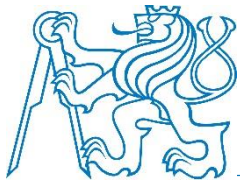


Dopravní plánování a modelování (11 DOPM)

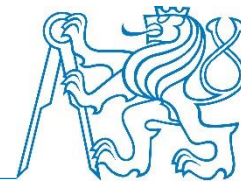
Lekce 8: Dopravní plánování v kontextu Smart Cities

Prof. Ing. Ondřej Přibyl, Ph.D.

Ing. Milan Kříž

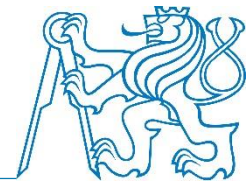


1. Motivace a definice



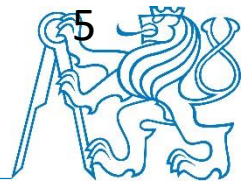
- Jak byste definovali co to je Smart City (chytré město)?
- Co znamená slovo „Smart“?

Definice chytrých měst (výběr!)



1. **IEEE** (Institute of Electrical and Electronics Engineers) „*Smart City sdružuje technologie, vládu a společnost, aby umožnila splnění cílů chytrých měst: chytrá ekonomiky, chytrá mobilita, chytré životní prostředí, chytrí lidé, chytré bydlení, chytrá správa a řízení města.*“ [<http://smartcities.ieee.org/about.html>]
2. **Smart Cities Council** „*Chytré město je celek, který má vestavěné digitální technologie ve všech městských funkcích.*“ [<http://smartcitiescouncil.com/smart-cities-information-center/definitions-and-overviews>]
3. **Department for Business, Innovation and Skills** „*Koncepce není statická, neexistuje absolutní definice chytrého města, žádný konečný bod, jedná se spíše o proces či sekvenci kroků, kterými se města stávají více „obyvatelnými“ a pružnými, a tím, schopné rychleji reagovat na nové výzvy.*“ [<https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-business-innovation-skills>]
4. **Evropská komise** „*Chytré město je místo, kde jsou tradiční sítě a služby poskytovány efektivněji s využitím digitálních a telekomunikačních technologií ve prospěch jejich obyvatel a firem.*“ [<https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-cities>]
5. **Business Dictionary** „*Rozvinutá městská oblast, která vytváří udržitelný hospodářský rozvoj a vysokou kvalitu života tím, že vyniká v několika klíčových oblastech: ekonomika, mobilita, životní prostředí, lidé, bydlení a vláda. Vynikat v těchto klíčových oblastech lze provést prostřednictvím silného lidského kapitálu, sociálního kapitálu a infrastruktury informačních a komunikačních technologií (ICT).*“ [<http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html>]

Definice chytrých měst – preferovaná FD

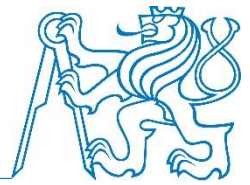


- Podle definice Evropské unie, Smart Cities by měla poskytnout:

*“...a significant improvement of **citizens' quality of life**, an increased competitiveness of Europe's industry and innovative SMEs together with a **strong contribution to sustainability** and the EU's 20/20/20 energy and climate targets.”*



Source: European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities Operational Implementation Plan



- Proč je téma chytrých měst právě teď aktuální?
- Jaká je motivace pro vznik tohoto „vědního oboru“?

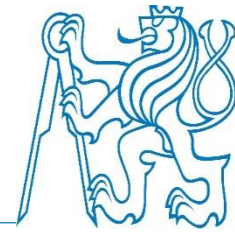
Stav populace – 1950 (UN)



