

GEOGRAFIE DOPRAVY

základní pojmy a koncepty

Jiří Malý
Ondřej Muliček

DOPRAVA A PROSTOR

"materializace" vazeb a interakcí mezi místy v prostoru

- dopravní proudy a jejich formy
- komplementarita
- transferabilita
- intervenující příležitosti
- modulární interakce



struktura a organizace prostoru

- nerovnoměrná dostupnost
- typy prostorů
- trasy a sítě
- modely dopravních sítí
- prostorové metriky
- mily dostupnosti
- topologie prostoru / teorie grafů



PROSTOROVÉ INTERAKCE

dynamika toků (flows) lidí, nákladů, služeb, energií nebo informací mezi místy

vztah nabýdky a poptávky vyjádřený například prostorem

Jsou prostorové interakce vždy vyvolané ekonomickými faktory?

4 komponenty dopravních toků / proudů

- geografická**: každý proud má počáteční a cílové místo (má vodorovnou vzdálenost, odchylku (výchlepkovitost a závitovitost))
- fyzická**: každý proud má charakteristickou rychlost (připravená infrastruktura (železnice) a podmínky dopravy)
- transakční**: proudy jsou často selvěremi ústředních vozů - koordinativy a čas v prostoru
- distribuční**: proudy jsou často selvěremi ústředních vozů - koordinativy a čas v prostoru

VÝCHODISKA PROSTOROVÉ INTERAKCE

komplementarita | transferabilita | intervenující příležitosti

Edward L. Ullman, 59. léta 20. st. - deset let zásluhou v kontextu "spatial science"

KOMPLEMENTARITA

existence nabýdky a poptávky mezi 2 místy

latentní komplementarita: dvě místa (regiony) vykazují rozdíly ve zdrojích, kulturním či politickém uspořádání

potenciální komplementarita: produkční podmínky vedou ke vzniku nabýdky v jednom regionu a deficitu v regionu druhém

skutečná komplementarita: nabýdky v jednom regionu je produkován přímo s cílem uspokojovat deficit (poptávku) v regionu druhém

VÝCHODISKA PROSTOROVÉ INTERAKCE

TRANSFERABILITA

míra propustnosti / průchodnosti prostoru oddávajícího dvě místa (regiony)

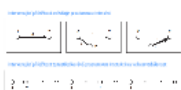
ovlivňující faktory? infrastruktura (železnice) | prostorné nabýdky (berpědnost) |

čas | pohodlí | ...



INTERVENUJÍCÍ PŘÍLEŽITOSTI

komplementarita může generovat interakci mezi dvěma místy, pokud se mezi nimi neshoduje třetí intervenující místo (intervenující příležitosti)



GRAVITAČNÍ MODEL modelování prostorové interakce

proudy jsou funkce:

$$T_{ij} = f(V_i, W_j, S_{ij})$$

T_{ij} - intenzita interakce
 V_i - atribut výchozího místa
 W_j - atribut cíle
 S_{ij} - jejich vzájemná vzdálenost

$$T_{ij} = k \frac{P_i P_j}{D_{ij}^a}$$

P - populace / D - vzdálenost / k - koeficient propustnosti

- atributů výchozího místa
- atributů cíle
- jejich vzájemná vzdálenost

interakce mezi dvěma místy je přímo úměrná jejich mase (velikosti) a nepřímě úměrná jejich vzájemné vzdálenosti

výstupy GM lze upravit kalibrací vstupů

- parametr emisivita - potenciál generovat proud
- parametr atraktivita - potenciál přitahovat proud
- parametr efektivity - upravuje vliv vzdálenosti na intenzitu proudů

DOPRAVNÍ TRASY A SÍTĚ

dopravní síť

= soustava vzájemně propojených dopravních bodů, uzlů a cest (dopravních zařízení)

The term network refers to the framework of routes within a system of locations, identified as nodes. A route is a single link between two nodes that are part of a larger network that can refer to single routes such as roads and rails, or less tangible routes such as air and sea corridors.

Rubio 2020

de Brinck 1999

dopravní bod = místo ležící na dopravní cestě, směřující vstupu/nákladu/cesty centrální, uhlí a dny/výhledově ležící na cestě

dopravní uzal = dopravní bod, ve kterém se sdružují nejméně 2 dopravní cesty

dopravní zařízení = infrastruktura spojená zabezpečující dopravu / dopravní uzal

dopravní cesta = linie sdružující v rámci linie se zvláštními dopravními úkoly a infrastrukturou železnice a zabezpečení

pro dopravní cestu je používán také pojem **dopravní trasa**

LOKALIZACE DOPRAVNÍ TRASY

princip minimalizace



optimální trasa | **princip maximalizace**

minimalizace (least-effort princip) | maximalizace (trafic princip)
maximalizace (trafic princip) | minimalizace (least-effort princip)

DOPRAVNÍ SÍTĚ 1

prostorová struktura dopravních sítí jako klíčový předmiot zájmu GD

velké množství parametrů pro klasifikaci / analýzu dopravních sítí



neúplná struktura | **úplná struktura** | **prostorová spříčení** | **propustnostní kapacita**

orientace | **topologická komplexita** | **rychlost sítí** | **konstrukční struktury**

redundní organizace | **integrovaná diferenciace** | **prostorové vzorce** | **stabilita vs. dynamika**

redundní organizace | **integrovaná diferenciace** | **prostorové vzorce** | **stabilita vs. dynamika**

DOPRAVNÍ SÍTĚ 2

- jasně definované a vymezené sítě, železnice, kanály
- vágně definované a vymezené vzájemně a náhodně trasy
- nedefinované telekomunikace (výbrane)

ko-evoluce
řídící dopravní síť mohou v daném území reagovat na potřebu sídlet, politické či ekonomické podmínky
např. síťevoluce "síťevoluce" - síťevoluce a síťevoluce

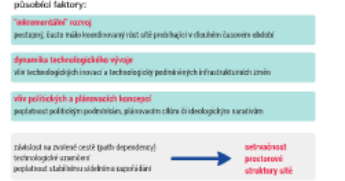
komplementarita
nízká míra moduly je v některých sítích klíčová, zatímco v jiných sítích marginální
např. síťevoluce "síťevoluce" - síťevoluce a síťevoluce

interoperabilita
míra možnosti přechodu mezi různými typy sítí
např. síťevoluce "síťevoluce" - síťevoluce a síťevoluce

zranitelnost/resilience
míra ochrany / fungování sítě různými typy poruch, resp. schopnost sítě fungovat i v případě výskytu různých druhů poruch
např. síťevoluce "síťevoluce" - síťevoluce a síťevoluce

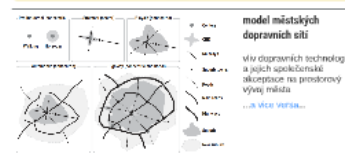
VÝVOJ DOPRAVNÍCH SÍTÍ

rozvoje podmnožiny dopravních sítí je výsledkem často komplikovaného historického vývoje
palimpsest | "layers of investments"

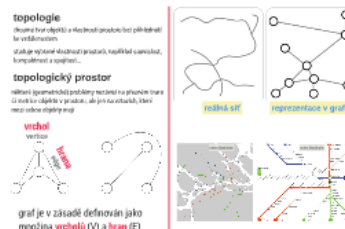


MODELÝ VÝVOJE DOPRAVNÍ SÍTĚ

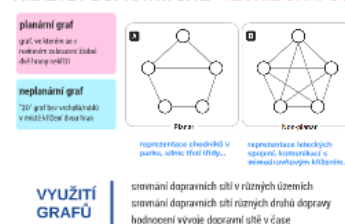
Tašleho model
Tašleho model je založen na konceptu generalizace kolonizačního kontextu a dříve na vývoji sítí vlivem rozvoje
Výchlepkovitost, Resilience, Resilience



ANALÝZA DOPRAVNÍ SÍTĚ TEORIE GRAFŮ 1



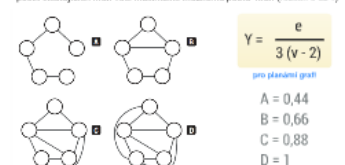
ANALÝZA DOPRAVNÍ SÍTĚ TEORIE GRAFŮ 2



KONEKTIVITA SÍTĚ

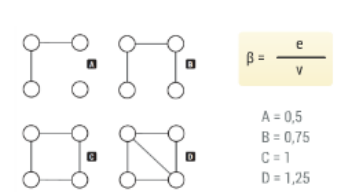
soubor parametrů popisujících míru propojenosti části sítě

GAMA INDEX
počet existujících hran vůči maximálně možnému počtu hran (rozsah 0 až 1)



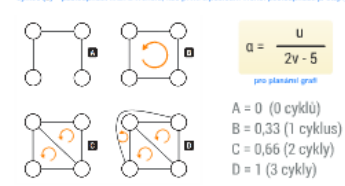
KONEKTIVITA SÍTĚ

BETA INDEX
počet hran vůči počtu vrcholů (rozsah 0 až 1)



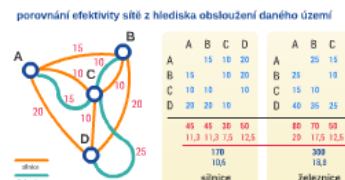
KONEKTIVITA SÍTĚ

ALFA INDEX
počet existujících cyklů vůči maximálně možnému počtu cyklů (rozsah 0 až 1)
cyklus (k) = postupněvšechny vrcholy, kde první a poslední vrchol postupnosti je stejný



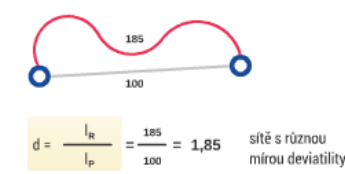
AKCESIBILITA

úkazatel snadnosti/dostupnosti pohybu mezi body/uzly v dopravní síti
úkazatel jde mimo číste topologický prostor - **uvazuje se vzdálenost**



DEVIATILITA

úkazatel míry geografické a ekonomické efektivity sítě
rozdíl mezi skutečnou délkou trasy a délkou přímé spojnice dvou uzlů



DĚKUJI ZA POZORNOST



GEOGRAFIE DOPRAVY

základní pojmy a koncepty

Jiří Malý
Ondřej Mulíček

PROSTOROVÉ INTERAKCE

dynamika **toků** (**flows**) lidí, nákladu, služeb, energií nebo informací mezi místy
vztah nabídky a poptávky vyjádřený napříč prostorem

jsou prostorové interakce vždy vyvolané ekonomickými faktory?

