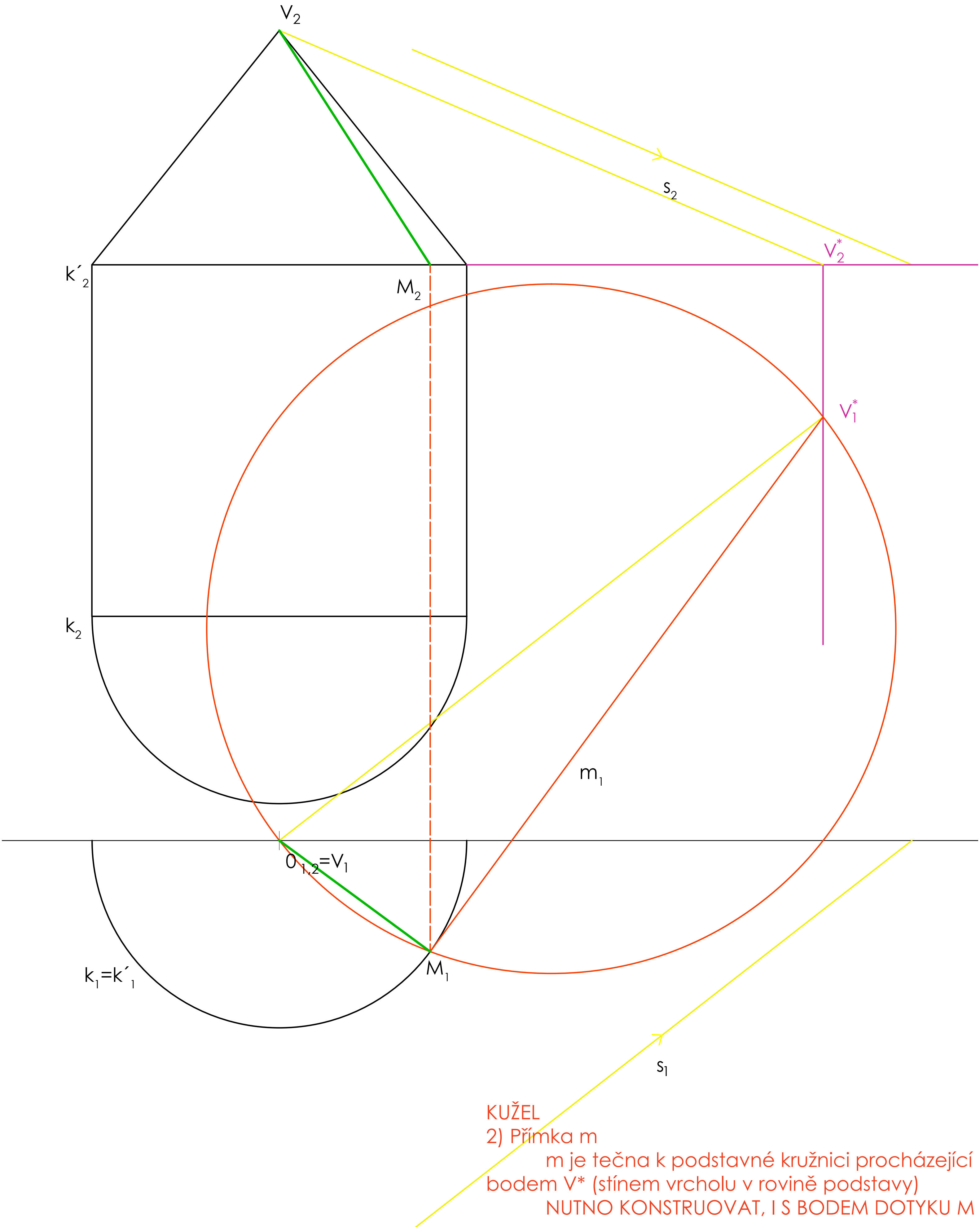

PŘÍKLAD 6

A4 na výšku
MP: 0, $x_{12}$

Na stěnu (nárysnu) je připevněné světlo. Jeho tělo je tvořeno polovinou válce (s podstavnými kružnicemi k a k´), která je shora uzavřena polovinou kužele a zespodu čtvrtinou kulové plochy.
Dále je dán směr rovnoběžného osvětlení s.

Zobrazte meze vlastních stínů na tělese.


