

## Úloha III.1 ... dlouhý film

3 body; průměr 2,75; řešilo 60 studentů

Stahujete si svůj oblíbený film o velikosti 12 GB rychlostí 10 MB/s. Uvažujte, že signál se po kroucené dvojlince pohybuje rychlostí světla a modulace rozprostírá přenosovou rychlost rovnoměrně, tzn. byla-li by 1 b/s, musíme přijmout signál za celou sekundu k obdržení 1 bitu informace. Jak dlouhý úsek kabelu dokáže film zaplnit svými daty, pokud se bude šířit dostatečně dlouhým kabelem?

*Kolega tvrdil Michalovi, že 100Gb ethernet má rámce menší než čip.*

Keďže modulácia rozprestiera signál rovnomerne, dĺžka signálu (nazvime tak dĺžku úseku kábla, v ktorom sa informácia šíri) bude lineárna voči objemu prenášaných dát  $d$  – ak majú dáta  $A$  v kábli dĺžku  $l_A$  a  $n$ krát objemnejšie dáta  $B$  má v kábli dĺžku  $l_B$ , tak medzi nimi platí vzťah

$$l_B = n l_A,$$

inak povedané, dvakrát objemnejší film bude mať dvojnásobne dlhší signál. Vieme určiť, ako dlho potrvá film stiahnuť, keďže rýchosť sťahovania  $v$  je definovaná ako množstvo dát  $d$ , ktoré obdržíme za čas  $t$ :

$$v = \frac{d}{t},$$

tak za znalosti  $d$  a  $v$  určíme čas potrebný na stiahnutie:

$$t = \frac{d}{v}.$$

Ak sa signál šíri v kábli rýchlosťou svetla  $c$ , tak za čas  $t$ , ktorý trvá, než sa do kábla dostane celý signál, sa začiatok signálu dostane do vzdialenosti

$$l = ct.$$

Keďže informácia sa nikde v kábli nemôže hromadiť, tak je vysielaná rovnakou rýchlosťou  $v$ , akou je prijímaná. Než bude celá v kábli, potrvá to  $t = d/v$ , a než sa do kábla dostane celá informácia  $d$ , začiatok informácie sa dostane do vzdialenosti

$$l = ct = c \frac{d}{v}.$$

Teraz sa každý bit informácie pohybuje rovnakou rýchlosťou a kým sa prvé začnú na druhom konci kábla prijímať, bude mať tento signál celý čas práve túto dĺžku  $l$ . Po dosadení hodnôt z zadania dostávame výsledok (1 GB = 1000 MB):

$$l = c \frac{d}{v} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \frac{12 \text{ GB}}{10 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}} = 3,6 \cdot 10^{11} \text{ m}.$$

Dĺžka  $3,6 \cdot 10^{11}$  m znamená, že kábel by dosiahol zo Zeme na Slnko a späť, teda predpoklad, že celá informácia sa naraz zmestí do kábla nie je reálny. Tomu nasvedčujú aj bežné hodnoty času odozvy vzdialeného servera, ktoré sú v rámci kontinentu typicky približne rádu  $10^{-2}$  s až  $10^{-1}$  s, teda pri sťahovaní, ktoré bežne trvá minúty, sa určite nenachádza celá informácia naraz v kábli.

Pri dosadení sme použili vzťah 1 GB = 1000 MB, keďže v zadaní sú použité jednotky GB (slovom *gigabyte*) a MB (slovom *megabyte*), teda využívajúce klasické SI predpony rádu, ktoré udávajú vzťah 1 GB = 1000 MB, rovnako, ako pre jednotky sily platí 1 GN = 1000 MN a pre jednotky energie platí 1 GeV = 1000 MeV. V praxi sú bežne používané aj jednotky

$GiB$  (slovom "gibibyte") a  $MiB$  (slovom "mibibyte"), medzi ktorými platí vzťah  $1 GiB = 2^{10} MiB = 1024 MiB$ , keďže v zadaní sú použité jednotky  $GB$  a  $MB$ , správny prepočet je  $1 GB = 1000 MB$ . Pri hodnotení sme však uznávali aj použitie prepočtu s  $2^{10}$ .

Nejasnosť mohla spôsobiť informácia, že dáta sťahujeme cez *dvojlinku*. Krútená dvojlinka je iba označenie použitého kábla. Aj keď prakticky prijímame dáta viacerými linkami, toto je už zohľadnené v rýchlosti sťahovania, ktorá nakoniec určuje, ako dlho k nám budú dáta cestovať. Možno si predstaviť, že každou z dvoch liniek prúdia dáta rýchlosťou  $5 MB/s$  a preto je výsledná rýchlosť  $10 MB/s$ , v zadaní sa však nepíše o rýchlosti po jednej linke, ale o výslednej rýchlosti tak, ako je najrozumnejšie ju definovať, ako reálne množstvo dát, ktoré je presunuté na disk v našom počítači za jednotku času. Preto nie je potrebné (ani správne) deliť čas potrebný na stiahnutie dvomi (ani inou konštantou).

**Samuel Kočiščák**  
samo@fykos.cz

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.  
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.