



Bohumír Tichánek

*"Neomezujme Vesmír tak, aby odpovídal hranicím naší představivosti!  
Rozšiřujme naše vědění, aby co nejlépe pokrývalo obraz Vesmíru."*

Francis Bacon (1561 – 1626)

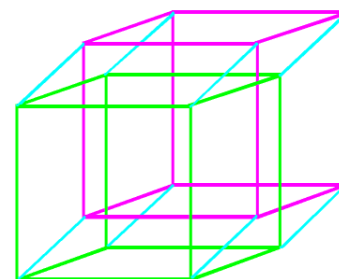
\* \* \*

*V různých oborech poznání, nejen ve fyzice, se pracuje s pojmy vícerozměrných prostorů. Známé obrázky ukazují jen 8 povrchových krychlí čtyřrozměrné (4D) krychle. Zde bodové obrázky pomáhají posoudit, jak 4D prostor účinkuje. Postup je přístupný našim smyslům a tím nám přibližuje obtížně srozumitelné 4D konstrukce.*

\* \* \*

## OBSAH

1. Úvod
  - 1.1. Dvojměrný svět
2. Konstrukce krychle
3. Konstrukce 4D krychle
4. Kde je ten 4D prostor, jakým způsobem se v 4D prostoru nějaká dutina využívá?  
Odkaz



Obr. 1. Čtyřrozměrná krychle \*)

## 1. Úvod

Zobrazení čtyřrozměrné (4D) krychle na 2D ploše je známé (obr. 1). Jednoduše: čtyřrozměrná krychle vznikne ze dvou 3D krychlí, vhodně navzájem vzdálených. Všechny příslušné rohy obou krychlí jsou propojeny úsečkami - hranami 4D krychle. Podobně

- čtverec vznikne, propojí-li se dvěma novými úsečkami koncové body, jež patří dvěma původním úsečkám, vhodně umístěným.

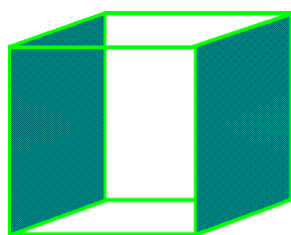
- krychle vznikne, propojí-li se čtyřmi úsečkami čtyři vrcholy dvou rovnoběžných čtverců, vhodně vzájemně vzdáleným.

Jenže takové vysvětlení nás nechává být pouhými uživateli prostoru, aniž by nás přiblížilo poznatku, jak se vyrábí prostor, jaká je asi jeho podstata.

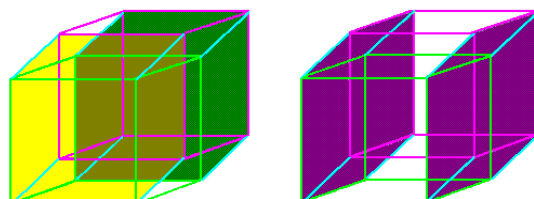
*\*) Průmět 4D krychle je zjednodušený. Popíšu příklad 3D krychle, kterou pozorujeme v různém otočení. Budto z ní uvidíme jen čtverec narysu, anebo několik jiných obrazců, které patří několika jejím stěnám. Avšak neuvidíme současně čtverec narysu a k tomu několik bočních stěn v zešíkmení.*

*Z důvodu snadného nakreslení je tedy obrázek 4D krychle v tomto nepřesný. Ukazuje nezkosenou čtvercovou přední stěnu s dalšími obrazci, což přesnému promítnutí z 4D prostoru neodpovídá.*

Zakládáme si na tom, že krychli dělá šest čtverců. Tři dvojice ukazují její 2D povrch (obr. 2).