V2
s2
k´2
V*2
V*1
k2
0 1,2=V1
k1=k´1
s1
KUŽEL
1) Osvětlení vrcholu do roviny podstavy
V -> V*




KUŽEL

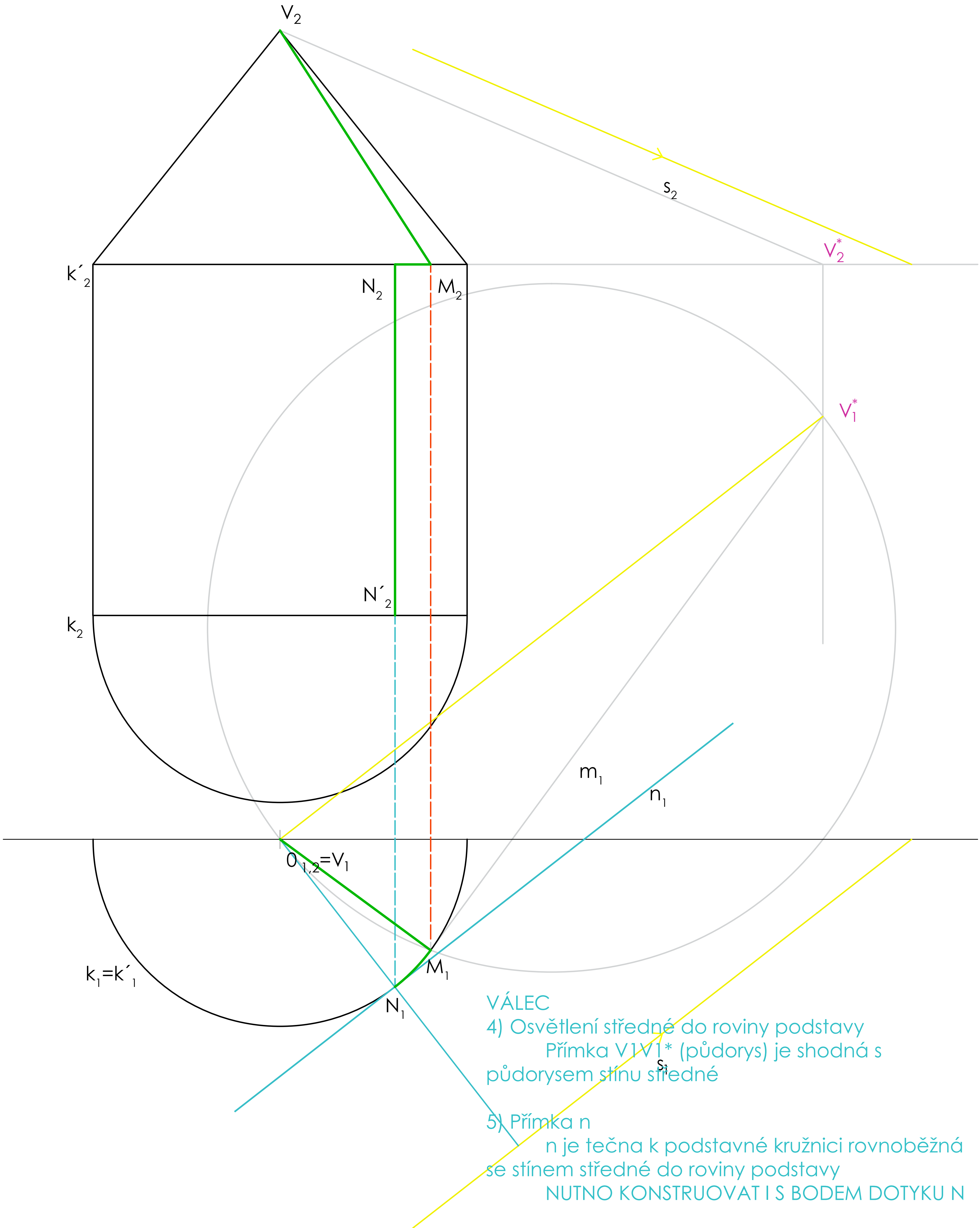
2) Přímka m

m je tečna k podstavné kružnici procházející bodem V* (stínem vrcholu v rovině podstavy)

