

GRAFICKÝ PRIESTOR A OBJEKTY

doc. Ing. Branislav Sobota, PhD.

Katedra počítačov a informatiky, FEI TU v Košiciach

P 03

© 2024

VRSTVY VIZUALIZAČNÉHO PROCESU

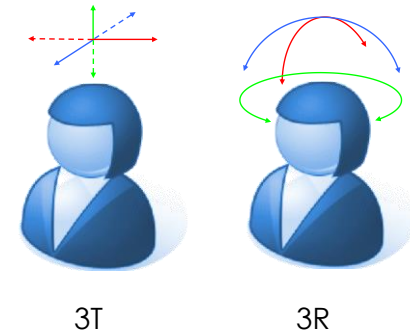
1. Definovanie/spracovanie modelu (reprezentácia, súradnicové systémy)
2. Transformácie nad objektami
3. Riešenie viditeľnosti
4. Tieňovanie
5. Osvetľovanie
6. Realistické zobrazovanie
7. Kompozícia a Vykresľovanie



PRIESTOR A JEHO PARAMETRE

Podľa charakteru priestoru (definuje aj DOF):

1. Translačný priestor (T)
2. Rotačný priestor (R)
3. Kombinovaný priestor



Podľa typu dimenzie:

1. Celočíselné – topologické (I)
2. Neceločíselné (F)

Podľa štruktúry dimenzií (primárne geometria) a ich počtu:

1. Homogénna štruktúra ($N+0$) – ND priestor (U_{uniform})
2. Heterogénna štruktúra ($N_1+N_2+....N_n$) – $(N_1+N_2+....N_n)D$ priestor (H)

Príklady:

- celočíselný 3D translačný priestor (IU3DT),
- neceločíselný 2+1D rotačný priestor (FH2d1DR)

OBJEKTY V POČÍTAČOVEJ GRAFIKE

1. 0-rozmerný objekt (bod)
 2. 1-rozmerný objekt (priamka, úsečka)
 3. 2-rozmerný objekt (plocha)
 4. 3-rozmerný objekt (teleso)
- Všetky geometrické objekty, sa dajú spojitou transformáciou previesť na vyššie uvedené objekty ak majú rovnakú topologickú dimenziu.
 - Všetky geometrické objekty, môžu reprezentovať vyššie uvedené objekty, ak majú rovnakú alebo nižšiu topologickú dimenziu
 - Počet menených súradníc/parametrov transformácií v danej aktuálnej topologickej dimenzii (ATD) je určený vzťahovými objektami (VZO, napr. rotácia voči VZO(bod, os a pod) je daný *doplnkov* k ATD. A naopak ak v ATD je počet menených parametrov transformácie N , potom maximálna dimenzia VZO bude doplnok k ATD (t.j. $ATD - N$)
 - Napríklad ak sa bude v 3D priestore zrkadliť voči osi (1-rozmerný objekt) počet menených parametrov bude $3 - 1 = 2$. Naopak, ak bude v 2D priestore požadovaná rotácia (mení 2 parametre) potom táto je možná len okolo počiatku sústavy (0-rozmerný objekt, $2 - 2 = 0$).

POPIS A REPREZENTÁCIA OBJEKTOV

Pri spracovaní objektov sú zaujímavé dve hľadiská:

- popis objektu
- reprezentácia objektu

Pre modelovanie telies sú používané tri základné spôsoby popisu:

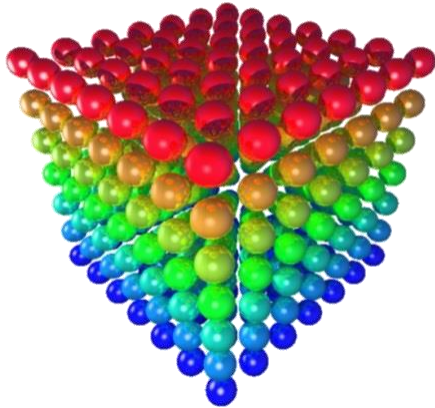
- hraničná reprezentácia a jej štruktúrovaná derivácia B-rep
- konštruktívna geometria telies (CSG)
- vypočítavanie obsadených častí priestoru

POPIS A REPREZENTÁCIA OBJEKTOV

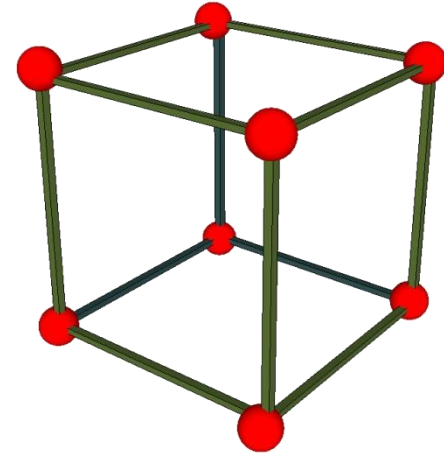
- systémy založené na množine bodov – mračná bodov (**Points clouds**) • 0
- systémy založené na drôťovom modeli (**Wire Frame Model**) • 1
- systémy založené na povrchovom modeli (**Surface Model**) • 2
- systémy založené na objemovom modeli (**Solid Model**) • 3