4 komponenty dopravních toků / proudů

a geografická

každý proud má počáteční a cílové místo
míra separace (vzdálenost, odlehlost
výchozího a cílového místa)

b fyzická

každý proud je charakterizován možnými
přepavními jednotkami (load units) a
podmínkami dopravy

c transakční

realizace interakce (proudu) je vyjednávána
s poskytovatelem dopravní služby či
provozovatelem infrastruktury

d distribuční

proudy jsou často sekvencemi složitějších
vzorců - koordinovány v čase a prostoru

VÝCHODISKA PROSTOROVÉ INTERAKCE

komplementarita | transferabilita | intervenující příležitosti

Edward L. Ullman, 50. léta 20. st.

dost silná zakotvenost v kontextu "spatial science"

KOMPLEMENTARITA

existence nabídky a poptávky mezi 2 místy

latentní komplementarita

dvě místa (regiony) vykazují rozdíly ve zdrojích, kulturním či politickém uspořádání

potenciální komplementarita

produkční podmínky vedou ke vzniku nadbytku v jednom regionu a deficitu v regionu druhém

skutečná komplementarita

nadbytek v jednom regionu je produkován přímo s cílem uspokojovat deficit (poptávku) v regionu druhém

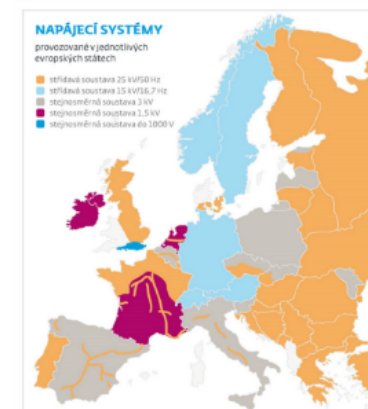
VÝCHODISKA PROSTOROVÉ INTERAKCE

TRANSFERABILITA

míra propustnosti / průchodnosti prostoru oddělujícího dvě místa (regiony)

ovlivňující faktory? infrastruktura | hranice |
provozní náklady | bezpečnost

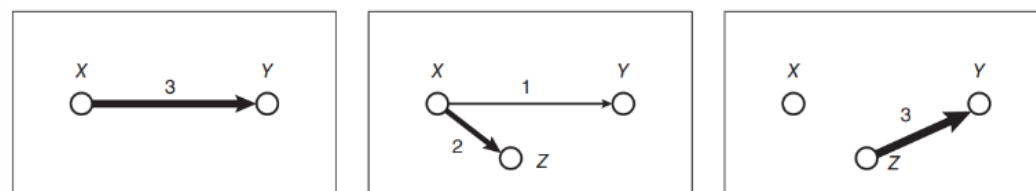
cena dopravy | čas | pohodlí



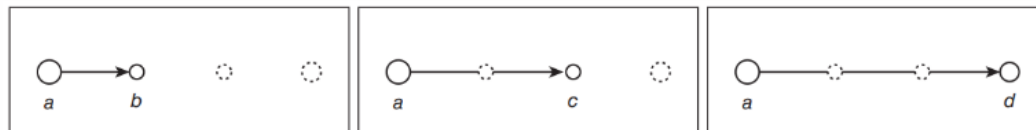
INTERVENUJÍCÍ PŘÍLEŽITOSTI

komplementarita může generovat interakci mezi dvěma místy, pokud se mezi nimi nevyskytuje třetí intervenující místo (intervenující příležitost)

intervenující příležitost ovlivňuje prostorovou interakci



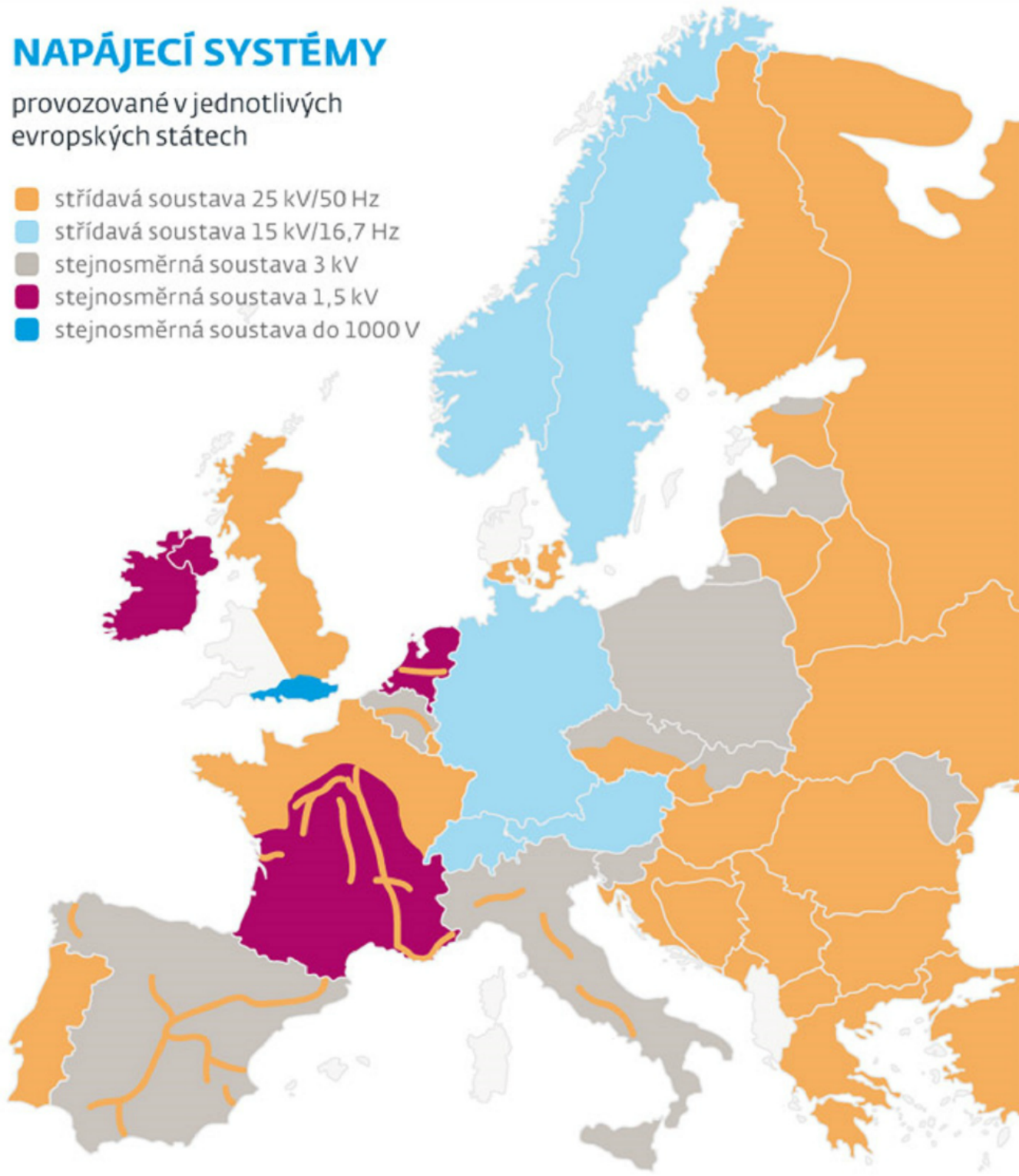
intervenující příležitost zprostředkovává prostorovou interakci na velkou vzdálenost



NAPÁJECÍ SYSTÉMY

provozované v jednotlivých evropských státech

- střídavá soustava 25 kV/50 Hz
- střídavá soustava 15 kV/16,7 Hz
- stejnoseměrná soustava 3 kV
- stejnoseměrná soustava 1,5 kV
- stejnoseměrná soustava do 1000 V



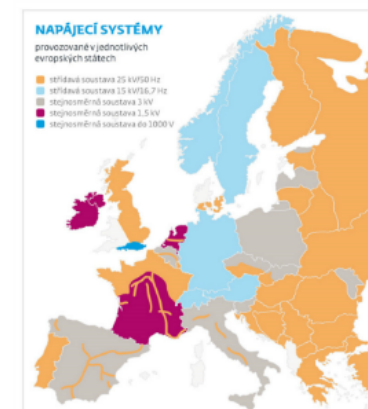
VÝCHODISKA PROSTOROVÉ INTERAKCE

TRANSFERABILITA

míra propustnosti / průchodnosti prostoru oddělujícího dvě místa (regiony)

ovlivňující faktory? infrastruktura | hranice |
provozní náklady | bezpečnost

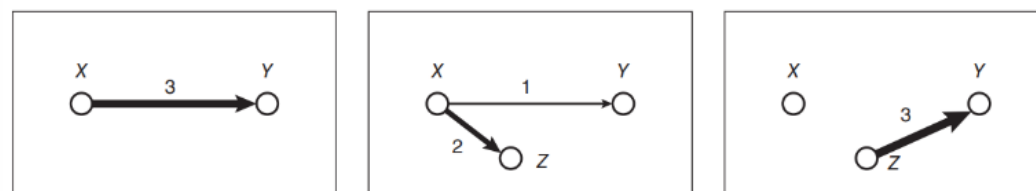
cena dopravy | čas | pohodlí



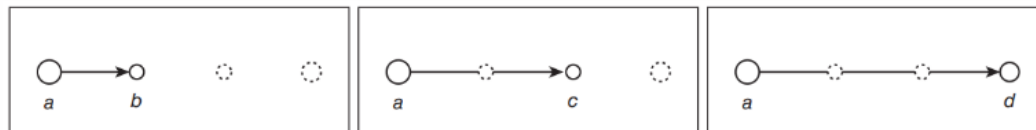
INTERVENUJÍCÍ PŘÍLEŽITOSTI

komplementarita může generovat interakci mezi dvěma místy, pokud se mezi nimi nevyskytuje třetí intervenující místo (intervenující příležitost)