NUTNO KONSTRUOVAT, I S BODEM DOTYKU M

3) Mez vlastního stínu na plášti kužele

VM = mez vl. stínu



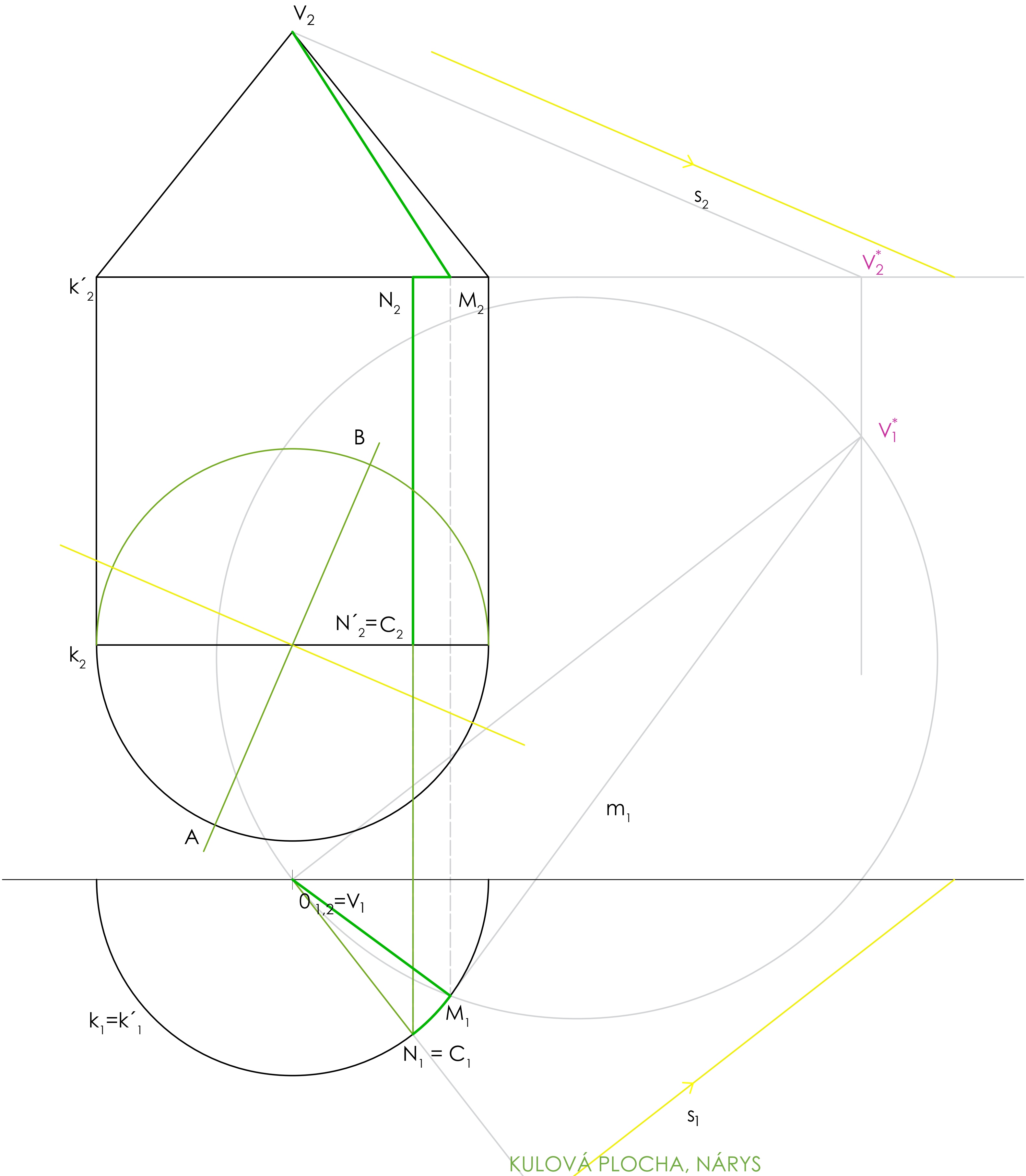

VÁLEC

4) Osvětlení středné do roviny podstavy
Přímka V1V1* (půdorys) je shodná s půdorysem stínu středné

5) Přímka n
n je tečna k podstavné kružnici rovnoběžná se stínem středné do roviny podstavy
NUTNO KONSTRUOVAT I S BODEM DOTYKU N