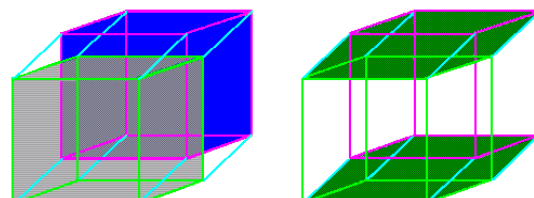


Obr. 2. Vyznačený 2D povrch krychle

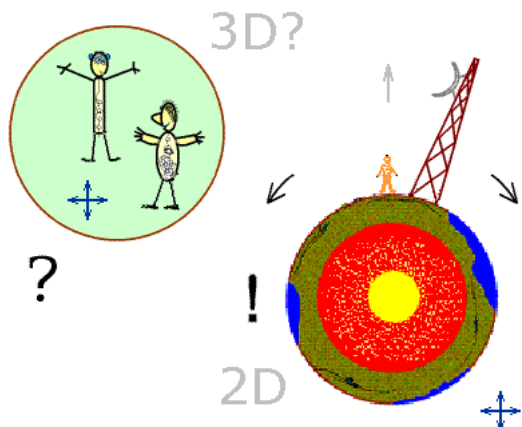


Obr. 3. Vyznačený 3D povrch 4D krychle - všechny čtyři dvojice

Podobně 4D krychli dělá 8 krychlí. Zobrazují se postupně čtyři dvojice shodných krychlí (obr. 3). Vzájemně se neliší, jenže promítnutím na plochu se jejich pravoúhlý tvar zkreslí - deformuje.



Podobně je tomu i u krychle, zobrazené na ploše, jejíž povrchové čtverce se mění v kosodélníky. Považuji za méně podstatné, že čtyřrozměrnou krychli dělá 8 krychlí - tvoří její trojrozměrný povrch. Jinou podstatu konstrukce sleduji až ve 2. a 3. kapitole.



Obr. 4. Stínový tvor v 2D světech

### 1.1. Dvojměrný svět

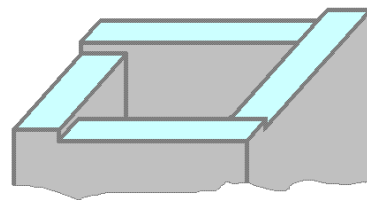
Běžně literatura uvažuje 2D tvora, který žije na zeměploše (obr. 4 vlevo). Jenže to není domyšlené srovnání; pod tělem je podložka, a to v nejsoucím - třetím směru.

Raději vložím plošného člověka do prostředí, které odvozuji z trojrozměrného světa (obr. 4 vpravo). Na pravém kruhu postavy provozují podobné činnosti, jako my na Zemi. Mohou stavět směrem nahoru. Létat do svého vesmíru. Stačí jim k tomu dva rozměry.

My z 3D vidíme dovnitř 2D objektů jejich světa. Například do jejich těl nebo i do zeměkruhu. Z obrázku na papíře umíme vygumovat předmět, nakreslený tam v ohrádce. Aniž bychom ohrádku porušili. Podobně uvažujeme, že hypotetický 4D tvor vidí dovnitř našich 3D těl, případně dokáže vyjmout předmět z uzavřené krabice.

Zobrazit vyšší rozměr v méněrozměrném prostředí je ošemetné, např. ukázat 3D objekt zde na 2D ploše.

Věž má navrchu schody (obr. 5). Všechny příslušné hrany stěn jsem kreslil vzájemně rovnoběžné. Přesto zobrazená situace není uskutečnitelná ve 3D prostředí našeho světa. Předložený obrázek neposlouží jako plán k postavení věže. Vždyť schody na obrázku stále stoupají.



Obr. 5. Toto není 3D věž

\* \* \*

Obrázek s vyznačenými hranami - drátěný model - nesdělil to hlavní (obr. 1):

Kde je ten 4D prostor, jakým způsobem se nějaká dutina 4D krychle využívá?

Ve starověku dosáhl učenec úspěchu v matematice, když rozdělil těleso na vrstvy. Zde podobně čtyřrozměrnou krychli vytvořím v diskrétním prostoru. Skládání prostoru z bodů srozumitelněji navodí 4D podmínky než jeho spojitě provedení.