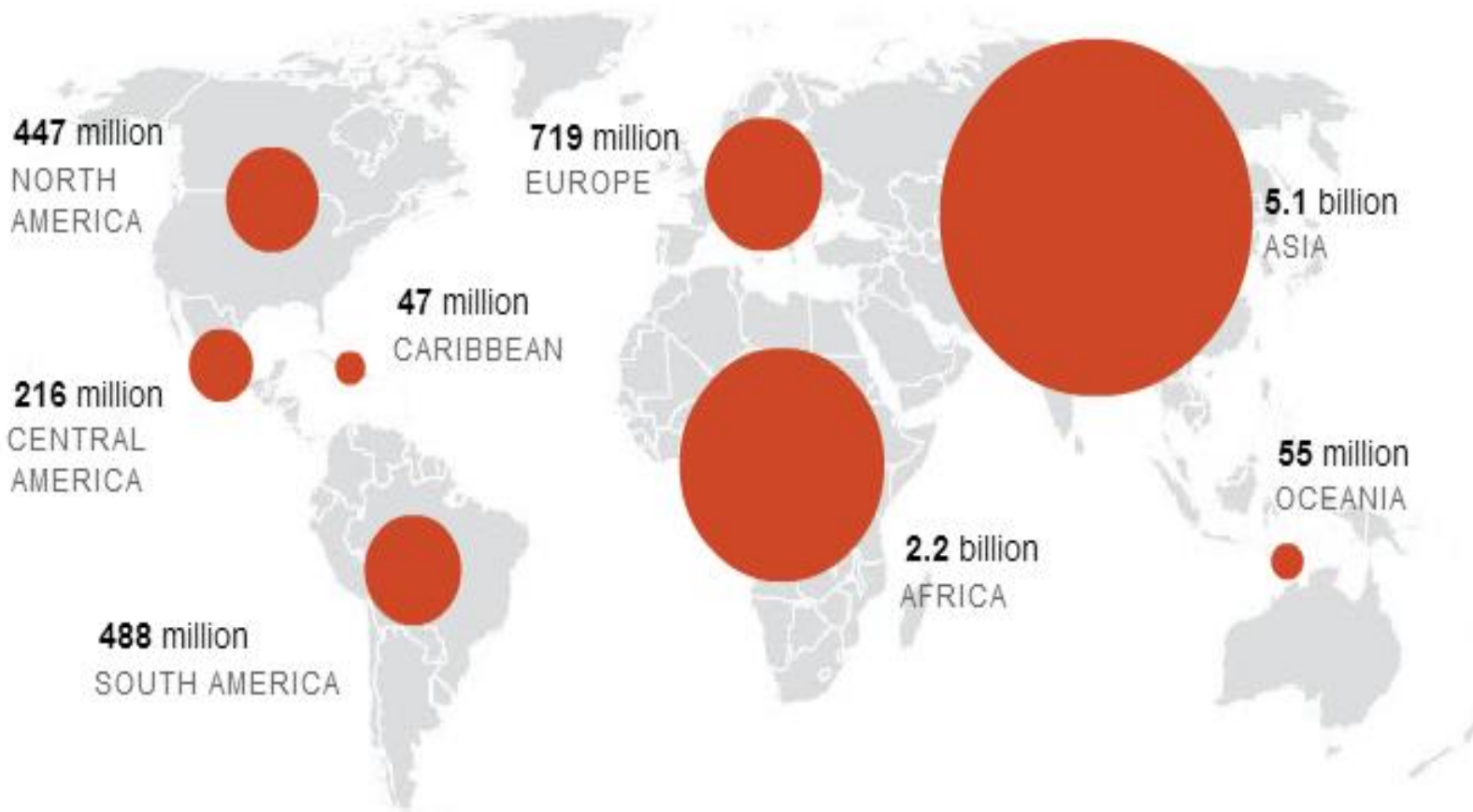
2.5 billion world population

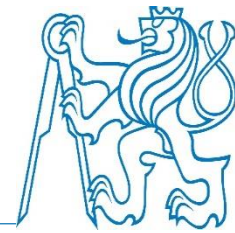


Odhad populace – 2050 (UN)