6) Mez vlastního stínu na plášti válce
úsečka $N_2N'_2$ - površka bodem N

7) !! Do meze vlastního stínu patří i část kružnice k´



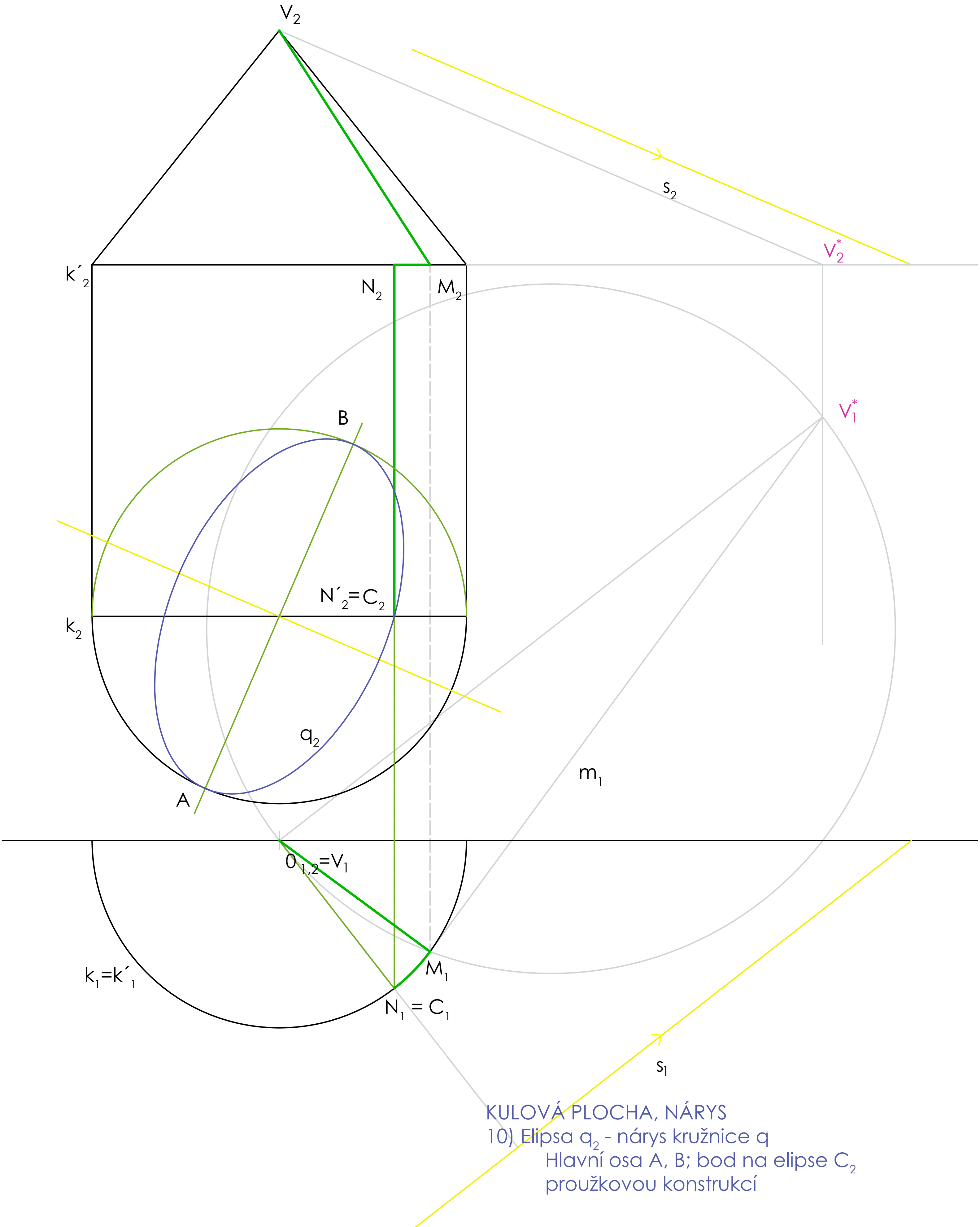

KULOVÁ PLOCHA, NÁRYS

8) Průměr AB

průměr AB je kolmý na světelný paprsek ($s_2$) a tvoří hlavní osu elipsy, která je nárysem meze vlastního stínu

