

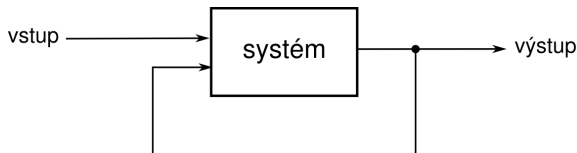
Zpětná vazba

Radek Pelánek

Zpětná vazba: úvod

- jedno z klíčových témat předmětu
- „vidět“ zpětné vazby není jednoduché
- záměna jednosměrné vazby za zpětnou – typická chyba intuitivního myšlení

Zpětná vazba



Zpětná vazba

Proces, při kterém je část výstupu systému současně vstupem pro další činnost tohoto systému.

Zpětnovazební cyklus

Zpětnovazební cyklus

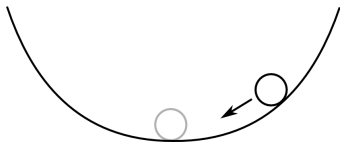
Uzavřený cyklus příčin a následků. Příčiny v jedné části systému způsobují následky, které způsobují změny v původních příčinách.

Negativní a pozitivní zpětná vazba

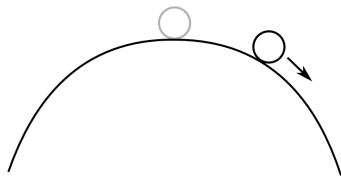
- pozitivní a negativní – technická, nikoliv emotivní charakterizace
- reálné systémy – téměř vždy kombinace více zpětných vazeb

Negativní a pozitivní zpětná vazba

negativní zpětná vazba



pozitivní zpětná vazba



Negativní zpětná vazba

Negativní zpětná vazba (negative feedback, counteracting feedback) znamená, že **změna** v jedné složce zpětnovazebního cyklu vede v konečném důsledku ke **zmenšení** této změny.

- regulační charakter
- udržuje systém v rovnováze

Negativní zpětná vazba: příklady

- míček v misce
- termostat
- řízení auta, balancování na kládě (výchylka – korekce)
- cena – poptávka
- velikost populace (počet jedinců – množství jídla)
- pracovní místa – zájem o studium
- vědomosti – zapomínání
- množství CO_2 ve vzduchu – rychlost růstu rostlin

Pozitivní zpětná vazba

Pozitivní zpětná vazba (positive feedback, reinforcing feedback) znamená, že **změna** v jedné složce zpětnovazebního cyklu vede v konečném důsledku k **zvětšení** této změny.

- deregulační charakter
- vyvádí systém pryč z rovnováhy
- může vést ke vzniku nových struktur

Pozitivní zpětná vazba: příklady

- míček na kopci
- nádor
- epidemie
- jaderná exploze
- peníze – úroky, resp. dluhy – úroky (bohatší se stávají bohatšími, chudší chudšími)
- eroze
- plocha ledovců – albedo planety
- formace měst: počet lidí – atraktivita místa
- dominance na trhu

Pozitivní zpětná vazba: příklady

- vědomosti – snadnost učení
- vědecké práce: známost – množství citací
- fotbal: úspěšnost klubu – sponzoři
- celebrity: popularita – zájem médií
- vztahy mezi lidmi
- *We shape our buildings; thereafter they shape us.*
(Churchill)
- *Tomu, kdo má, totiž bude dáno, a tomu, kdo nemá, bude vzato i to, co má.* (Mk 4:25)

Struktura zpětnovazebních cyklů

kombinace více zpětných vazeb

- šipka = vztah příčina $\rightarrow$ následek
- pozitivní vztah (+): nárůst příčiny $\rightarrow$ nárůst následku
- negativní vztah (-): nárůst příčiny $\rightarrow$ pokles následku
- pozitivní cyklus (+): obsahuje sudý počet mínus šipek
- negativní cyklus (-): obsahuje lichý počet mínus šipek