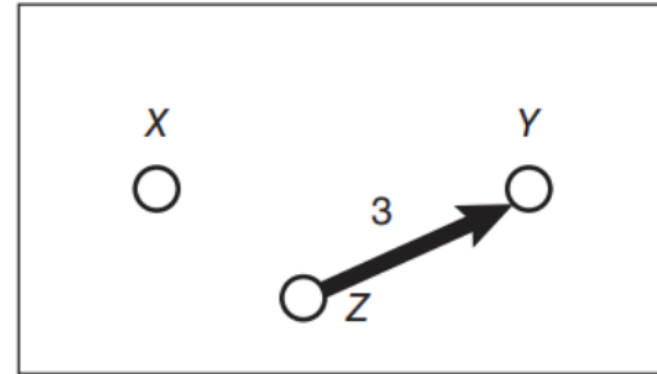
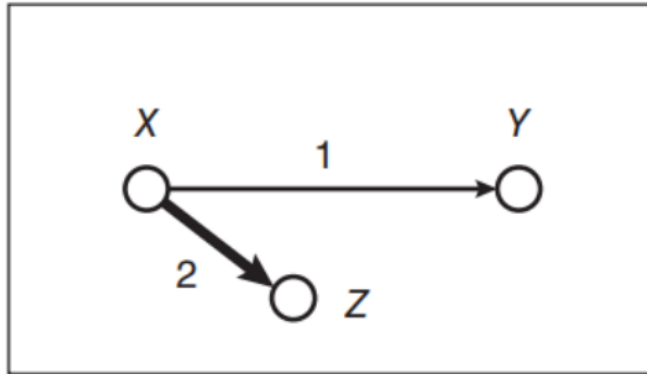
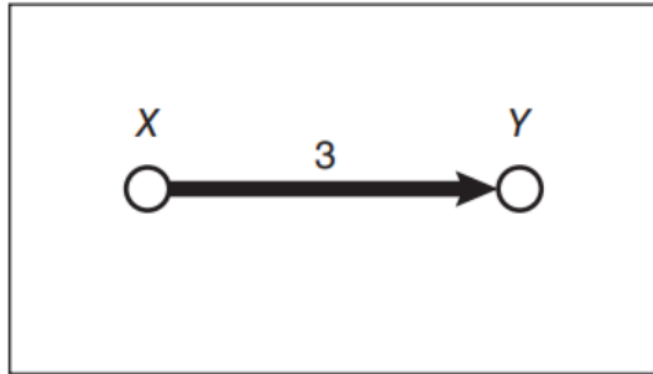
intervenující příležitost ovlivňuje prostorovou interakci



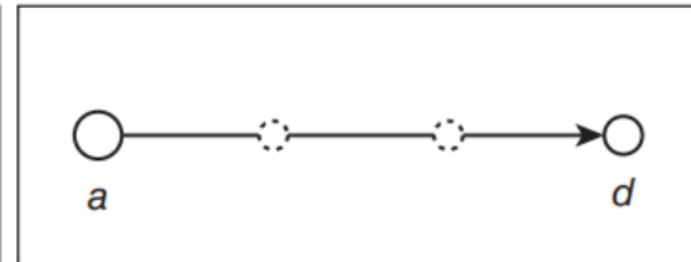
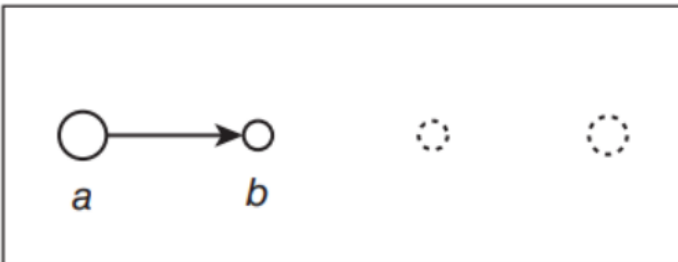
intervenující příležitost zprostředkovává prostorovou interakci na velkou vzdálenost



intervenující příležitost ovlivňuje prostorovou interakci



intervenující příležitost zprostředkovává prostorovou interakci na velkou vzdálenost



DOPRAVNÍ TRASY A SÍŤE

dopravní síť

= soustava vzájemně propojených dopravních **bodů**, **uzlů** a **cest** (dopravních zařízení)

The term network refers to the framework of routes within a system of locations, identified as nodes. A route is a single link between two nodes that are part of a larger network that can refer to tangible routes such as roads and rails, or less tangible routes such as air and sea corridors.

Rodrigue 2020

dle Brinkeho 1999:

dopravní bod = místo ležící na dopravní cestě, umožňující výstup/nástup/přestup cestujících, nakládku/vykládku/překládku zboží

dopravní uzel = dopravní bod, ve kterém se sbíhají nejméně 3 dopravní cesty

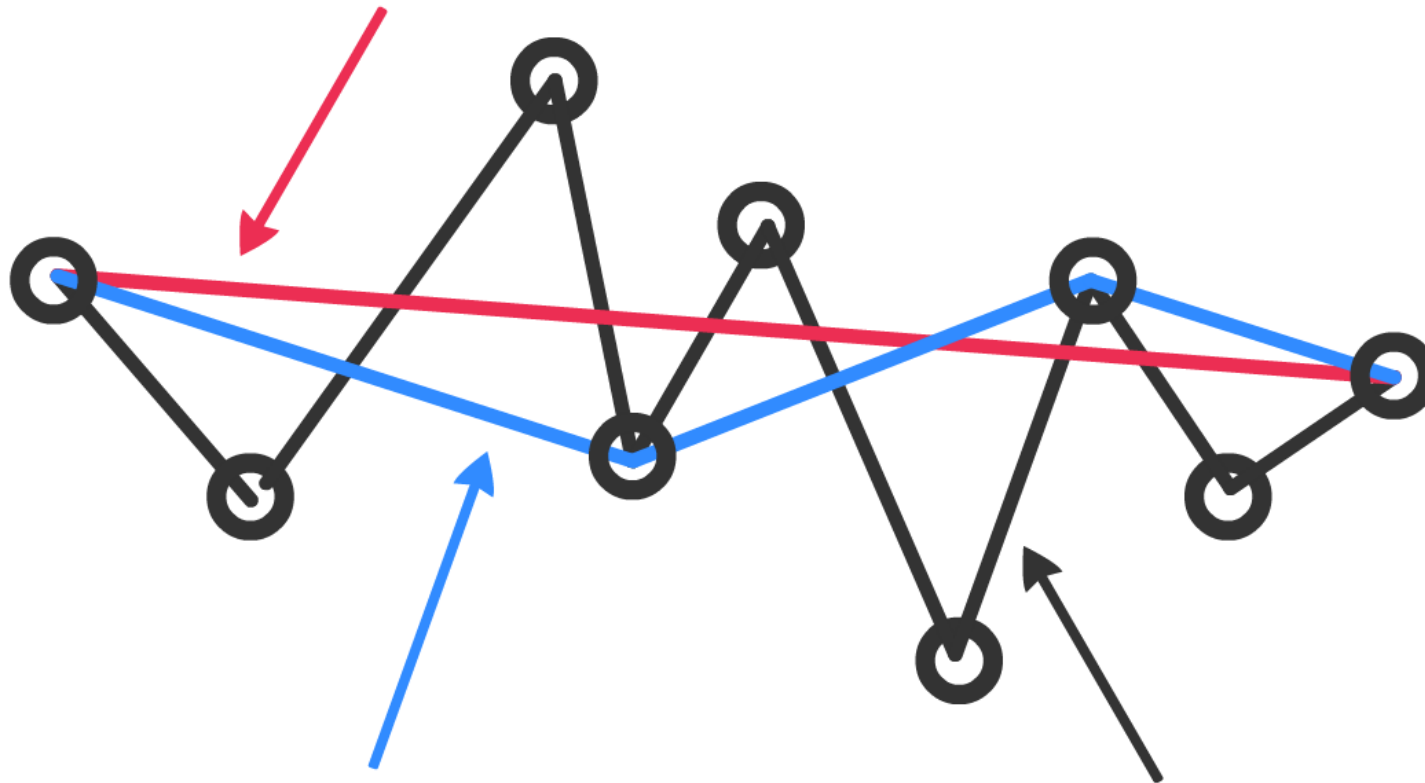
dopravní zařízení = infrastrukturní systém zabezpečující dopravu / dopravní vazby

dopravní cesta = liniová struktura, v rámci které se uskutečňuje doprava; obvykle infrastrukturně definovaná a zabezpečená

pro **dopravní cestu** je používán také pojem **dopravní trasa**

LOKALIZACE DOPRAVNÍ TRASY

princip minimalizace



optimální trasa

princip maximalizace

minimalizace (least-effort principle)

minimalizace úsilí - vyjádřeno časem, cenou...

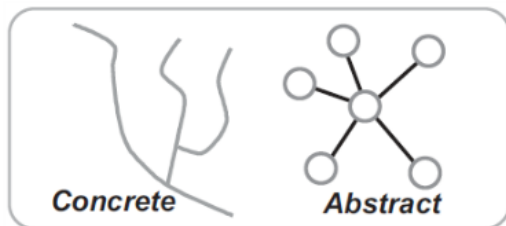
maximalizace (traffic principle)

maximalizace dopravy (přepraveného zboží, osob, kontaktů...)