POPIS A REPREZENTÁCIA OBJEKTOV

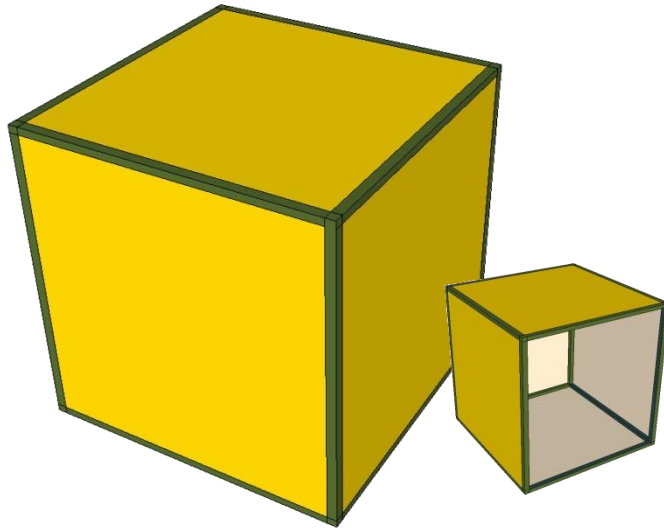
0



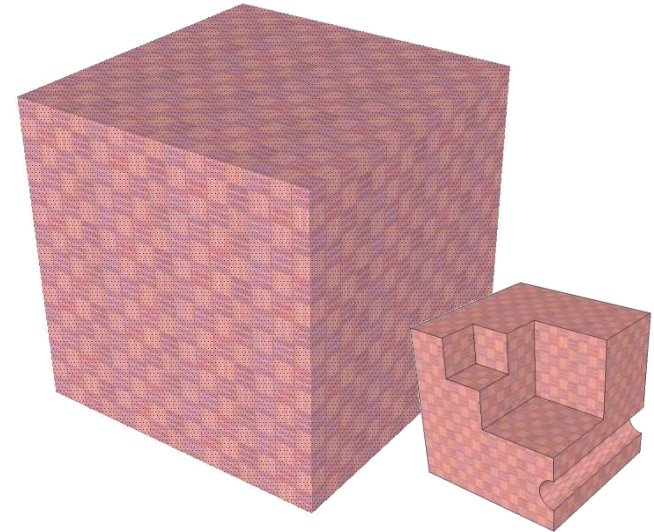
1



2



3



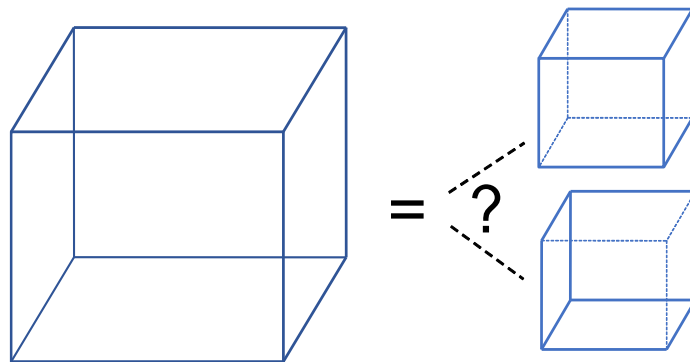
HRANIČNÁ REPREZENTÁCIA

Vychádza z predstavy, že najvýznamnejšou časťou telesa sú jeho hraničné elementy ako napr. hrany alebo povrch, ktorý tvorí hranicu medzi hmotou telesa a okolitým priestorom.

Hraničné plochy môžeme deliť na časti rovín, analytické plochy a na špeciálne parametrické plochy.

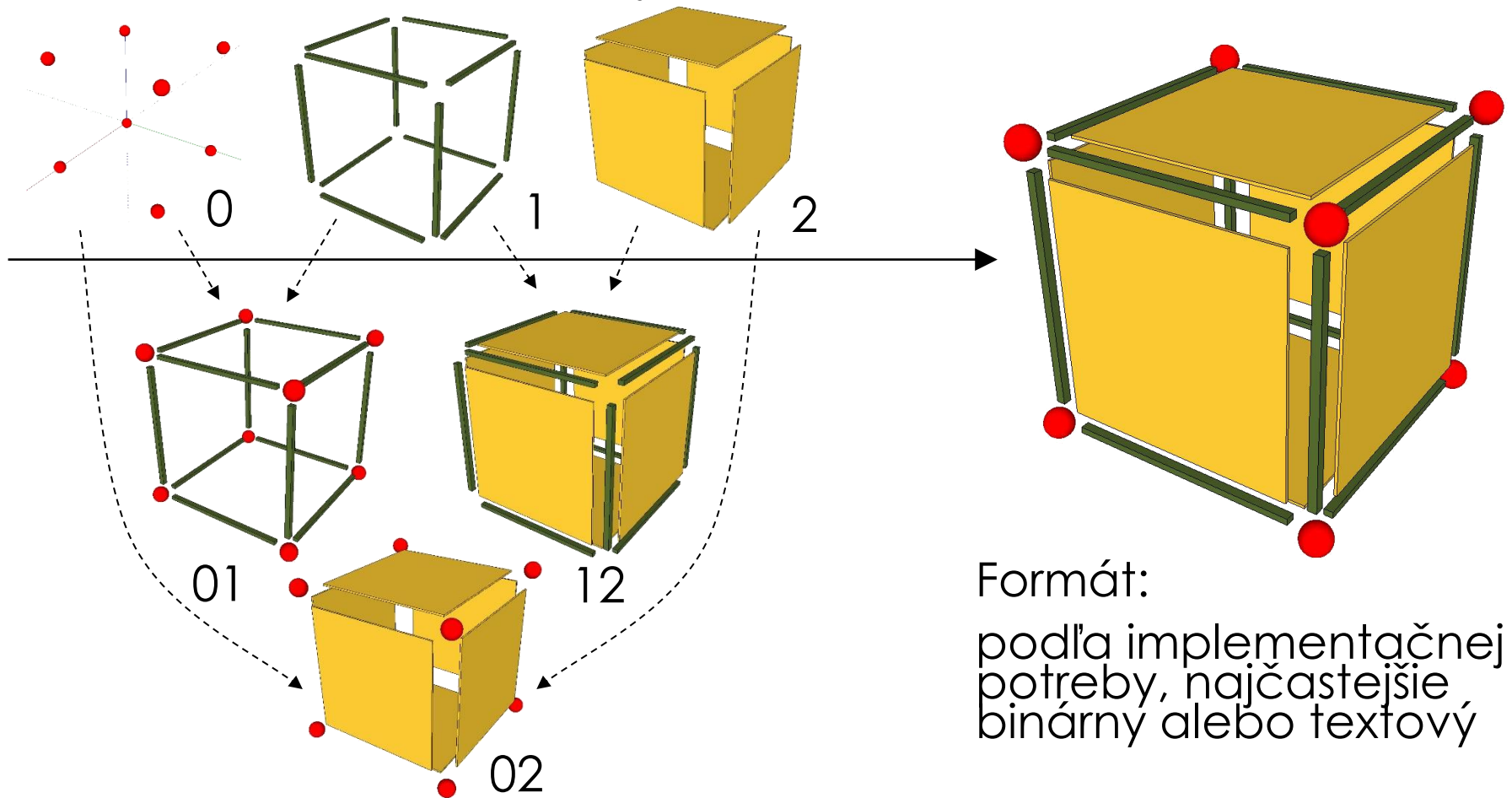
Najjednoduchšia metóda popisu hranice telies spočíva v stanovení hrán a vrcholov na povrchu telesa (drôťový model).