DEPTH OF
WELLS

+
WATER
AVAILABLE

FOOD
AVAILABLE

NUMBER
OF
NOMADS

NUMBER
OF
CATTLE

DROUGHT

AMOUNT
OF
DISEASE

MODERN
MEDICINE

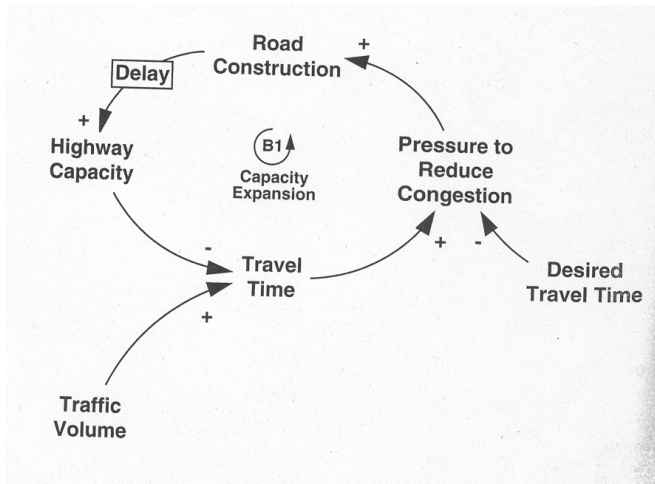
AMOUNT
OF
GRASSLANDS

Příklad: doprava

ilustrace neintuitivnosti, odolnosti proti plánovaným zásahům

Základní faktory systému (tvořící negativní cyklus se zpožděním):

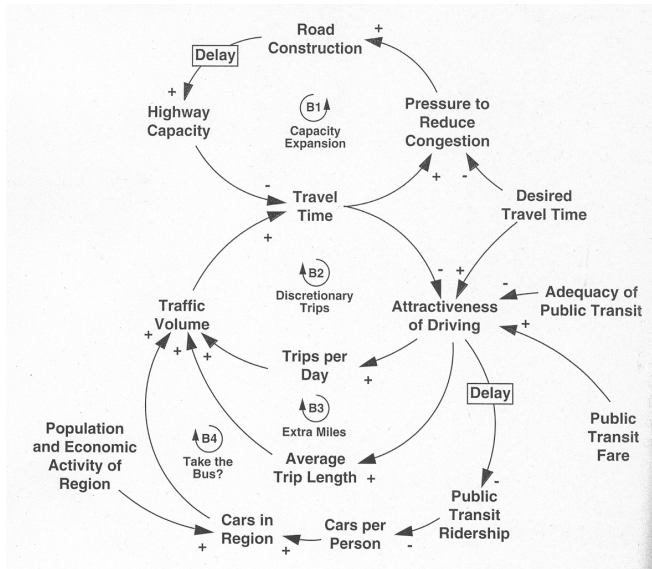
- kapacita silnic
- cestovní čas
- tlak na snížení zácp
- konstrukce nových silnic