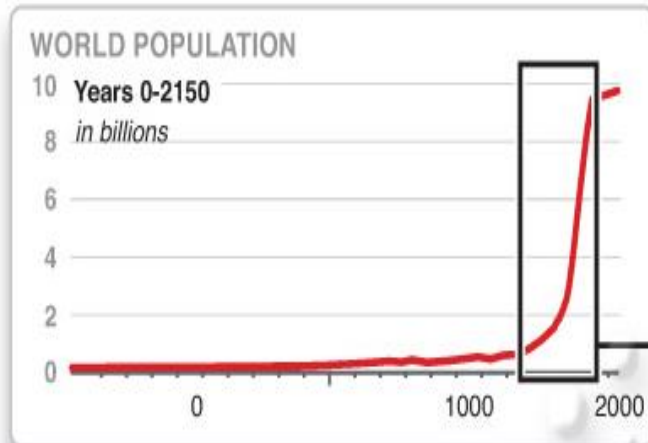


9.3 billion world population

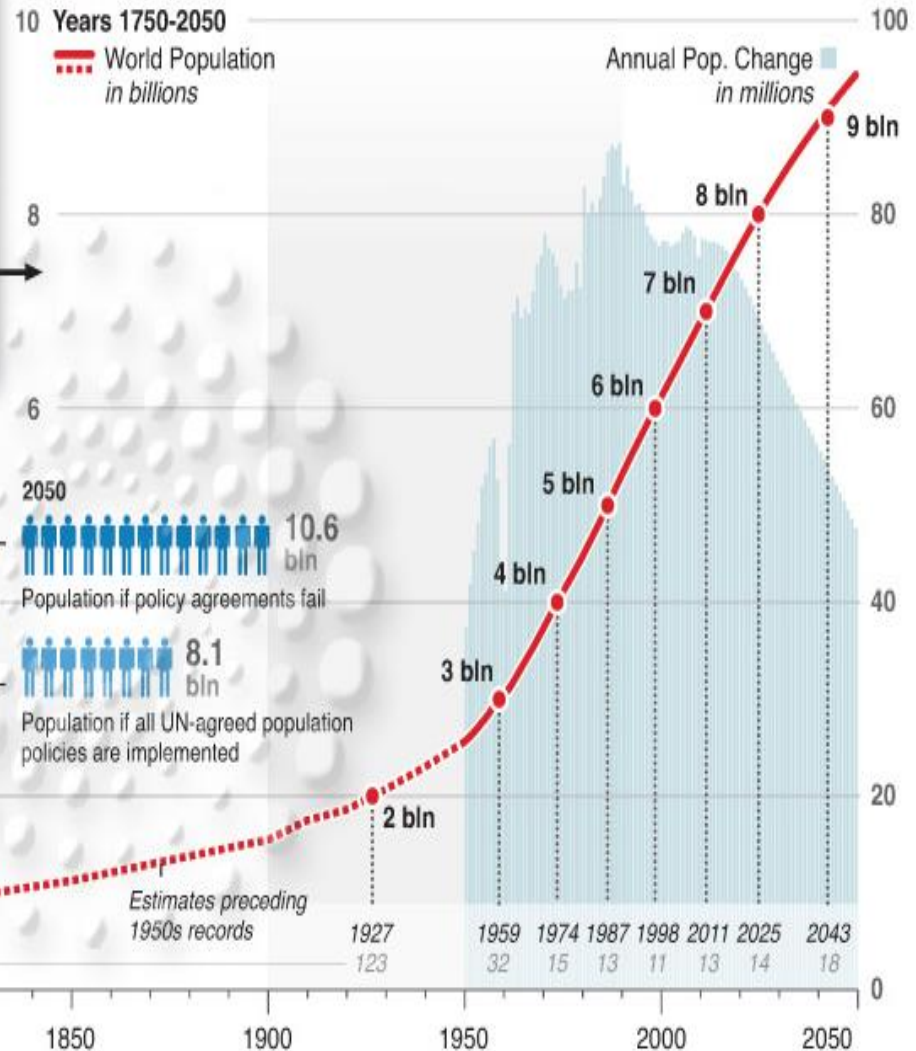




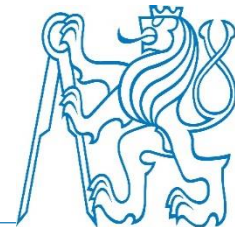
A. Celosvětový růst populace



THE WORLD'S GROWING POPULATION



It took less than a century to reach the next billion people after reaching the first billion in 1804. Since 1960, the world population has doubled. With recent figures putting the annual number of people added to the world population at 80 million per year, the world adds the numerical equivalent of another United States to its population every four years