Môže byť nejednoznačná



Hraničná reprezentácia

základné elementy



Kombinované elementy

Formát:

podľa implementačnej potreby, najčastejšie binárny alebo textový

HRANIČNÁ REPREZENTÁCIA

ŠTRUKTUROVANÁ B-REP METÓDA

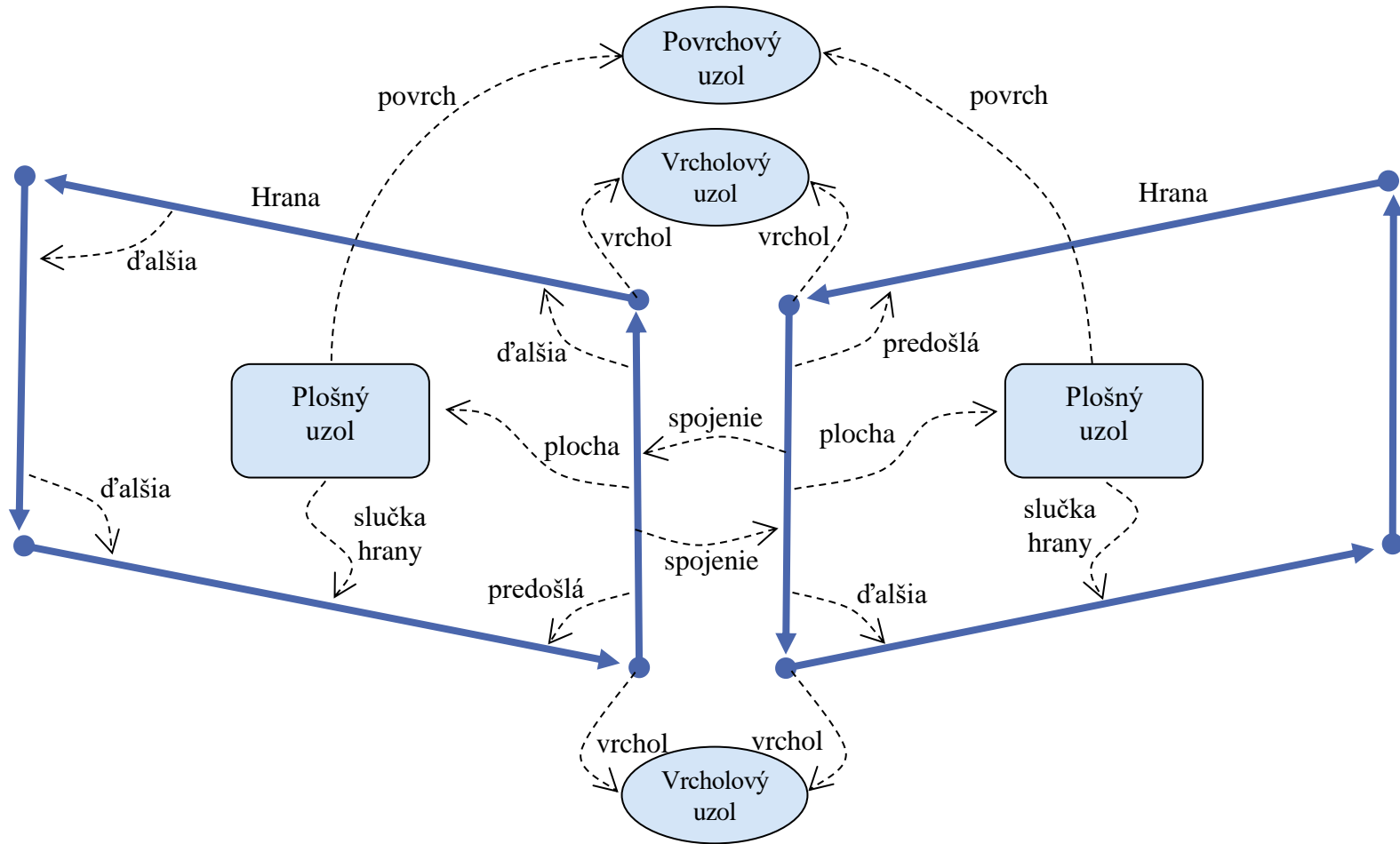
B-REP (Boundary Representation) definuje objekt svojím povrchom. Povrch je zložený zo stien, ktoré sa môžu vzájomne dotýkať iba na spoločných hranách, pričom každá hrana je orientovaná (dá sa jednoznačne určiť, či sa jedná o vnútornú, alebo vonkajšiu hranu).

Objekt je reprezentovaný dynamickou údajovou štruktúrou nazývanou **Winged Edge Structure**, zloženou zo štyroch druhov uzlov:

- *vrchol (Vertex),*
- *hrana (Edge),*
- *stena, plocha (Face),*
- *teleso (Solid)*