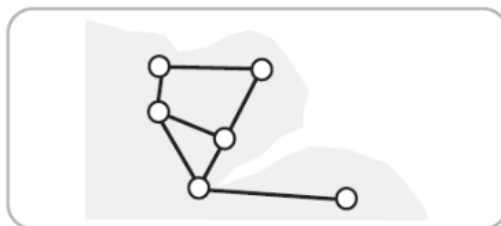
DOPRAVNÍ SÍŤ 1

prostorová struktura dopravních sítí jako klíčový předmět zájmu GD

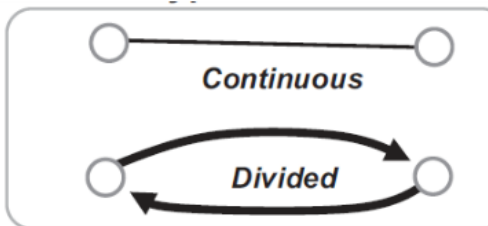
velké množství **parametrů** pro klasifikaci / analýzu dopravních sítí



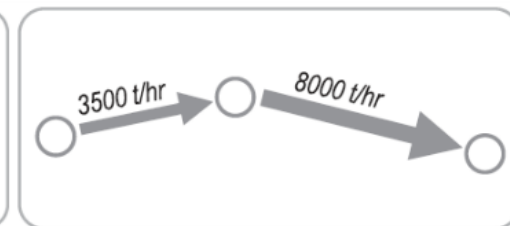
míra abstrakce



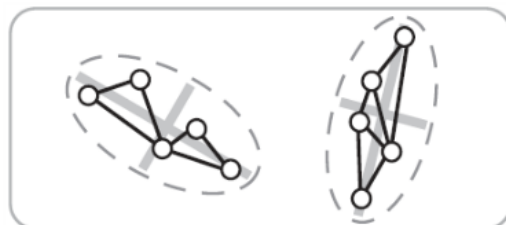
**relativní umístění
v širším území**



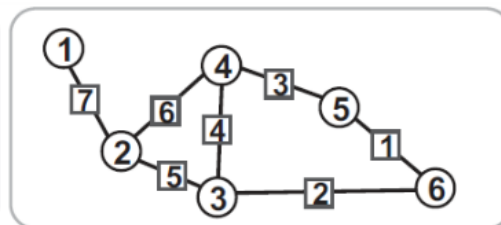
prostorová spojitost



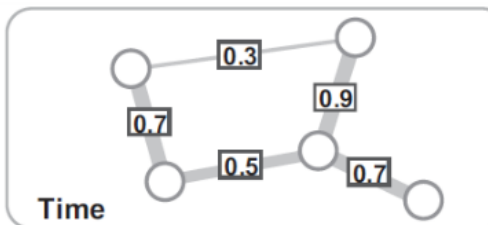
propustnost/kapacita



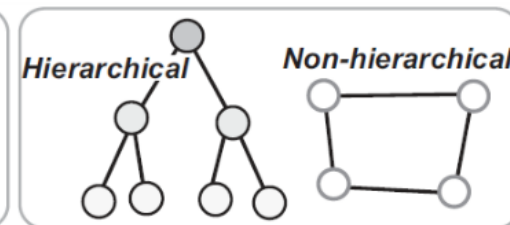
orientace



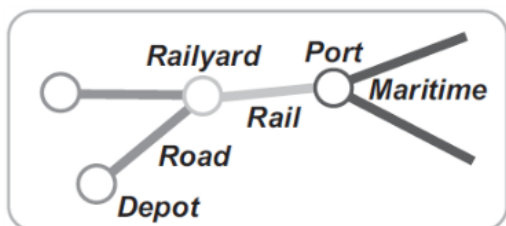
topologická komplexita



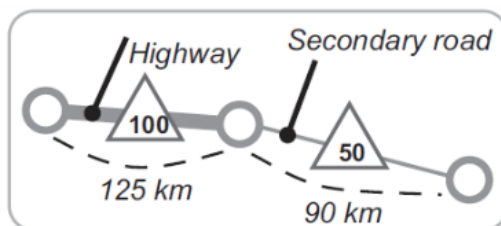
rychlost v síti



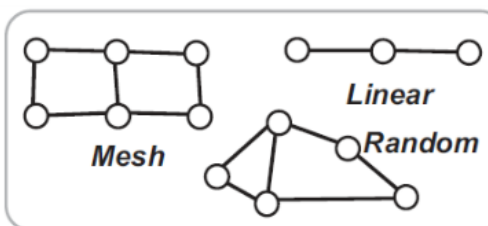
hierarchizace struktury



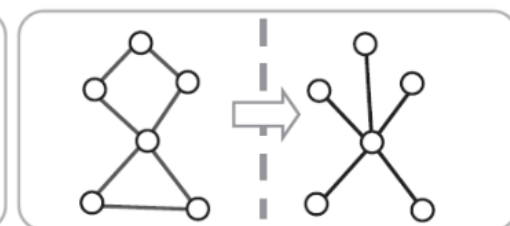
modální organizace



**infrastrukturní
diferenciace**



prostorové vzorce



stabilita vs. dynamika

DOPRAVNÍ SÍŤ 2

**jasně definované
a vymezené**

silnice, železnice, kanály

**vágně definované
a vymezené**

vzdušné a námořní trasy

nedefinované

telekomunikace (vybrané)

ko-evoluce

různé dopravní sítě mohou v daném území reagovat na podobné sídelní, politické či ekonomické podmínky

např. územní "shoda" dálnic a VRT

komplementarita

některá místa mohou být v některých sítích klíčová, zatímco v jiných sítích marginální

např. pozice Zlína v silniční a železniční síti

interoperabilita

míra možností přechodu mezi různými typy sítí

např. komplikované realizace intermodálních terminálů

zranitelnost/resilience

míra ohrožení fungování sítě různými typy poruch, resp. schopnost sítě fungovat i v případě více či méně vážného narušení

např. riziko nefunkčnosti Suezského či Panamského průplavu pro námořní dopravu

VÝVOJ DOPRAVNÍCH SÍTÍ

současná podoba dopravních sítí je výsledkem často komplikovaného historického vývoje

palimpsest | "layers of investments"

působící faktory:

"inkrementální" rozvoj

postupný, často málo koordinovaný růst sítě probíhající v dlouhém časovém období

dynamika technologického vývoje

vliv technologických inovací a technologicky podmíněných infrastrukturních změn

vliv politických a plánovacích koncepcí

poplatnost politickým podmínkám, plánovacím cílům či ideologickým narativům

závislost na zvolené cestě (path-dependency)
technologické uzamčení
poplatnost stabilnímu sídelnímu uspořádání



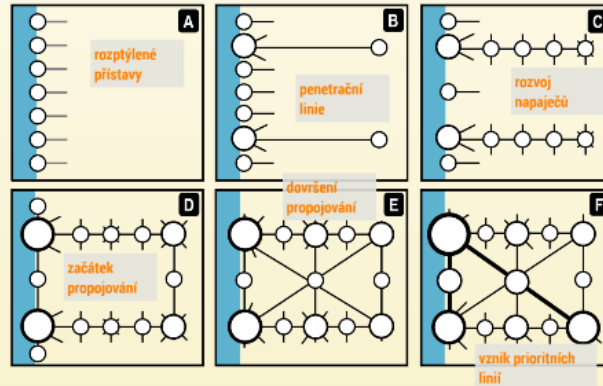
**setrvačnost
prostorové
struktury sítě**