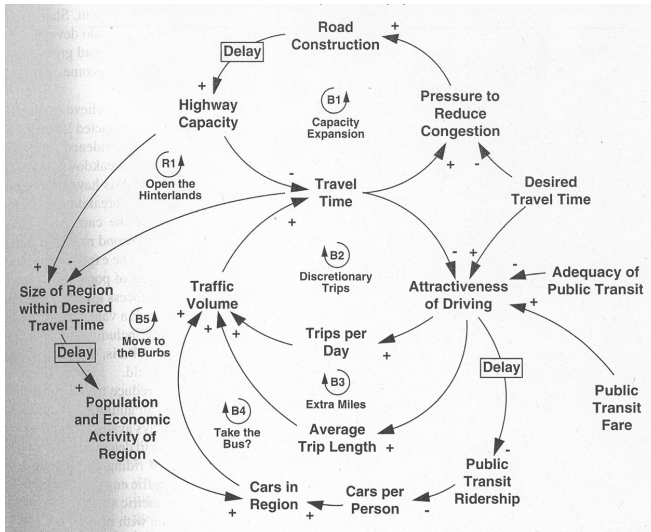


J. Sterman, *Business Dynamics*

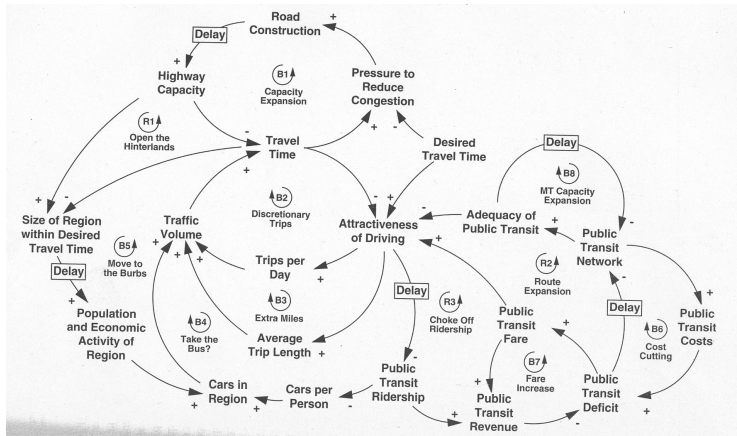
Příklad: doprava, další faktory

- atraktivita jízdy autem
- množství ujetých kilometrů
- množství dopravy
- atraktivita regionu
- hromadná doprava a její adekvátnost
- ...



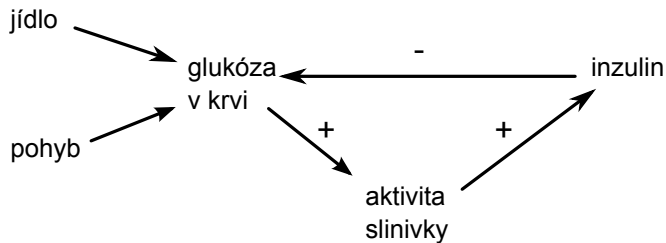


J. Sterman, *Business Dynamics*

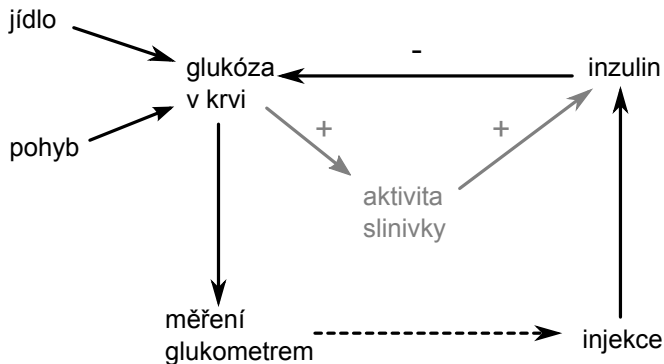


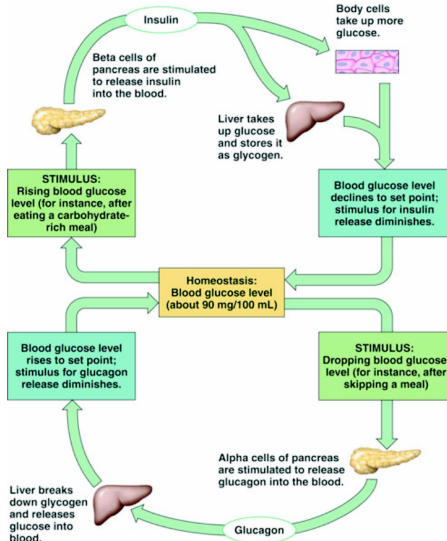
J. Sterman, *Business Dynamics*

Regulace glukózy v krvi



Diabetes mellitus 1. typu





Glucose Regulation in Diabetes, S. Lozada

Příklad: Hry

dynamika her a zpětné vazby:

- Monopoly
- Osadníci z Katanu
- Go
- šifrovací hra Sendvič
- počítačové hry

How Games Use Feedback Loops — Game Maker's Toolkit

<https://www.youtube.com/watch?v=H4kbJ0bhcHw>