Při hledání stavby vesmírného prostoru se inspiroji technikou. Popis stavby vícerozměrných prostorů může přispět k jejich budoucímu využití počítačovou virtuální realitou.

## 2. Konstrukce krychle

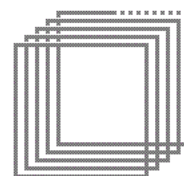


Obr. 6. Plošné vrstvy

Konstrukci hmotného 3D tělesa lze vyjadřovat jiným způsobem. Žádný šikmý pohled - wysiwyg. Nýbrž těleso rozvrhnout do vrstev (obr. 6). Ty pak lze umísťovat na plochu bez zkreslení šikmým pohledem. Krychle je rozřezaná na libovolný počet vrstev.

V tomto provedení ji můžu představit i 2D tvorovi. Jenže mu tím nevysvětlím, jak se krychle používá - například jako místnost k bydlení.

Jiný způsob, jak zobrazit 3D objekt na ploše (obr. 7). Naskládat čtverce za sebou je bližší skutečnosti; takhle lépe připomínají krychli. Ovšem 2D tvor namítne, že plochy takto skládat přes sebe v žádném případě nejde. Jejich překrytí není možné. On přece zná svůj svět. Tak jako ani my, ve svém světě, nevstrčíme objemová tělesa vzájemně do sebe, skoro do jednoho místa.

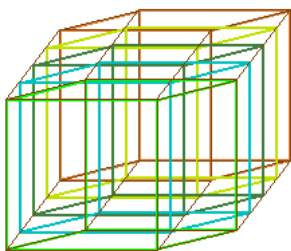


Nechejme tvorečka jeho osudu a nyní se podívejme k sobě.

Obr. 7. Složení 3D tělesa z vrstev

### 3. Konstrukce 4D krychle

Plošné vrstvy opouštím a přejdu do diskrétního prostoru. Stínový tvor nechce věřit, že plochy mohou sousedit ve 3. směru a tím poskládat 3D těleso.



Pro nás z toho vyplývá obdobné poučení. Složení 4D krychle, z více objemů, sděluje matematika. Tedy z krychlí, které se vzájemně prostupují - to podle našeho prvotního hodnocení (obr. 8).

Ve skutečnosti - sousedící objemy, které tvoří čtyřrozměrnou krychli, jsou rozmístěny v neznámém 4. směru, v nám nezavedeném 4. směru. Objemy jsou vždy nepatrně posunuté. Krychle se neprostupují, tvoří jedinou čtyřkrychli. Podobně i vrstvy čtverců, tvořící krychli, měly každá svou samostatnou 2D existenci ve 3. směru.

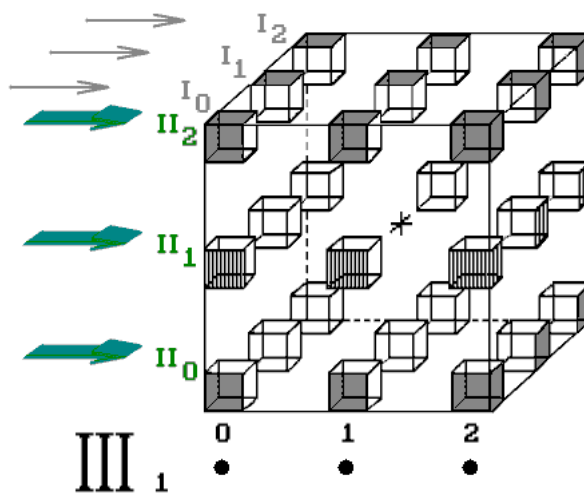
Obr. 8. Pět bodových krychlí tvoří 4D krychli (pro přehlednost kresleno spojitě)

Čtvrtý rozměr nevnímáme, nelze však vyloučit, že až bude někomu ve vědomí sestrojen rastr 4D prostoru, bude potom možné... kdo ví, co. Zatím sice neumíme do vnímajícího vědomí vložit představu nějakého prostoru, alespoň se však snažím o promyšlení možné organizace takového nadprostoru.