MODELY VÝVOJE DOPRAVNÍ SÍTĚ

příklady

Taafeho model

Taafe, Morill, Gould 1963

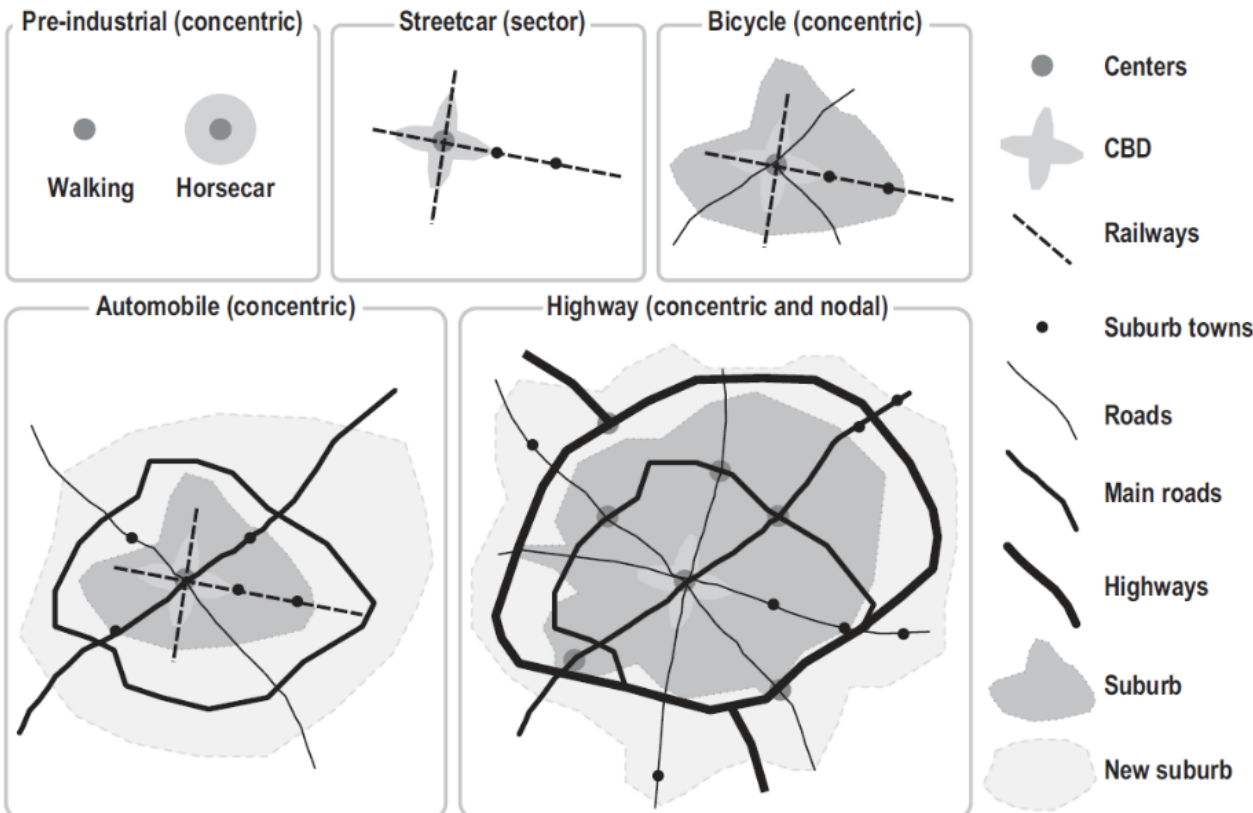


generalizace

kolonizační kontext

důraz na vnější stimuly rozvoje

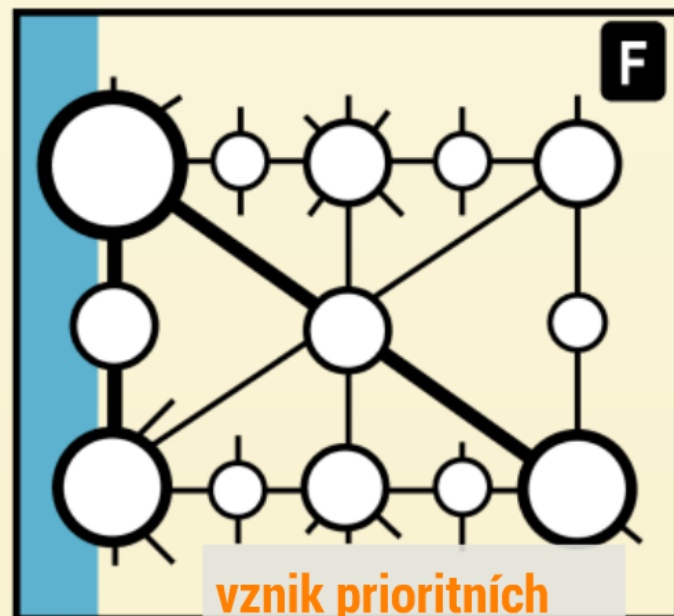
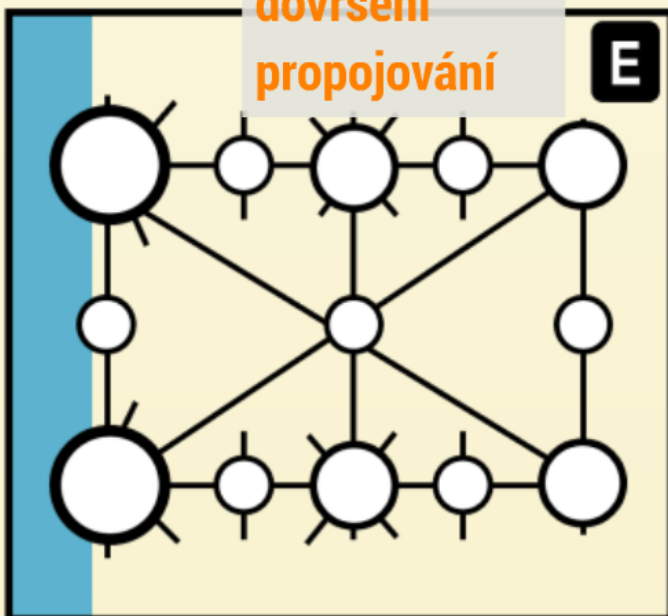
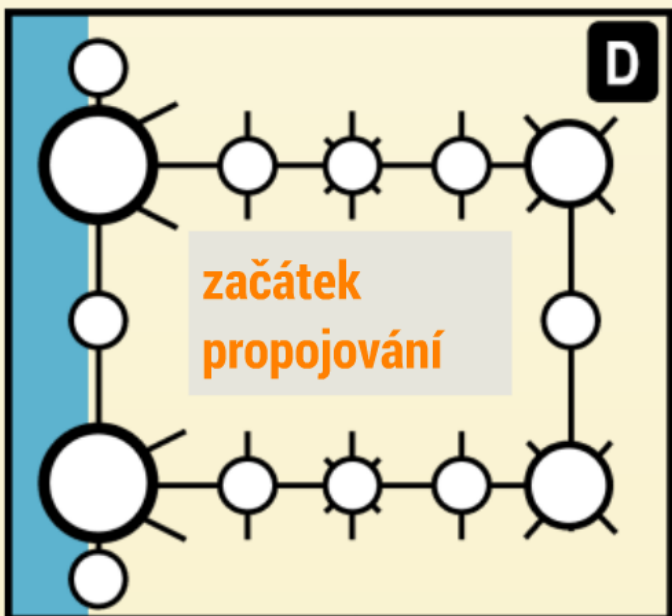
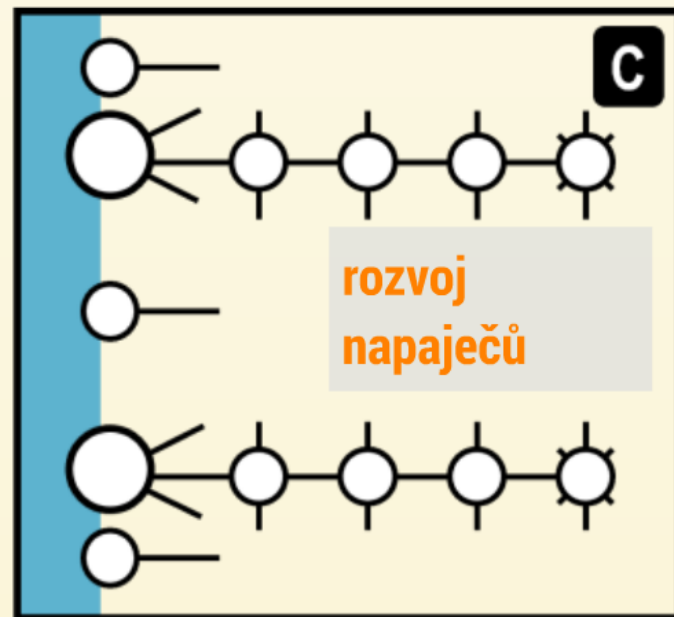
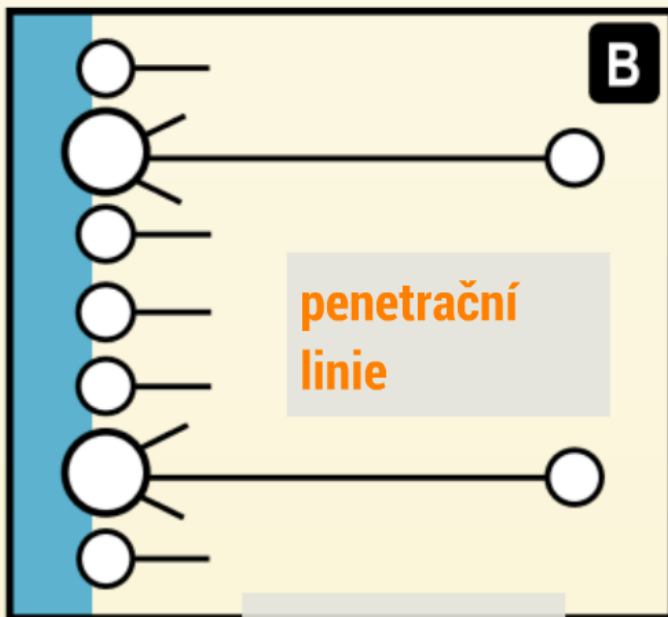
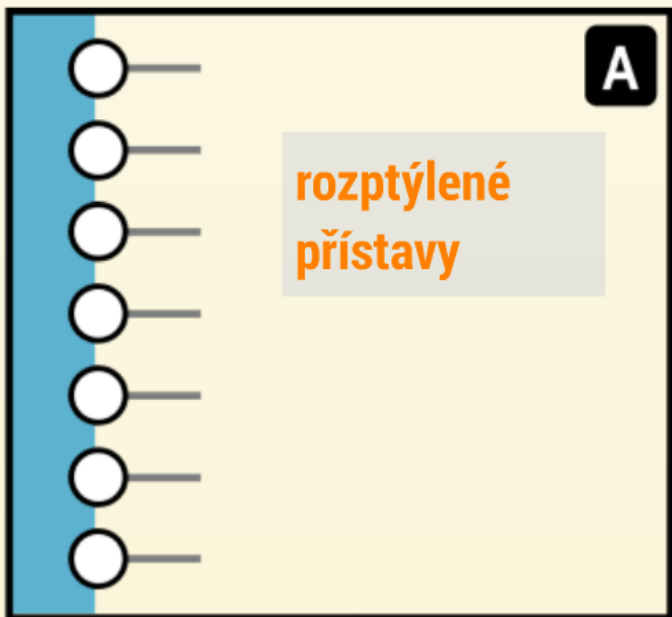
Vanceho model, Rimmerův model



model městských dopravních sítí

vliv dopravních technologií a jejich společenské akceptace na prostorový vývoj města

...a vice versa...