HRANIČNÁ REPREZENTÁCIA

ŠTRUKTUROVANÁ B-REP METÓDA



Rozšírená hranová (winged-edge) štruktúra

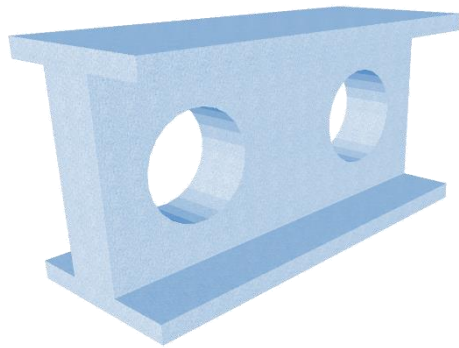
KONŠTRUKTÍVNA GEOMETRIA TELIES

CSG – CONSTRUCTIVE SOLID GEOMETRY

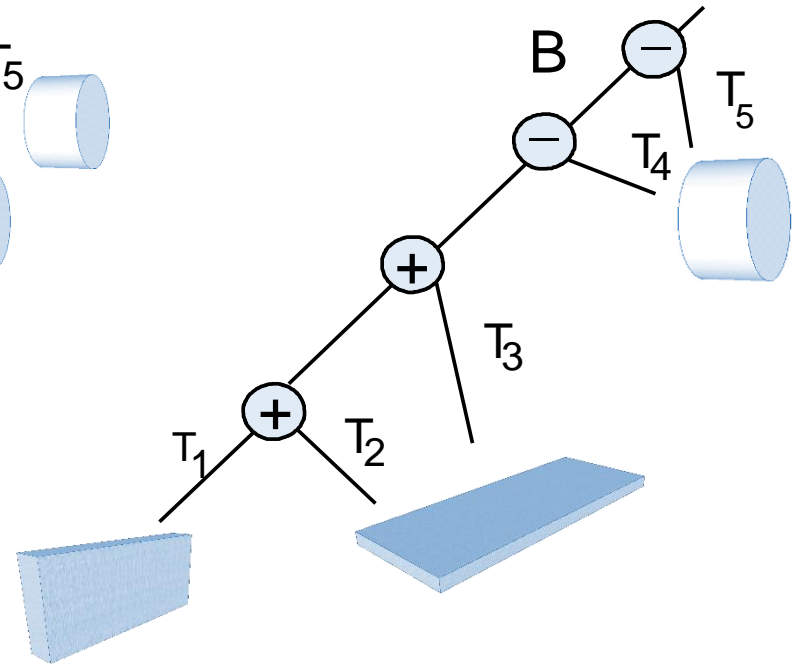
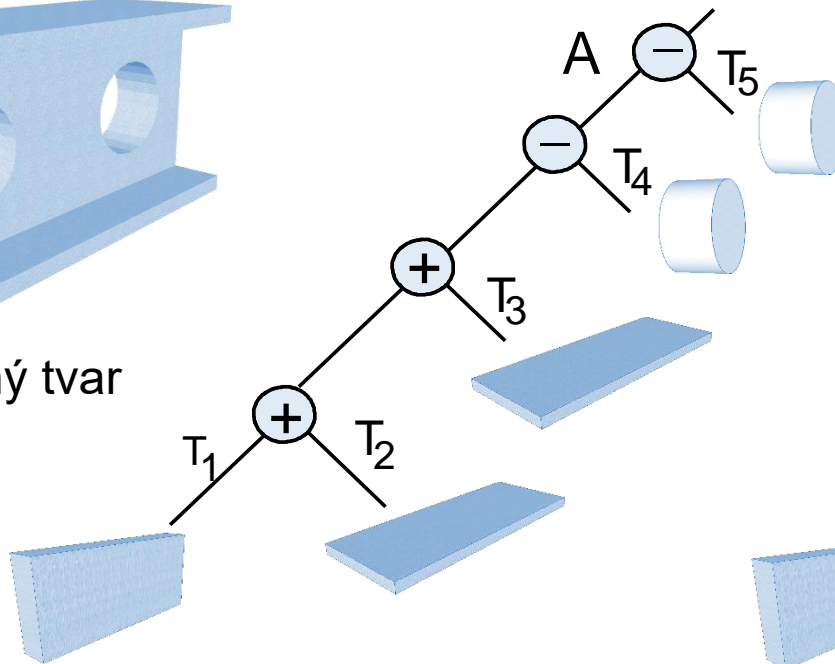
Je definovaná abstraktnou údajovou štruktúrou:
strom

- **Listy** stromu definujú jednotlivé atomárne elementy, z ktorých sa následne objekt skladá
- **Uzly** stromu definujú operácie medzi atomárnymi elementami/objektami a/alebo prípadne vzniknutými subobjektami na danej úrovni stromu (zjednotenie, rozdiel, prienik)
- **Hrany** stromu definujú transformácie atomárnych elementov a/alebo subobjektov vstupujúcich do rodičovského uzla
- v **Koreni** stromu je už definovaný celý objekt