9) Dourčení elipsy - bod C

C leží na elipse, získáme $C_2$ z $C_1$

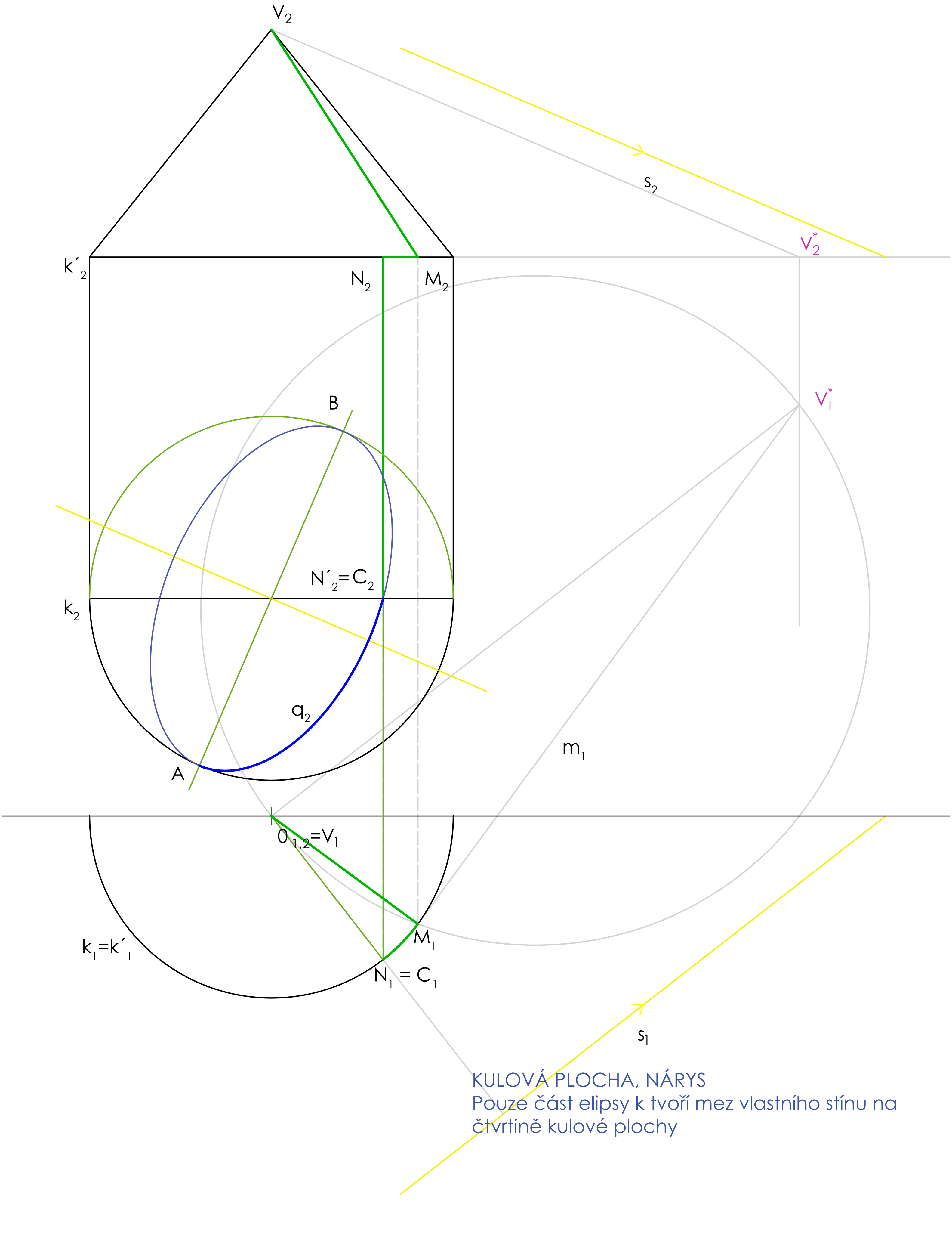



KULOVÁ PLOCHA, NÁRYS

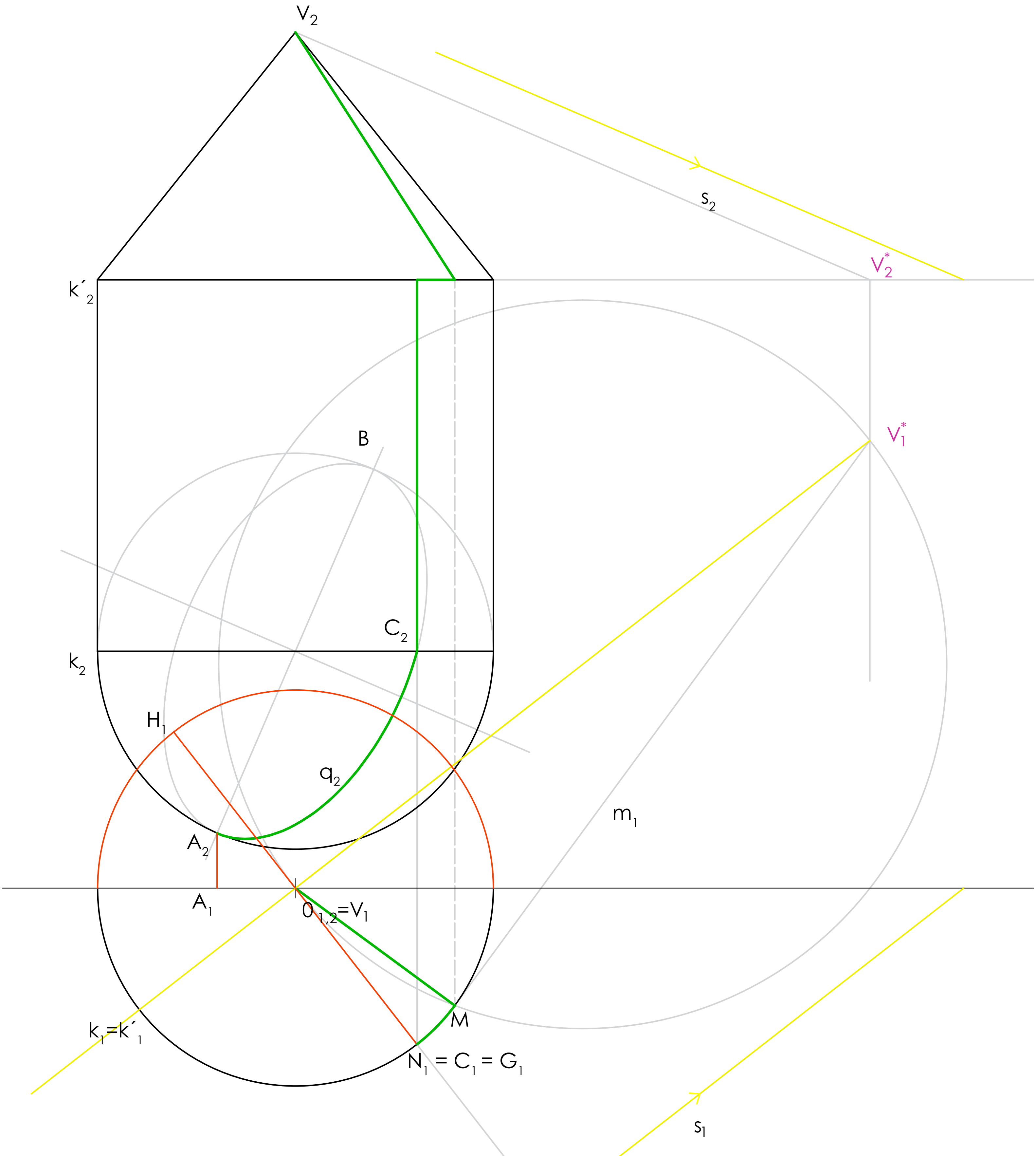
10) Elipsa $q_2$ - nárys kružnice q

Hlavní osa A, B; bod na elipse $C_2$

proužkovou konstrukcí




KULOVÁ PLOCHA, NÁRYS
Pouze část elipsy k tvoří mez vlastního stínu na čtvrtině kulové plochy