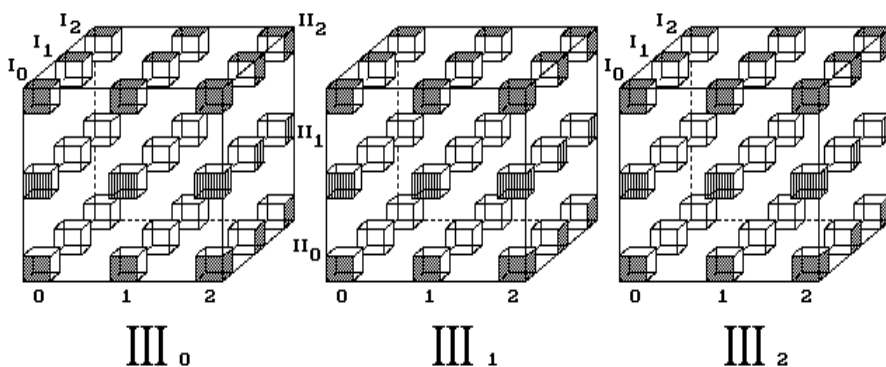
Diskrétní krychli dělím do několika vodorovných vrstev (obr. 9); zavádím 2D prostory  $II_0$ ,  $II_1$  a  $II_2$ . Každá vrstva je složená z 1D prostorů  $I_0$ ,  $I_1$  a  $I_2$ , kde každý obsahuje číslované posice 0, 1 a 2.

Posice hmotný bod buď obsahuje nebo ne. Hmotný bod je informací 1 bitu.

Tato krychle má v sobě dutinu, která pojme jeden bod. Dutina má souřadnici  $[III_1/II_1/I_1/1]$ .



Obr. 9. Značení posic diskrétního prostoru



Čtyřrozměrná krychle, v diskrétním provedení, je složená ze tří krychlí (obr. 10). To proto, že její hranu tvoří 3 body a podobně jednu krychli tvoří 3 vrstvy čtverců.

Obr. 10. 4D krychle o hraně délky 2 kroků (to značí 3 posice)

Rozvedu:

Tři body tvoří úsečku, tři úsečky tvoří čtverec, tři čtverce tvoří krychli - a proto tři krychle tvoří 4D krychli.

Bude-li mít čtverec stranu o 10 bodech, pak příslušná bodová čtyřkrychle bude složená z deseti 3D krychlí.

Prostor 4D (diskrétní) se vyznačuje tím, že pohybující se bod tam nemá jen 3, ale má 4 směry k přeskoku (obr. 11). Má ne 6, ale 8 posic sousedních:

1. vlevo - vpravo,                      2. vpřed - vzad,                      3. nahoru - dolů,

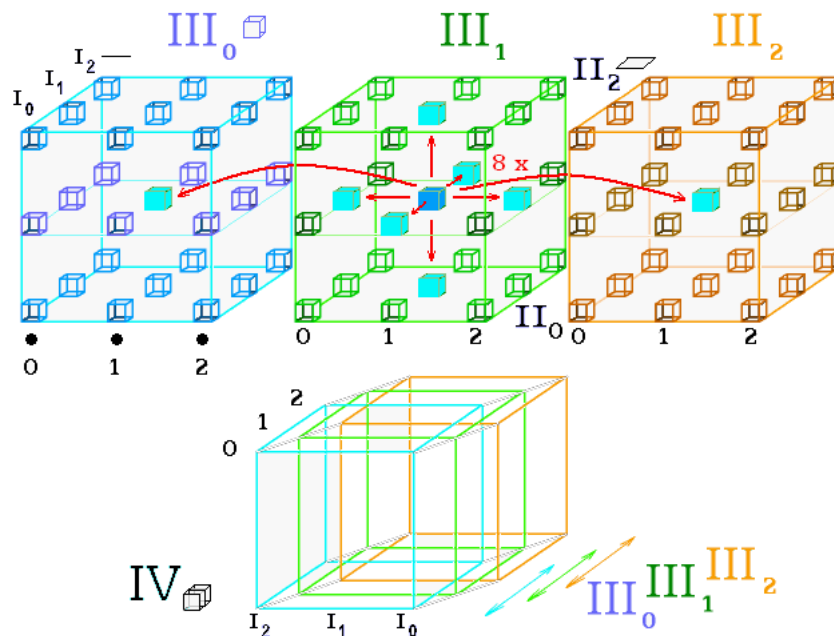
4. do sousedního (řekněme levého) 3D objemu (do té samé posice v něm) - do sousedního (řekněme pravého) 3D objemu (do té samé posice v něm).