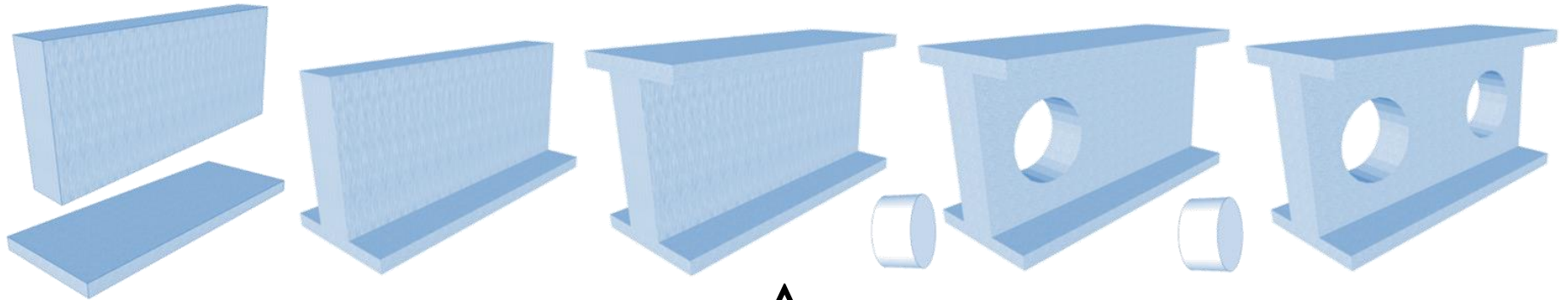
CSG REPRESENTÁCIA



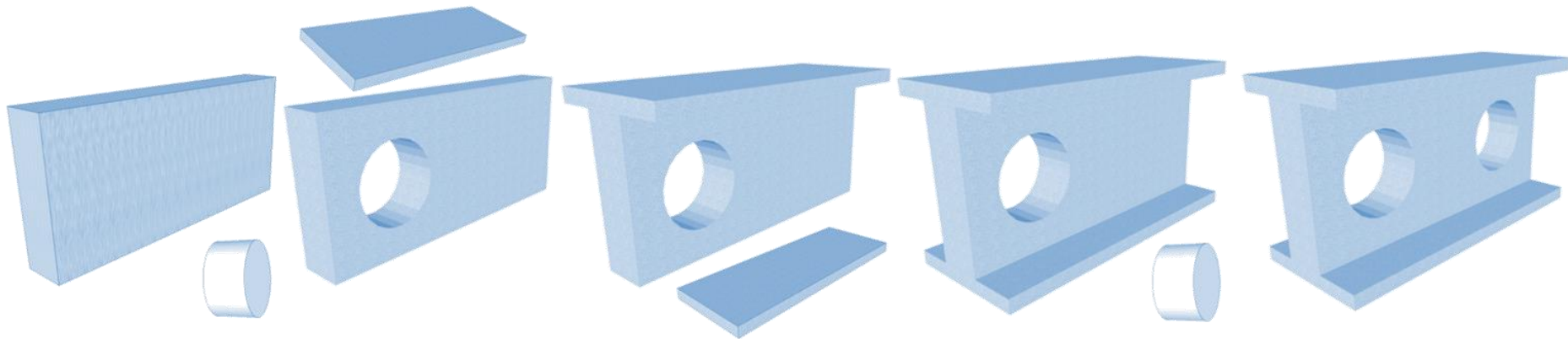
výsledný tvar



CSG REPRESENTÁCIA

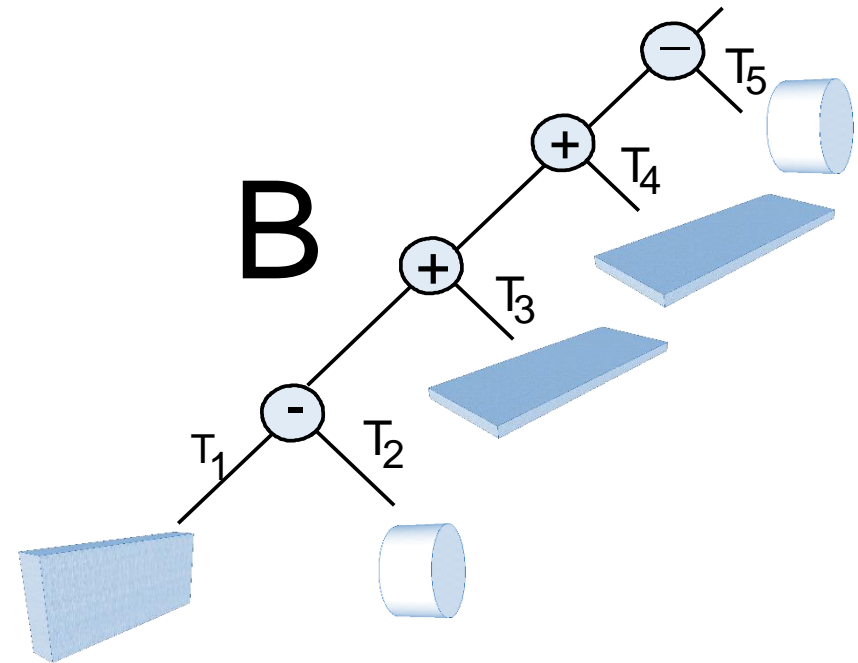
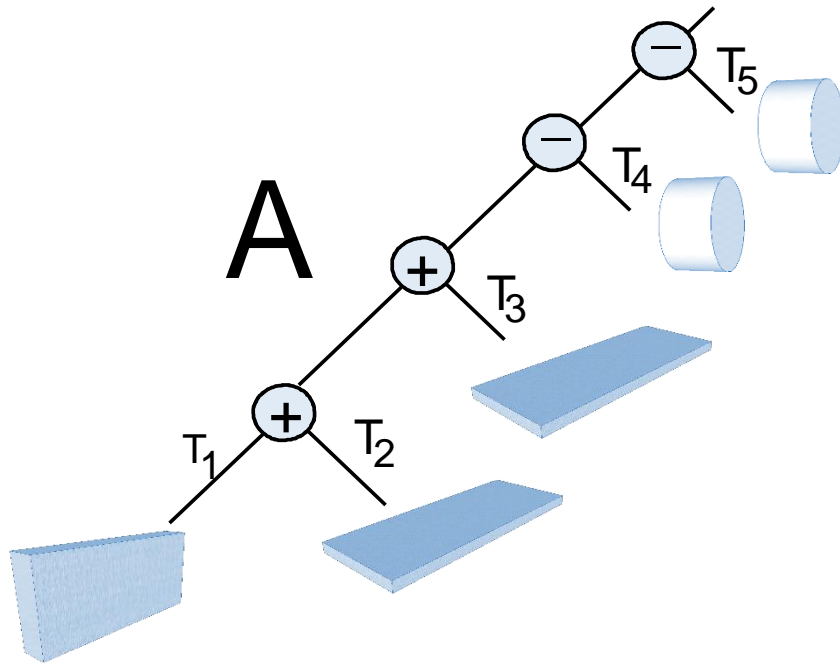


A



B

CSG REPRESENTÁCIA



PRIESTOR A JEHO KOORDINAČNÝ SYSTÉM

SÚRADNICOVÁ SÚSTAVA

- *Koordináčny systém* (súradnicová sústava) umožňuje parametrizovať priestor a definovať jeho počiatočný bod (stred koordináčného systému, origin) a smery rozvoja fyzikálnej veličiny v príslušnej dimenzii priestoru popisovaného koordináčným systémom (jeho osi).
- *Súradnice* (parametre, koordináty) definujú jednoznačne polohu v rámci koordináčného systému podľa charakteru a štruktúry dimenzií priestoru



PRIESTOR A JEHO KOORDINAČNÝ SYSTÉM

SÚRADNICOVÁ SÚSTAVA

Súradnicová sústava umožňuje parametrizovať priestor a definovať jeho počiatočný bod