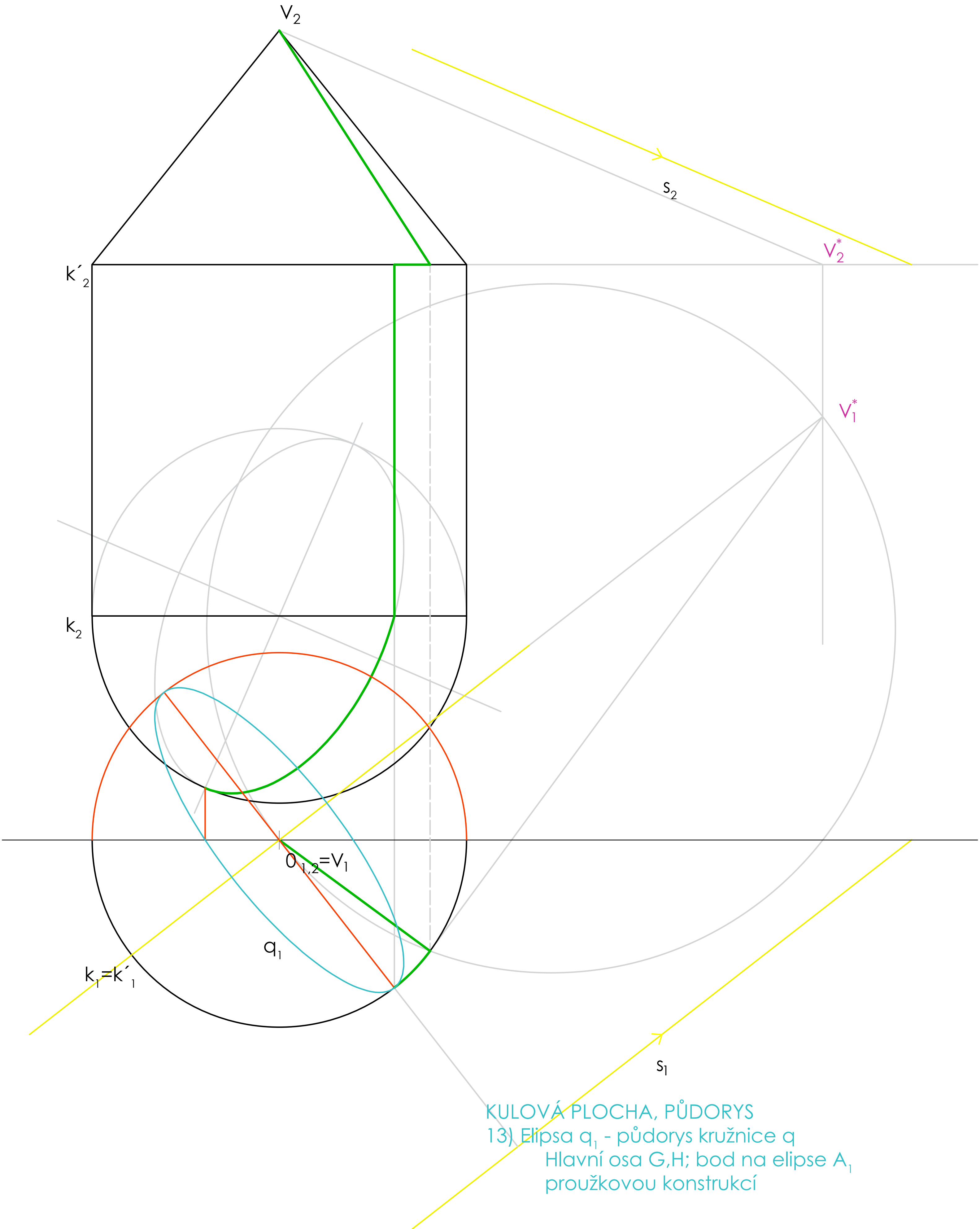

KULOVÁ PLOCHA, PŮDORYS

11) Průměr GH

průměr GH je kolmý na světelný paprsek ($s_1$) a tvoří hlavní osu elipsy, která je půdorysem meze vlastního stínu