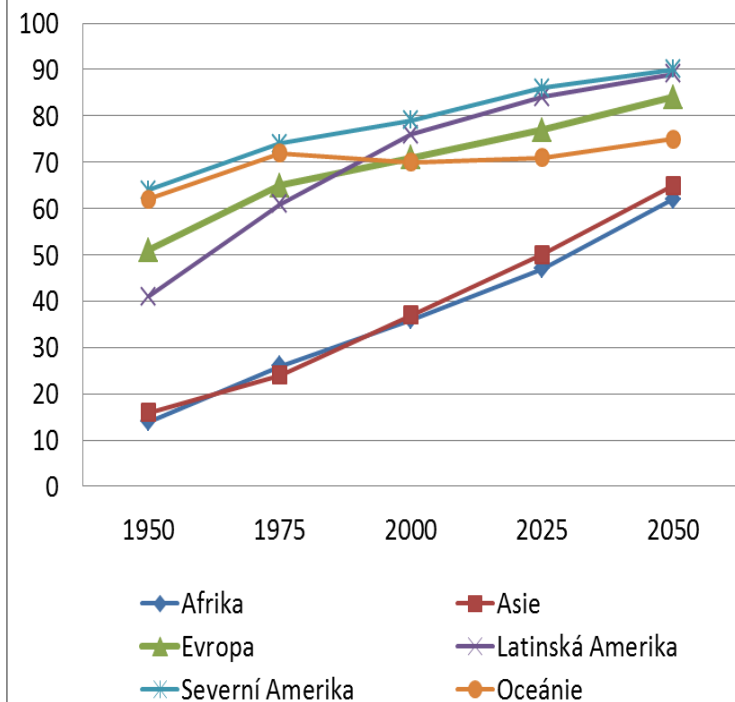


B. Rostoucí urbanizace

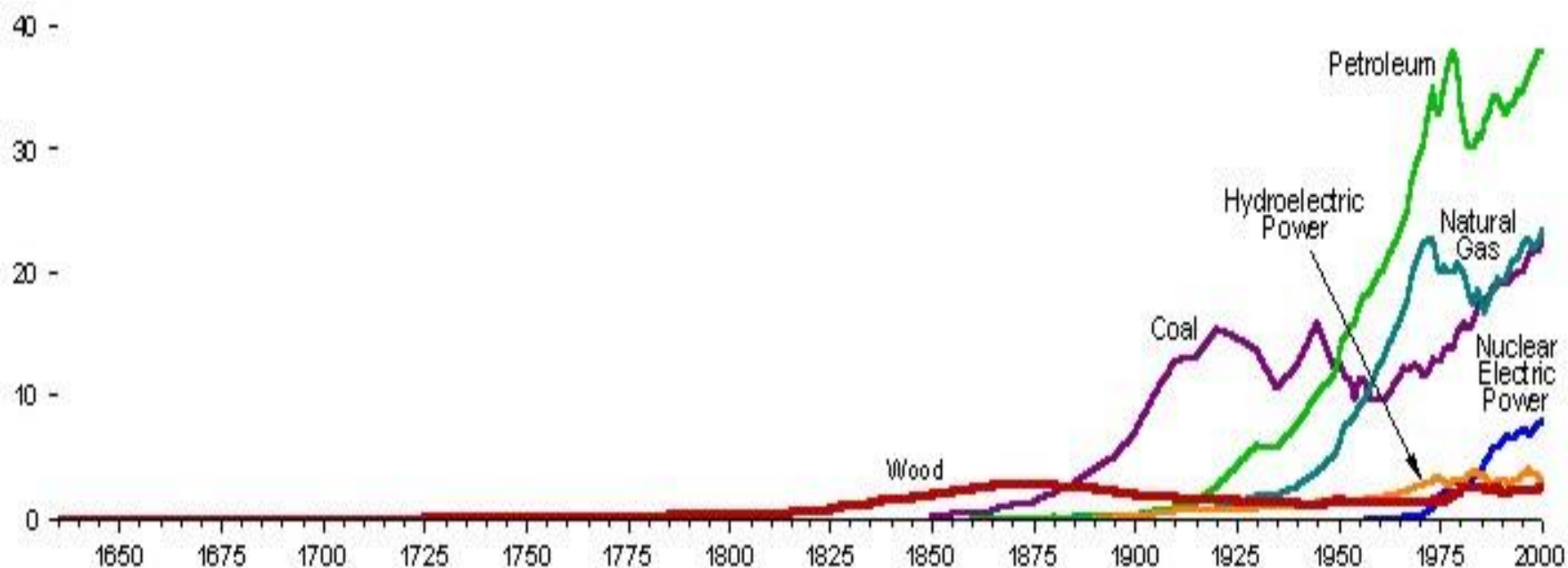
	Afrika	Asie	Evropa	Latinská Amerika	Severní Amerika	Oceánie
1950	14	16	51	41	64	62
1975	26	24	65	61	74	72
2000	36	37	71	76	79	70
2025	47	50	77	84	86	71
2050	62	65	84	89	90	75

- V roce 1950 existovala pouze jedna metropolitní oblast s více jak 10 milióny obyvatel (New York)
- v roce 1975 bylo takovýchto oblastí pět,
- v roce 2000 již devatenáct a v roce 2015 jich je dvacet tři.