1. *Počiatok* (stred súradnicovej sústavy)
2. *O_s* – definuje smer rozvoja fyzikálnej veličiny v príslušnej dimenzii priestoru popisovaného súradnicovou sústavou
3. *Súradnice* (parametre) – definujú jednoznačne polohu v rámci súradnicovej sústavy podľa charakteru a štruktúry dimenzií priestoru (Počet súradníc – podľa počtu dimenzií priestoru)
4. *Smer rozvoja zoradenia súradníc* – najčastejšie točivosť (ľavo alebo pravotočivá)

SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

LINEARITA A PRAVOUHLOŠŤ

Podľa rozvoja hodnôt veličín príslušných dimenzií priestoru ktorému je súradnicová sústava priradená:

1. Lineárne súradnicové sústavy
2. Nelineárne súradnicové sústavy

Podľa vzťahu osí súradnicového systému:

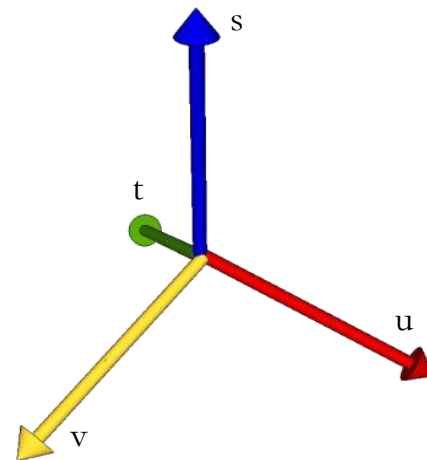
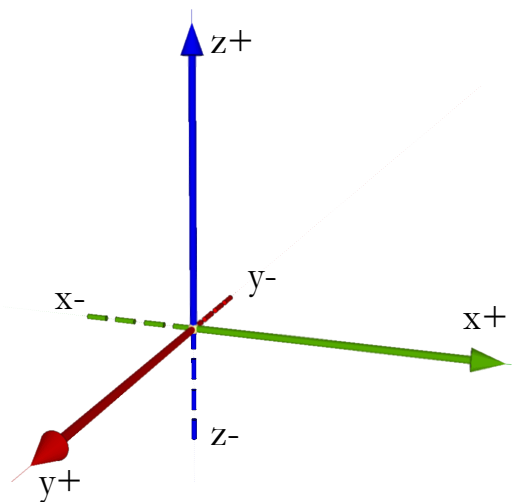
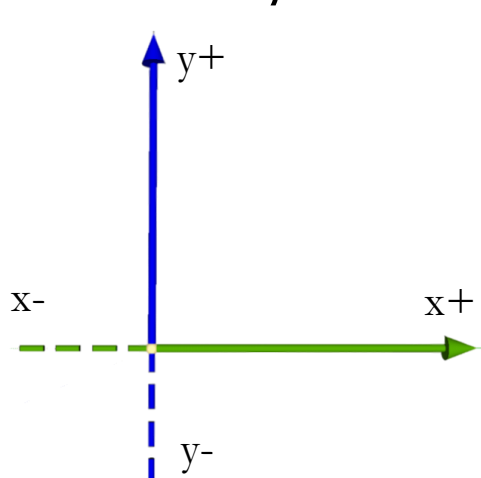
1. Pravouhlé
2. Nepravouhlé

Pre počítačovú grafiku sa primárne používajú celočíselné translačné alebo rotačné lineárne súradnicové sústavy

SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

TYPY

1. 2D (topologicky, 2+0) translačná pravouhlá lineárna súradnicová sústava
2. 3D (topologicky, 3+0) translačná pravouhlá lineárna súradnicová sústava
3. 4D (topologicky, 4+0) translačná pravouhlá lineárna súradnicová sústava (projekcia do 3D, disfenoid)