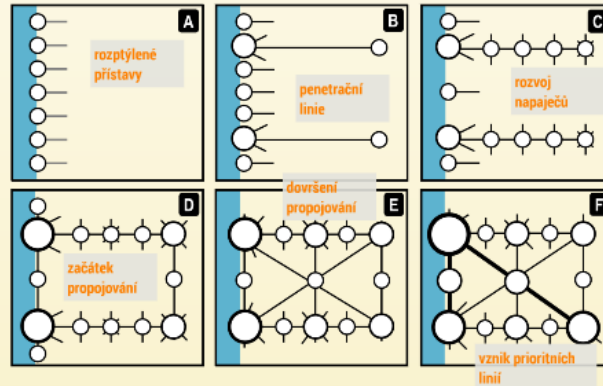


MODELY VÝVOJE DOPRAVNÍ SÍTĚ

příklady

Taafeho model

Taafe, Morill, Gould 1963

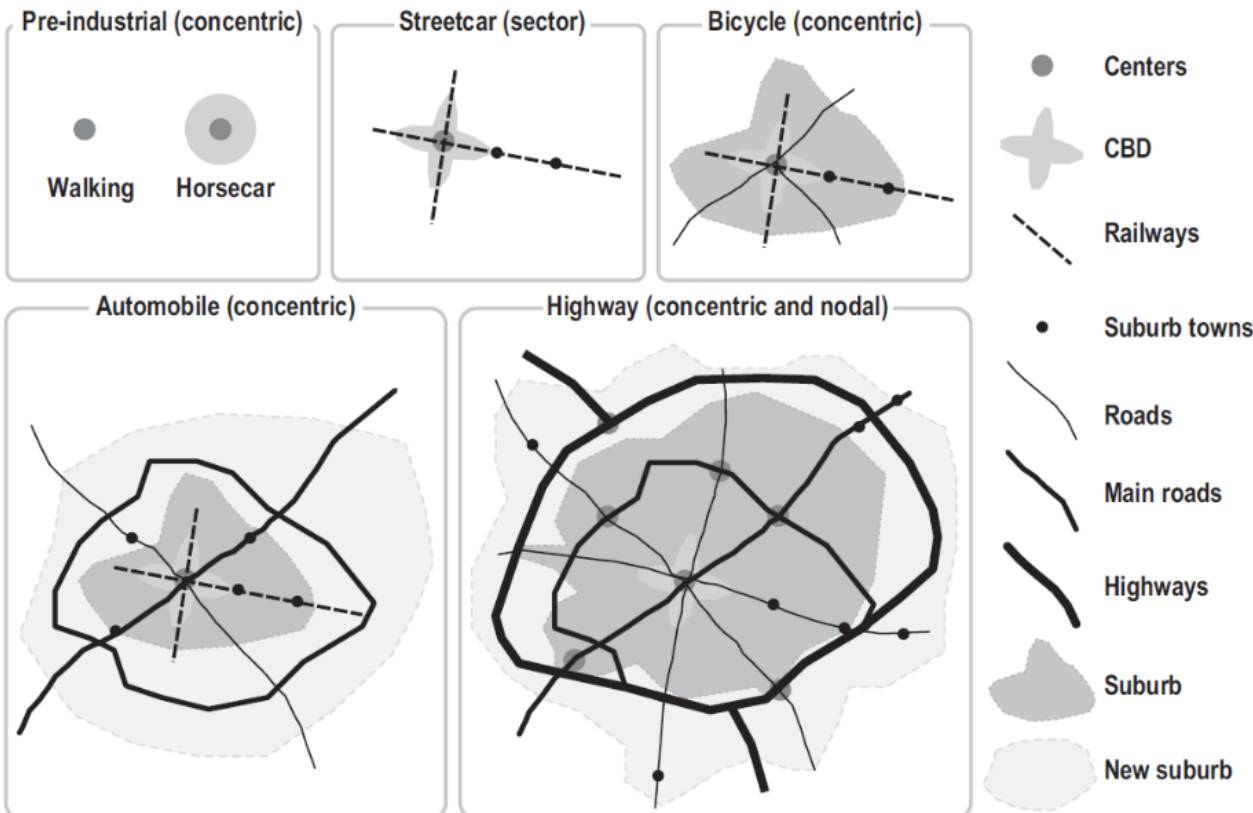


generalizace

kolonizační kontext

důraz na vnější stimuly rozvoje

Vanceho model, Rimmerův model



model městských dopravních sítí

vliv dopravních technologií a jejich společenské akceptace na prostorový vývoj města

...a vice versa...

ANALÝZY DOPRAVNÍ SÍTĚ TEORIE GRAFŮ 1

topologie

zkoumá tvar objektů a vlastnosti prostoru bez přihlídnutí ke vzdálenostem

studuje vybrané vlastnosti prostorů, například souvislost, kompaktnost a spojitost...

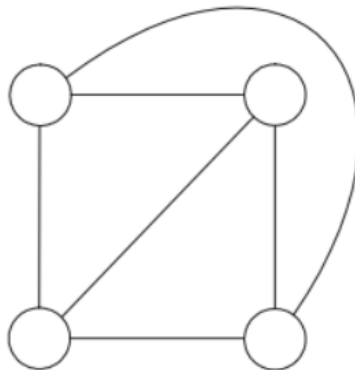
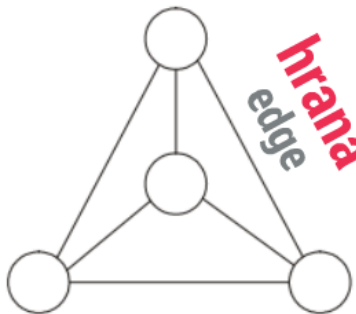
topologický prostor

některé (geometrické) problémy nezávisí na přesném tvaru či metrice objektů v prostoru, ale jen na vztazích, které mezi sebou objekty mají

vrchol

vertex

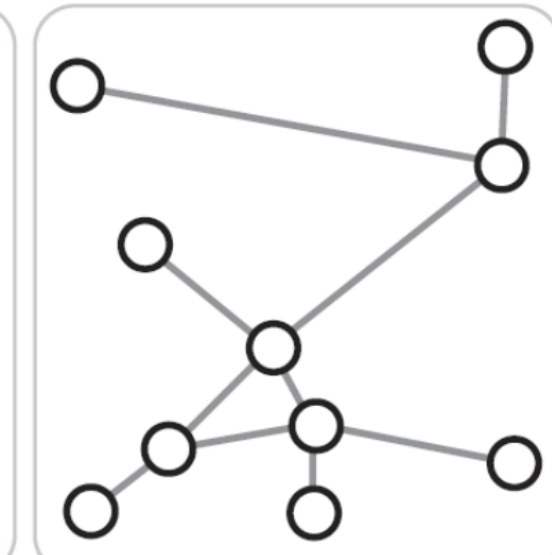
hrana
edge



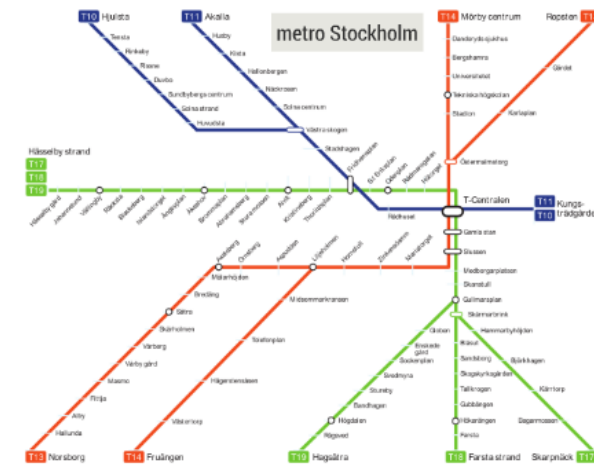
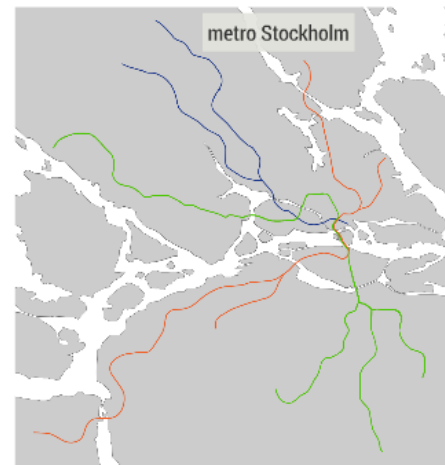
graf je v zásadě definován jako množina **vrcholů** (V) a **hran** (E)