Do každé z osmi sousedních posic je vždy stejná vzdálenost - 1 krok.

Dole je 4D krychle promítnutá na plochu, s prostupováním objemových vrstev. Vždy sousední krychle je o jednu posici diskrétního prostoru posunutá, v nám neznámém 4. směru.

Neuvažují spojitou konstrukci 4D tělesa. Jednotlivé objemy jsou samostatné, sousedící. Podobně vznikly čtverce ploch, tvořící krychli, stejně tak vznikly čtverce z rovnoběžných úseček a úsečky nutně vznikly z oddělených bodů.

Právě bodový prostor zavádí jednoznačně určené směry, kdežto ve spojitém prostoru by jejich upřesňování nikdy neskončilo.



Obr. 11. Diskrétní 4D krychle; promítnutá na plochu, dole. (Hrany kreslené zjednodušeně - spojitě)

#### 4. Kde je ten 4D prostor, jakým způsobem se v 4D prostoru nějaká dutina využívá?

Na otázku odpovídá mechanický model - obrázek bodové 4D krychle. Prostor ve 4D krychli umožňuje pohyb v mnoha sousedních objemových vrstvách. Když my přecházíme z pokoje do pokoje velkého bytu, pak vykonáme mnoho kroků, než dojdeme k dalším dveřím. Ale 4D krychle umožňuje přecházet sousedními pokoji tak, že jediným krokem jsme hned v tom sousedním. Přičemž je to mimořádně krátký krok.

Trojrozměrná moucha se nachází ve 4D prostředí. Letí v jedné z mnoha 3D místností. Při pohybu si vybírá jeden ze čtyř směrů - 1. nahoru, 2. vlevo, 3. dopředu nebo i 4. směr, do sousedního pokoje, do té samé posice, jakou měla v předchozím pokoji. Ve spojitém makroskopickém prostředí může tyto směry kombinovat, jakoby se nepřesunovala pravouhle.

Případně může být moucha čtyřrozměrná. To značí, že její 4D tělo je sestavené z mnoha objemů, kterými obsazuje mnoho sousedních bodových 3D prostorů. Podobně, jako se skládá 3D objekt z mnoha sousedních ploch. Stejným postupem lze vysvětlovat i kreslit tvorbu prostorů s ještě více rozměry.

Diskrétní prostor má oporu v zavedené Planckově délce asi  $1,616 \cdot 10^{-35}$  m. Ta může určovat vzdálenost mezi dvěma sousedními posicemi prostoru. Racionální přepočítání do našeho spojitého vnímání, vybaveného ideálně oblémi kružnicemi, se [nabízí](#).

Diskrétní prostor řeší [konstrukci](#) různěrozměrných prostorů.

\* \* \*

Poznámka:

[ZDE](#) jsou původní geometrická znázornění prostorů 1D až i 6D, připravená autorem v mnoha tématech. Převzatý způsob počítá množství bodů, jež tvoří vícerozměrné těleso. Zobrazují se úhlopříčky až do 5D prostoru. Modeluje se funkce zraku ve 4D prostoru. [Rozvinutím 4D krychle](#) vzniká geometrická sestava 3D krychlí. Pohyb bodu 4D prostorem ukazuje [12. obrázek](#).

**Odkaz:**

Scienceworld.cz - [Bigamista a čtvrtý rozměr](#)