12) Dourčení elipsy - bod A

A leží na elipse, získáme $A_1$ z $A_2$

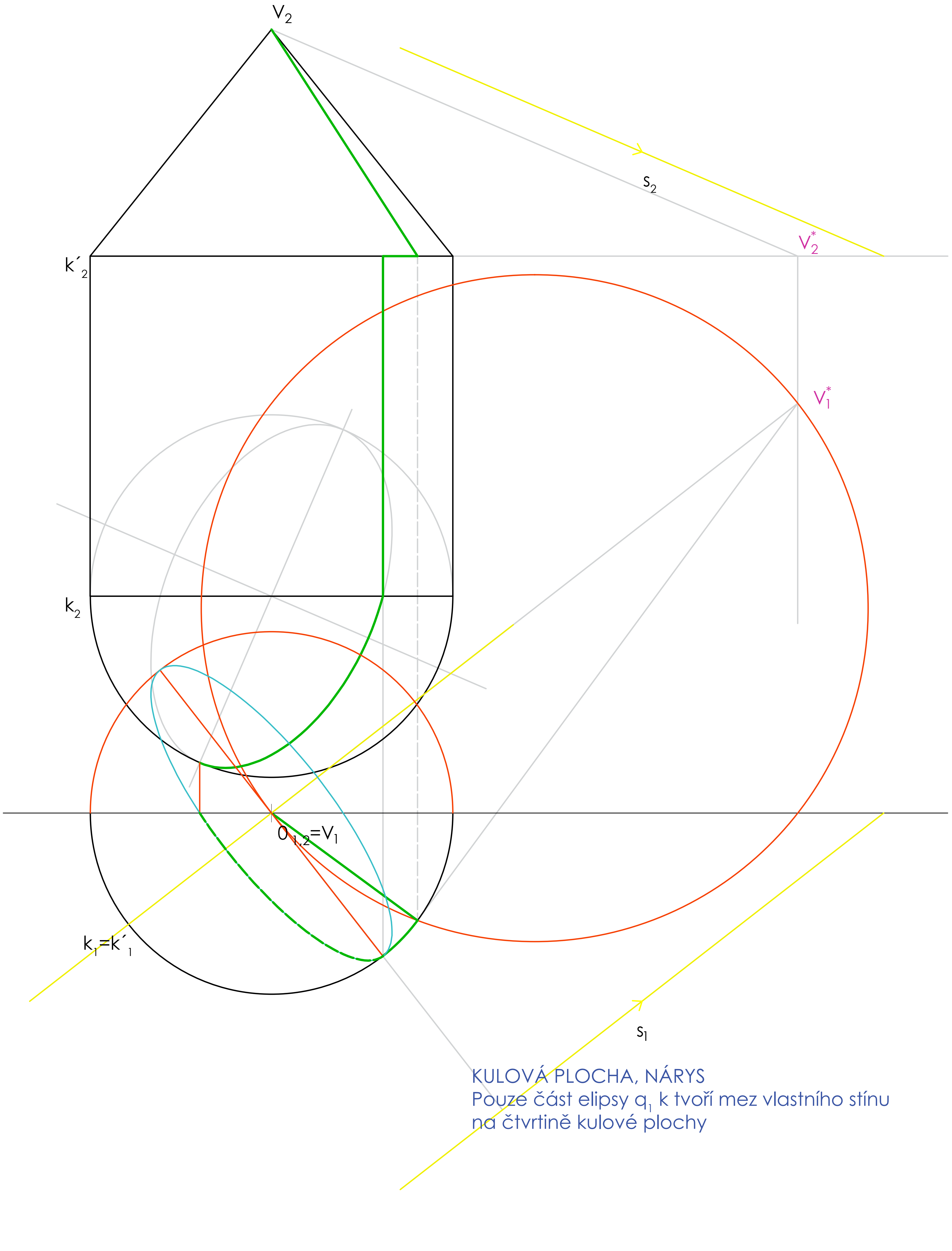



KULOVÁ PLOCHA, PŮDORYS

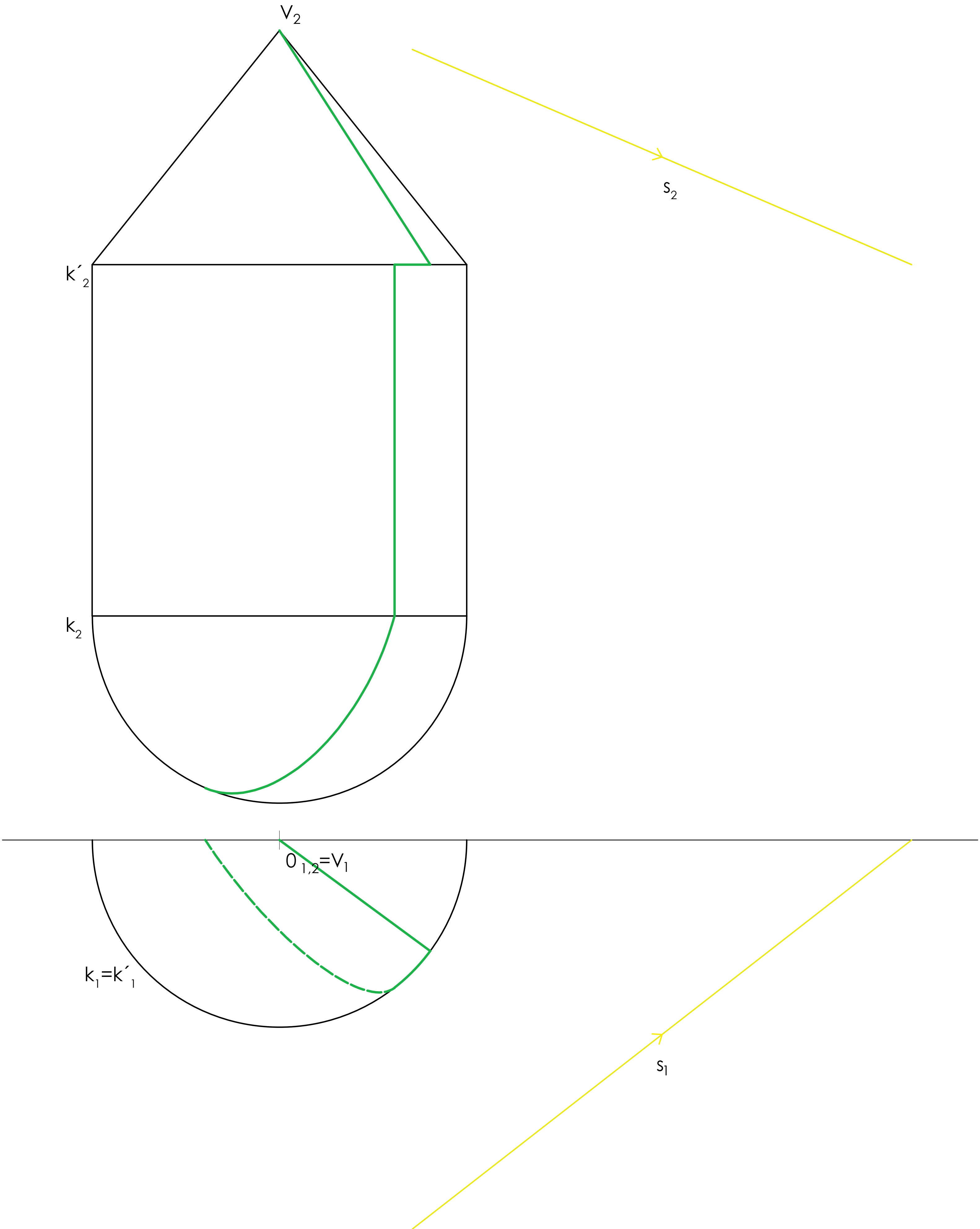
13) Elipsa $q_1$ - půdorys kružnice q

Hlavní osa G,H; bod na elipse $A_1$

proužkovou konstrukcí




KULOVÁ PLOCHA, NÁRYS
Pouze část elipsy $q_1$ k tvoří mez vlastního stínu na čtvrtině kulové plochy



V2
s2
k´2
k2
0 1,2=V1
k1=k´1
s1