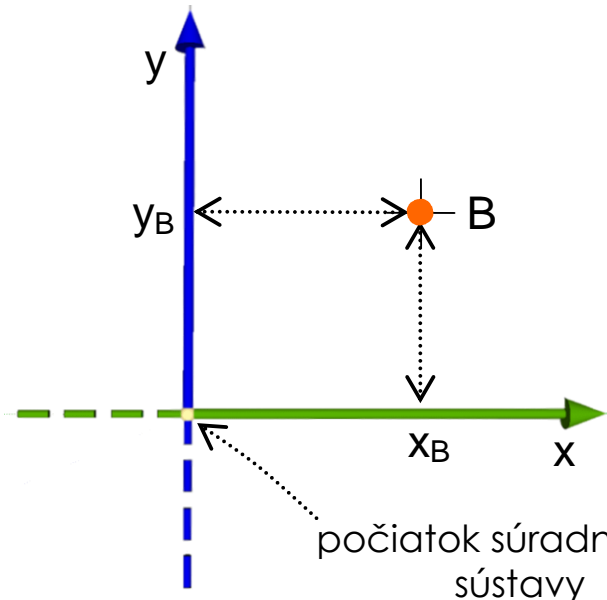


SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

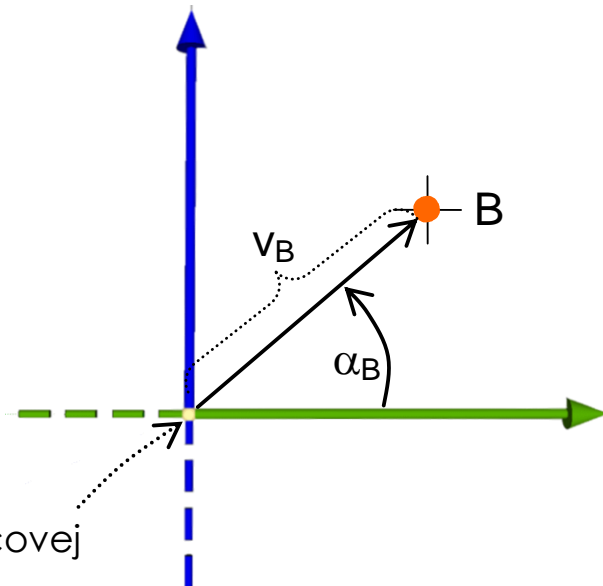
POUŽÍVANÉ 2D TYPY

1. Karteziánska 2D pravouhlá súradnicová sústava
2. Polárna súradnicová sústava

Pravouhlé karteziánske
súradnice bodu B: $B[x_B, z_B]$



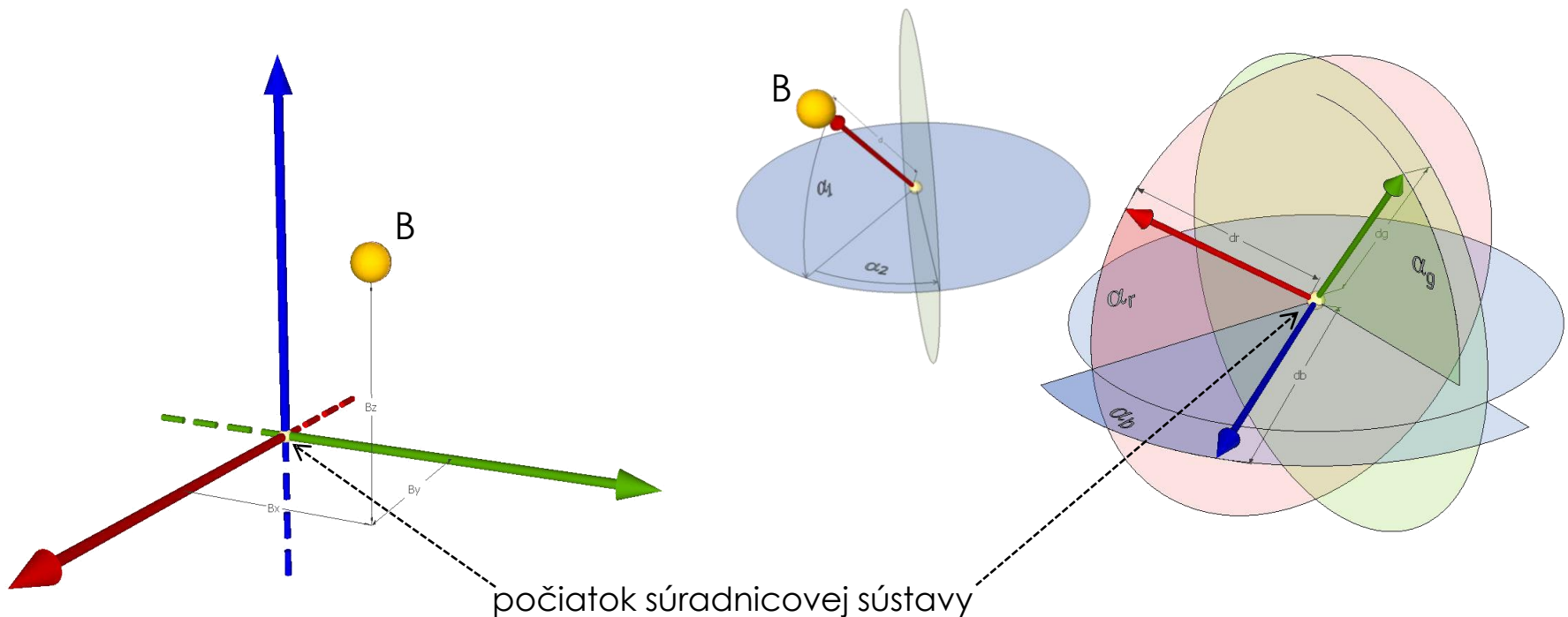
Polárne súradnice bodu B:
 $B[v_B, \alpha_B]$



SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

POUŽÍVANÉ 3D TYPY

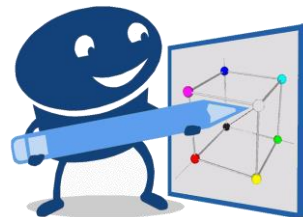
1. Karteziánska 3D pravouhlá súradnicová sústava
2. Sférická súradnicová sústava



SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

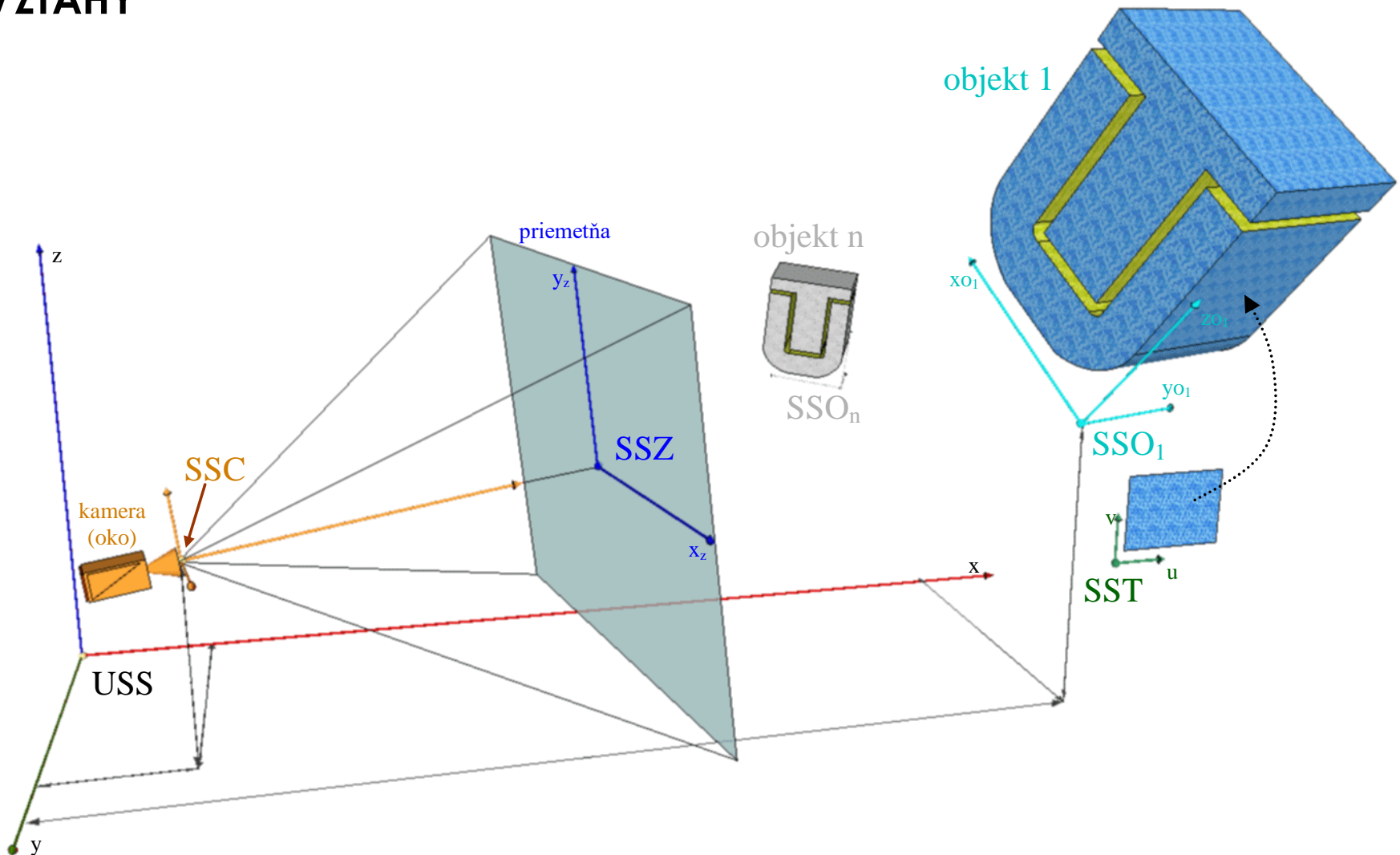
ŠTANDARDNÉ PRACOVNÉ PRIESTORY

1. *USS* - Univerzálna (Používateľská, Globálna) Súradnicová Sústava
2. *SSO* - Súradnicová Sústava Objektu
3. *NSS* - Normalizovaná Súradnicová Sústava
4. *SSZ* - Súradnicová Sústava Zariadenia
5. *SSC* - Súradnicová Sústava kamery
6. *SST* – Súradnicová Sústava Textúry



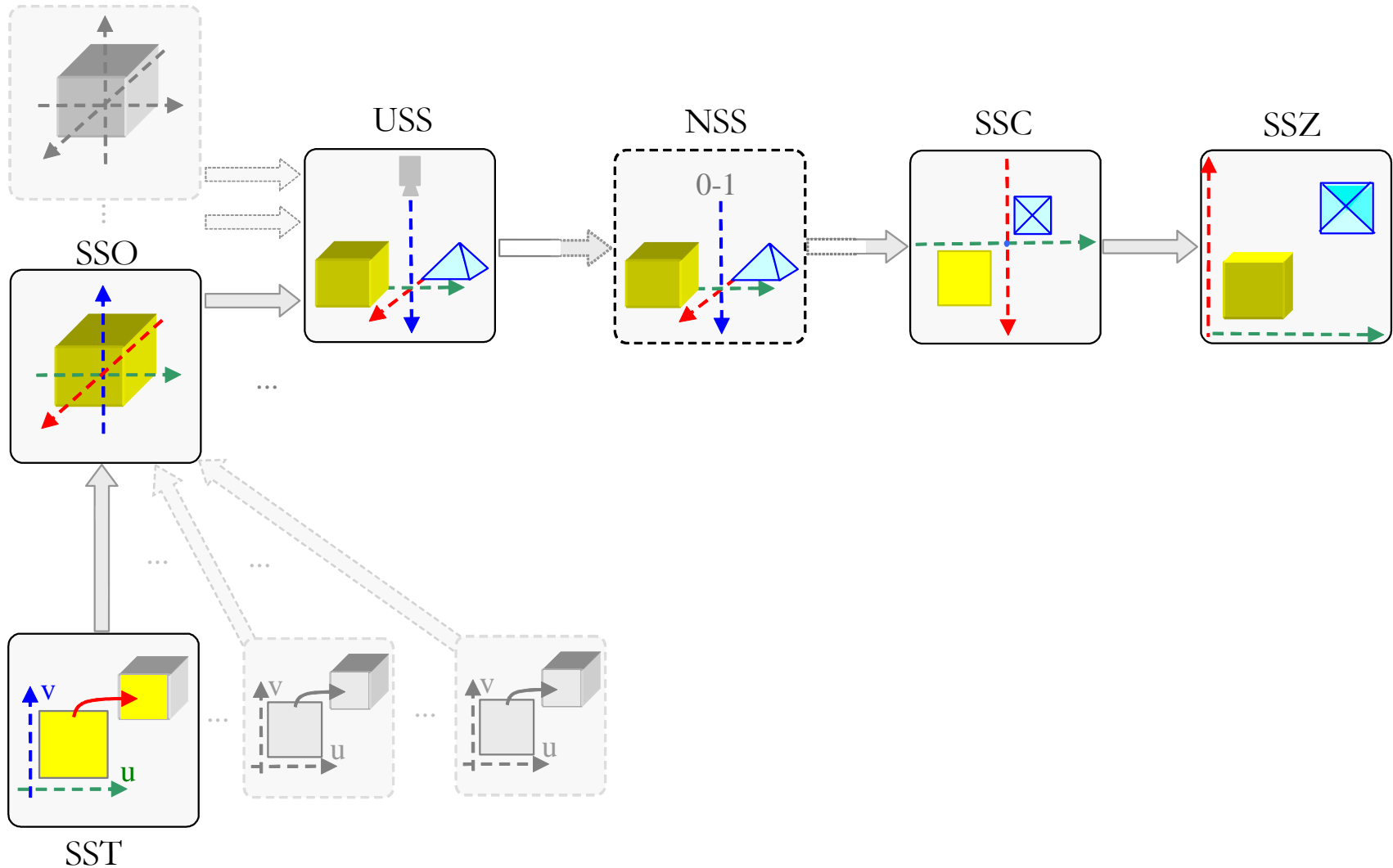
SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

VZŤAHY



SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY

VZŤAHY – SÚRADNICOVÝ REŤAZEC



Q & A

branislav.sobota@tuke.sk

Katedra počítačov a informatiky, FEI TU v Košiciach

© 2024