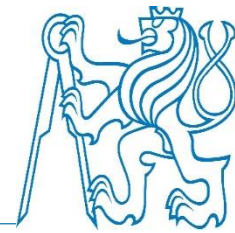
Procento obyvatel žijících ve městech



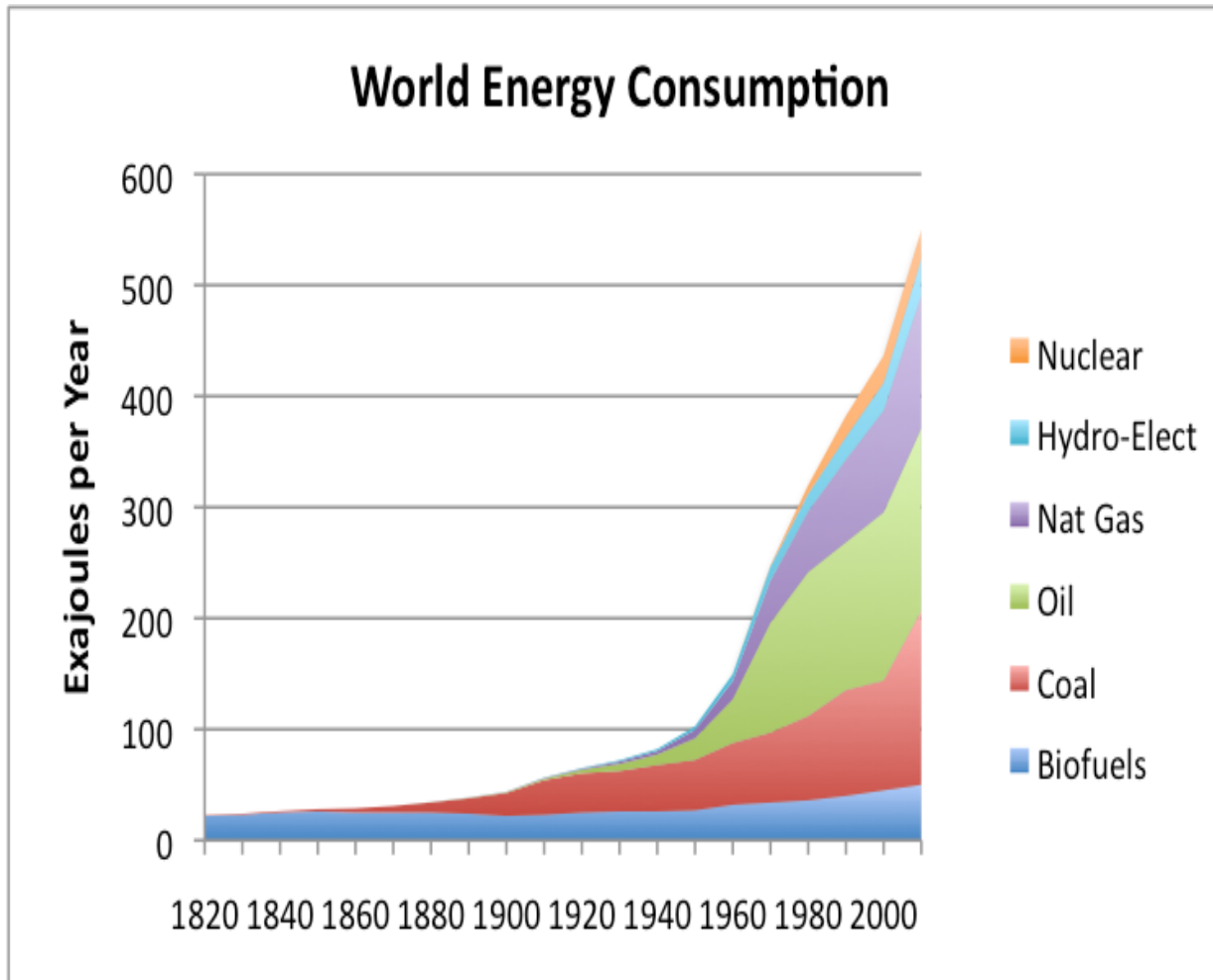
C. Rostoucí spotřeba energií



<https://www.wou.edu/las/physci/GS361/electricity%20generation/HistoricalPerspectives.htm>