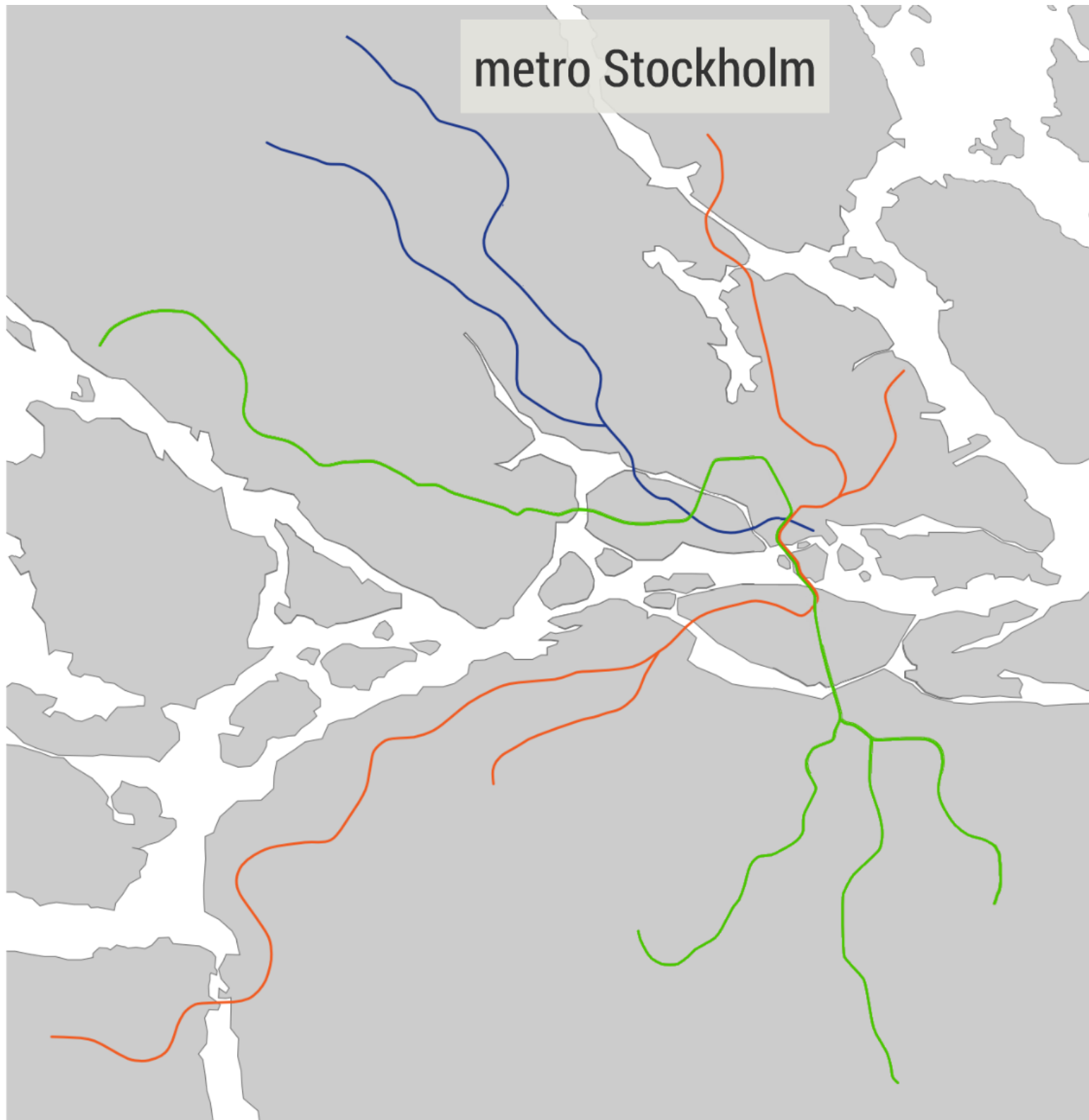
reálná síť



reprezentace v grafu



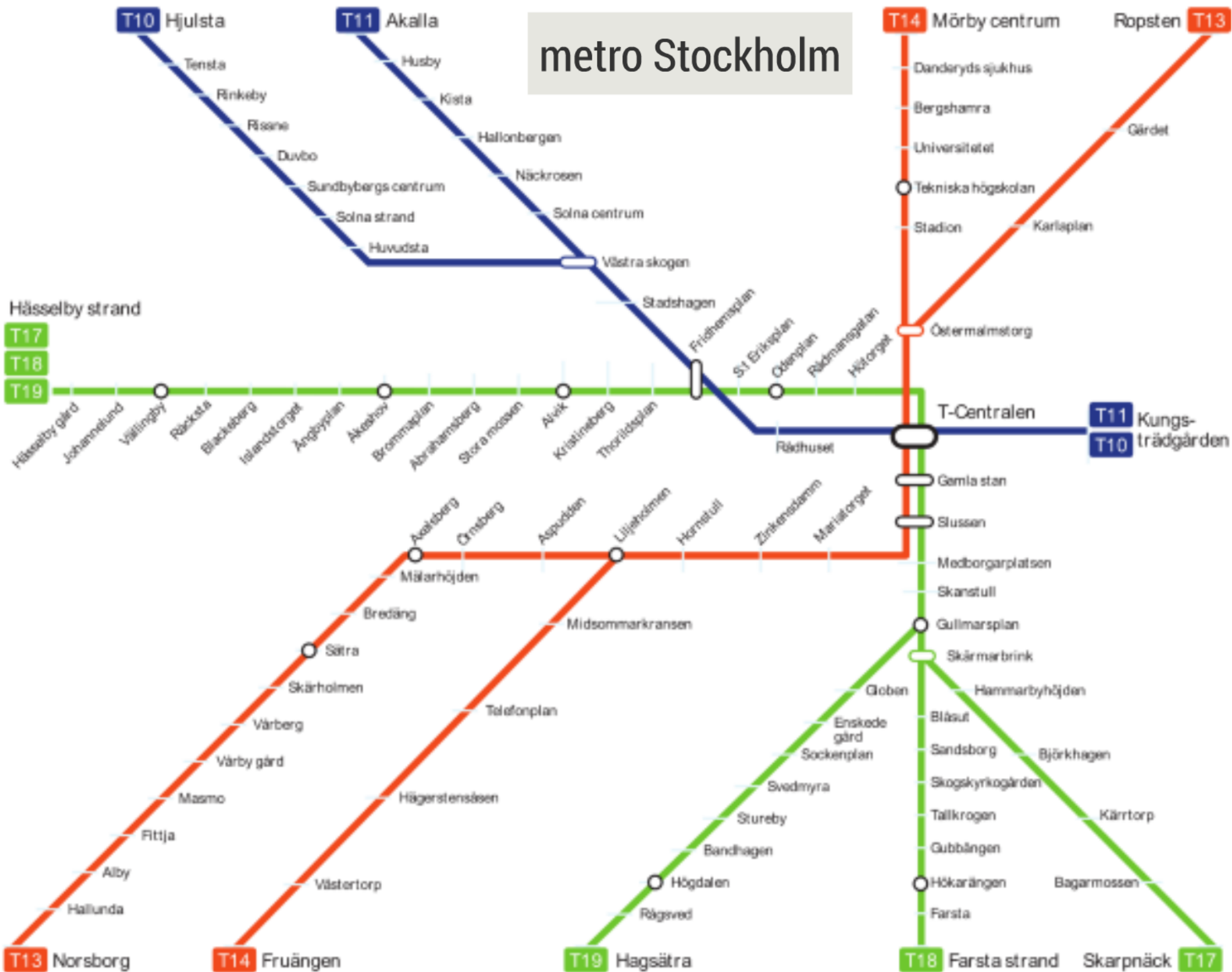
metro Stockholm



Hässelby strand
T17
T18
T19
Hässelby gård
Johanneshov

Alb
Hallunda
T13 Norsborg

metro Stockholm



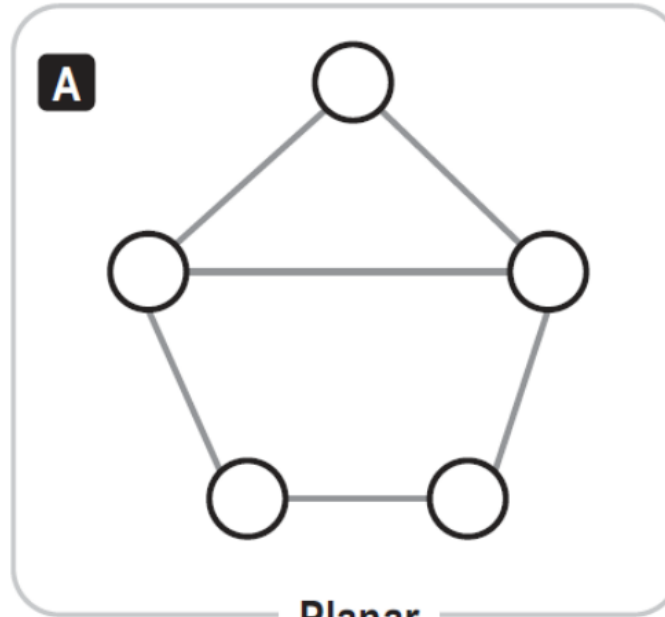
ANALÝZY DOPRAVNÍ SÍTĚ **TEORIE GRAFŮ 2**

planární graf

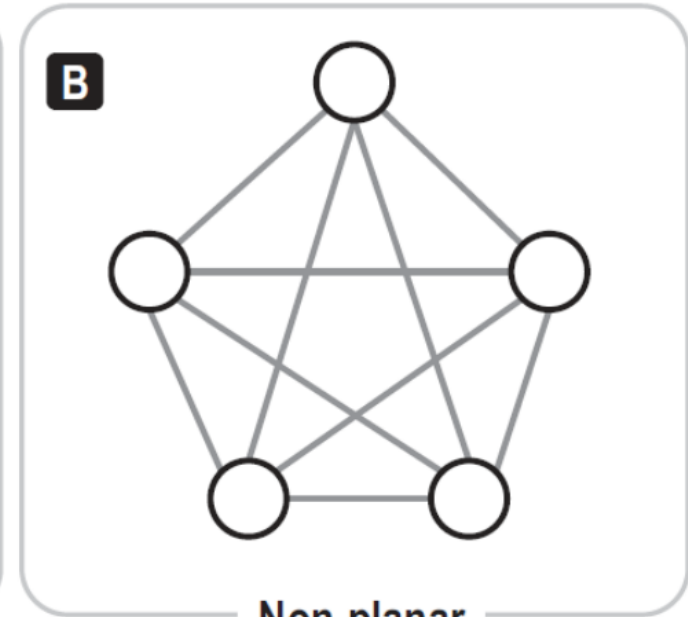
graf, ve kterém se v rovinném zobrazení žádné dvě hrany nekříží

neplanární graf

"3D" graf bez vrcholů/nódů v místě křížení dvou hran



reprezentace chodníků v parku, silnic třetí třídy...



reprezentace leteckých spojení, komunikací s mimoúrovňovým křížením...

VYUŽITÍ GRAFŮ

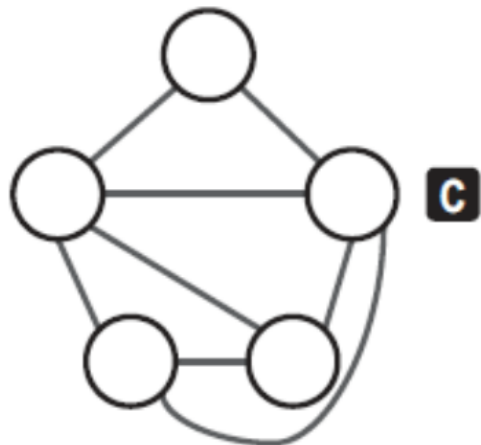
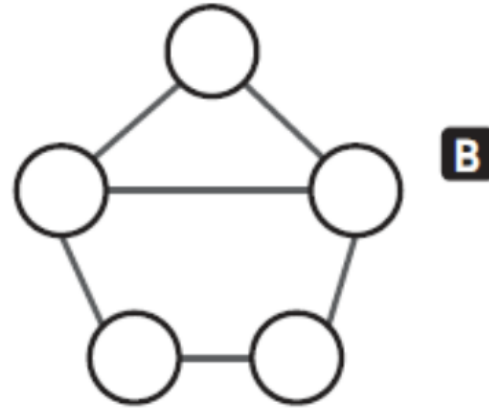
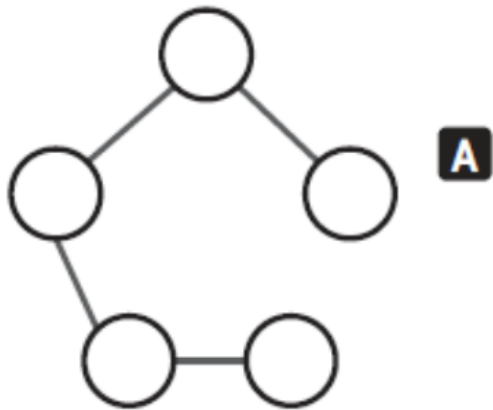
srovnání dopravních sítí v různých územích
srovnání dopravních sítí různých druhů dopravy
hodnocení vývoje dopravní sítě v čase

KONEKTIVITA SÍTĚ

soubor parametrů popisujících míru propojenosti částí sítě

GAMA INDEX

počet existujících hran vůči maximálně možnému počtu hran (rozsah 0 až 1)



$$\gamma = \frac{e}{3(v-2)}$$

pro planární graf!

$$A = 0,44$$

$$B = 0,66$$

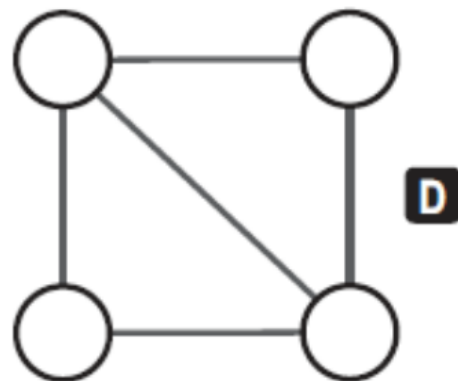
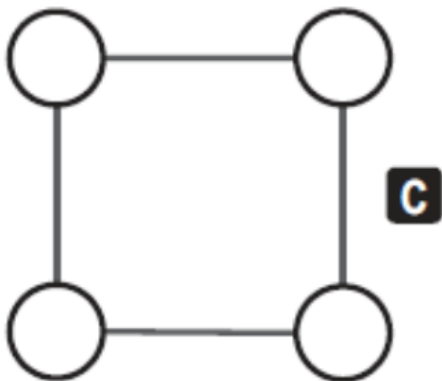
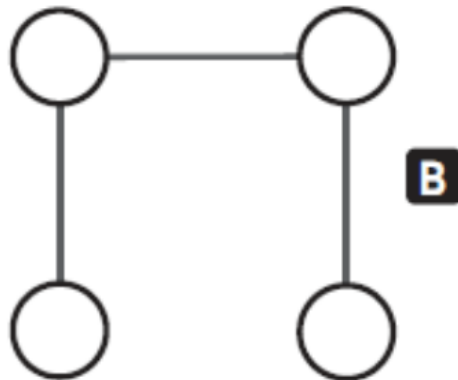
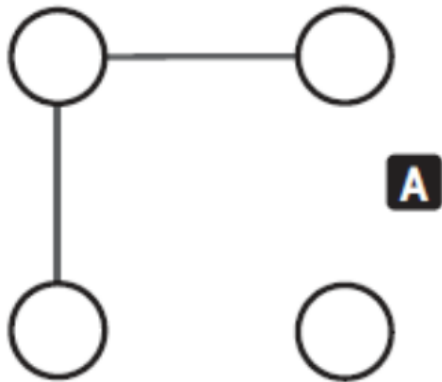
$$C = 0,88$$

$$D = 1$$

KONEKTIVITA SÍTĚ

BETA INDEX

počet hran vůči počtu vrcholů (složitější grafy - hodnota vyšší než 1)



$$\beta = \frac{e}{v}$$

$$A = 0,5$$

$$B = 0,75$$

$$C = 1$$

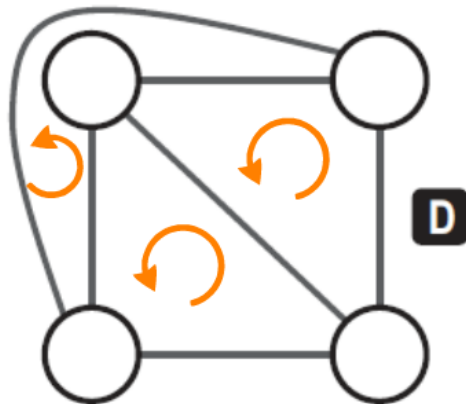
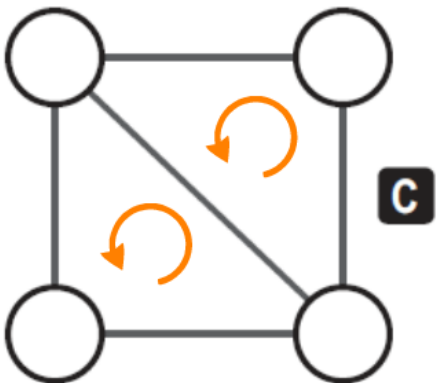
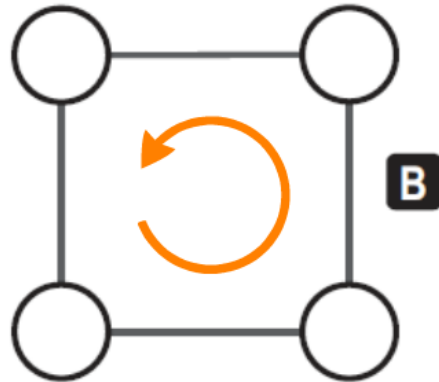
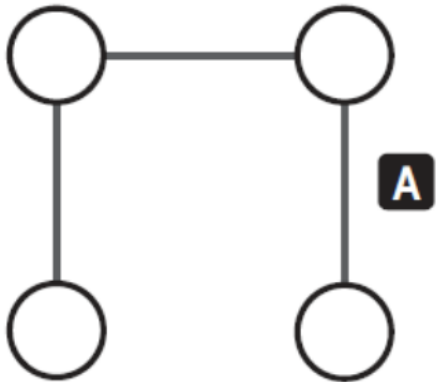
$$D = 1,25$$

KONEKTIVITA SÍTĚ

ALFA INDEX

počet existujících cyklů vůči maximálně možnému počtu cyklů (rozsah 0 až 1)

cyklus (u) = posloupnost hran a vrcholů, kde první a poslední vrchol posloupnosti je stejný



$$\alpha = \frac{u}{2v - 5}$$

pro planární graf!

$$A = 0 \text{ (0 cyklů)}$$

$$B = 0,33 \text{ (1 cyklus)}$$

$$C = 0,66 \text{ (2 cykly)}$$

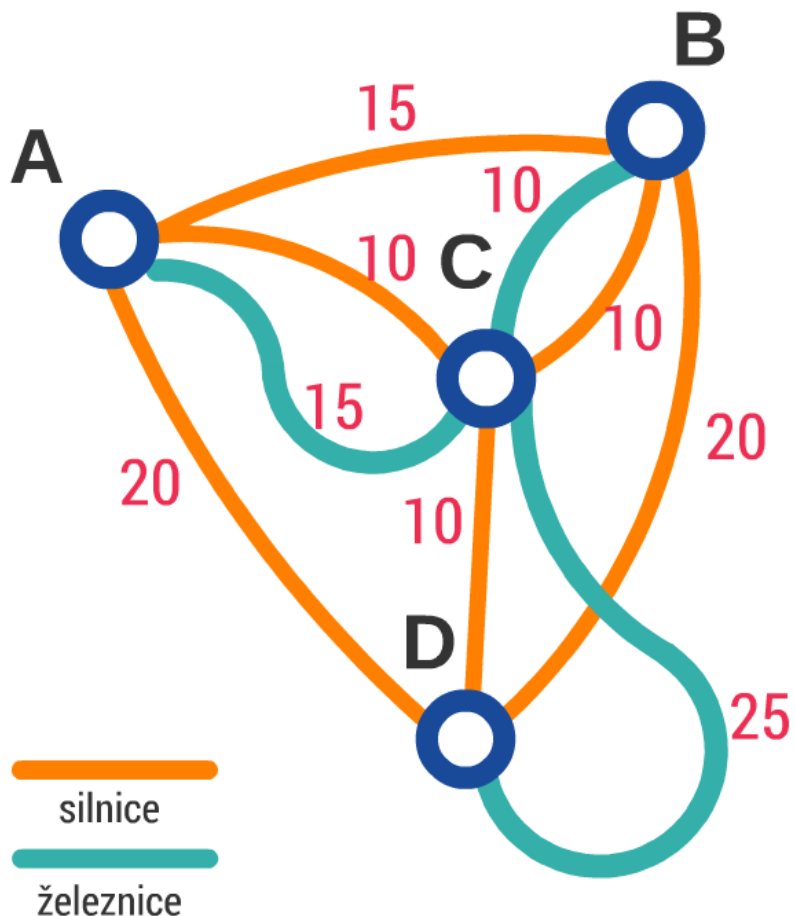
$$D = 1 \text{ (3 cykly)}$$

AKCESIBILITA

ukazatel **snadnosti/obtížnosti pohybu** mezi body/uzly v dopravní síti

ukazatel jde mimo čistě topologický prostor - **uvažuje se vzdálenost**

porovnání efektivity sítě z hlediska obsluhy daného území

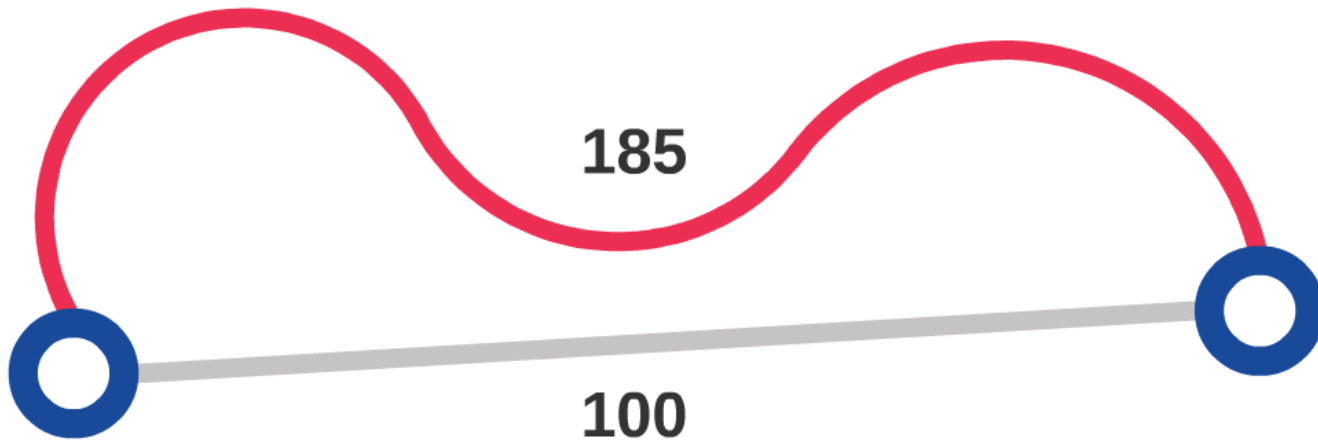


	A	B	C	D
A		15	10	20
B	15		10	20
C	10	10		10
D	20	20	10	
<hr/>				
	45	45	30	50
	11,3	11,3	7,5	12,5
<hr/>				
	170			
	10,6			
	silnice			
	A	B	C	D
A		25	15	40
B	25		10	35
C	15	10		25
D	40	35	25	
<hr/>				
	80	70	50	100
	20	17,5	12,5	25
<hr/>				
	300			
	18,8			
	železnice			

DEVIATILITA

ukazatel míry geografické a ekonomické **efektivity** sítě

rozdíl mezi skutečnou délkou trasy a délkou přímé spojnice dvou uzlů



$$d = \frac{l_R}{l_P} = \frac{185}{100} = 1,85$$

sítě s různou
mírou deviatility?

DĚKUJI ZA POZORNOST