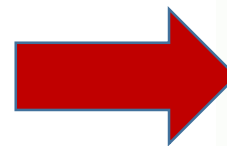
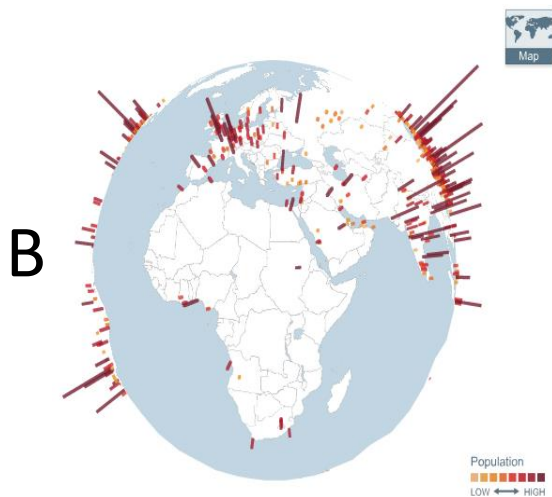
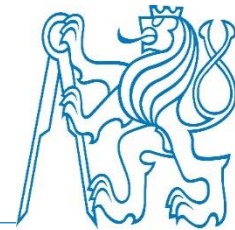


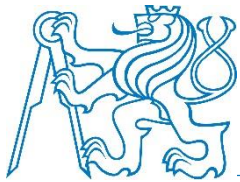
C. Rostoucí spotřeba energií (detail)



- Nuclear
- Hydro-Elect
- Nat Gas
- Oil
- Coal
- Biofuels

Proč je téma chytrých měst aktuální? Shrnutí

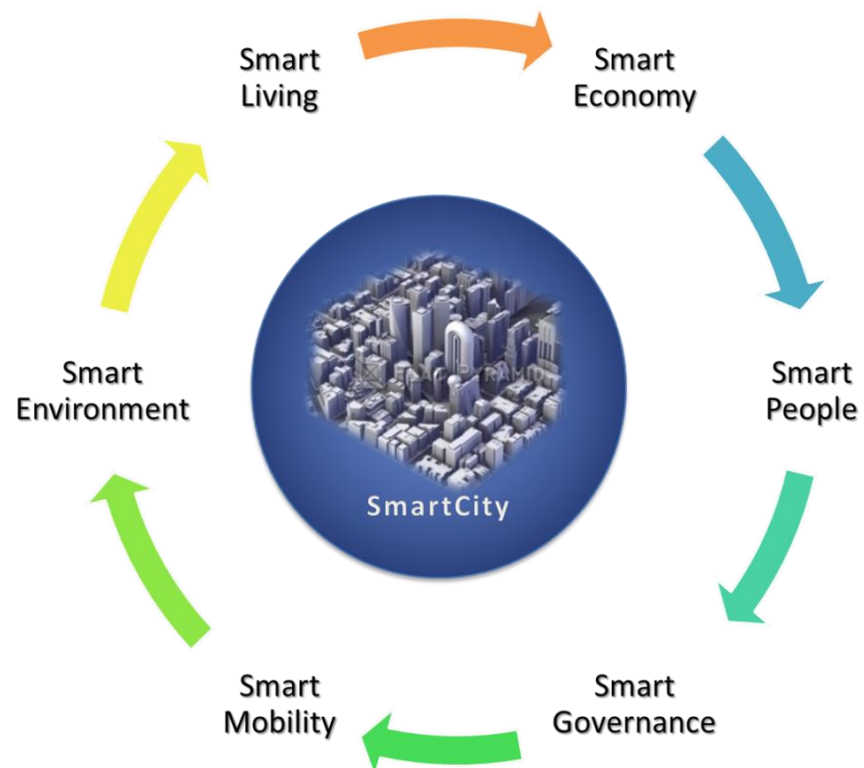




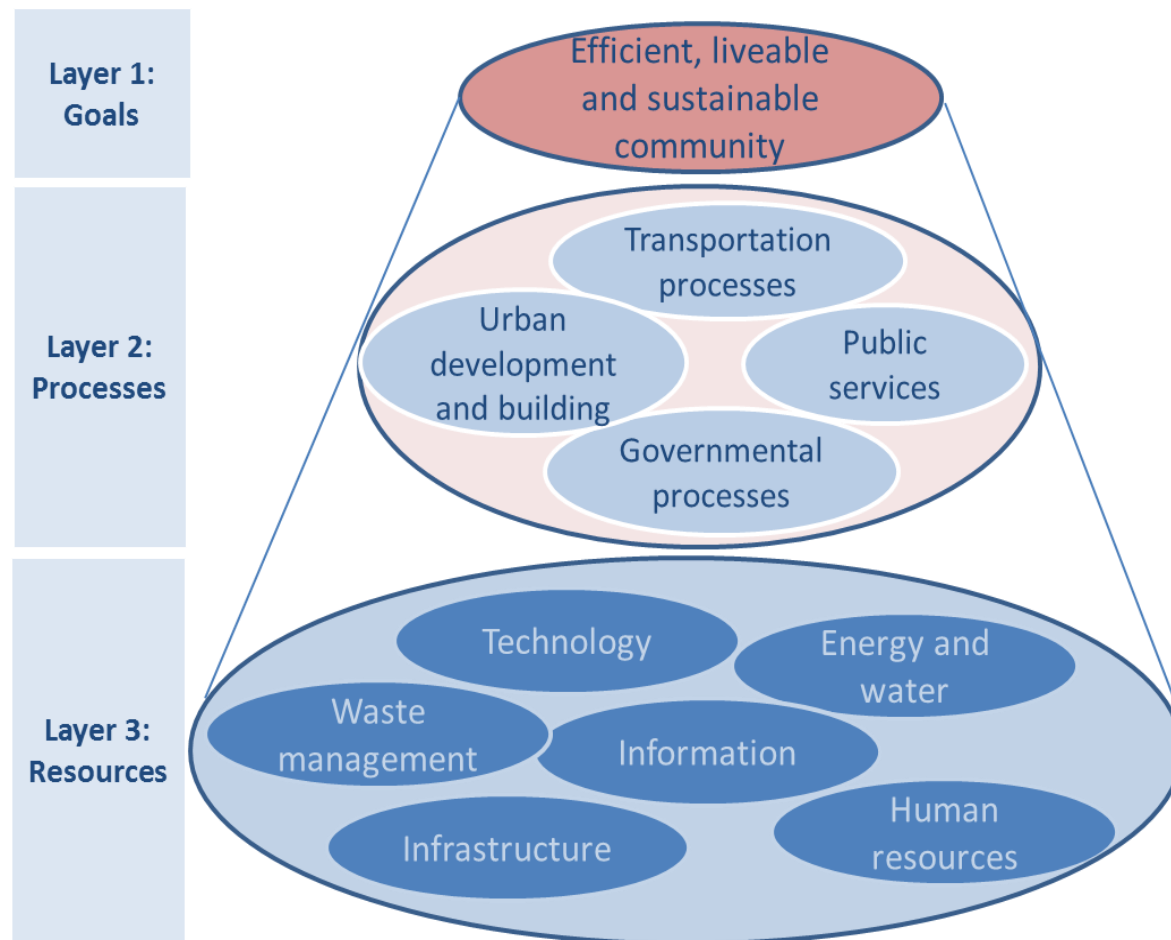
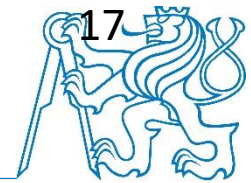
2. Koncept chytrých měst

Základní principy chytrých měst

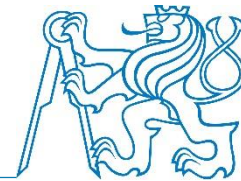
- SC by se měla zaměřit na **města příjemná pro život** a nejen **high-tech!**
- SC jsou založena na **využívání** (omezených) **zdrojů**, zejména jejich **sdílením**
- Jednotlivé oblasti SC není možné vnímat odděleně
- **Spolupráce a interdisciplinarita**
- Cílem je zvýšení individuální kvality života a zajištění udržitelnosti



Základní principy chytrých měst



O čem jsou chytrá města?



Zaměření FD

System Architecture and Engineering

- Definitions and Objectives
- Matrices and KPIs
- System architecture, System decomposition and Scope definition
- Processes, Methodologies, User needs

Nástroje

Sensor networks

Communication networks

Big data management

Mathematical algorithms
and artificial intelligence

Internet of things

Smart mobility and
urbanism

Smart governance

Sociology

Smart structures

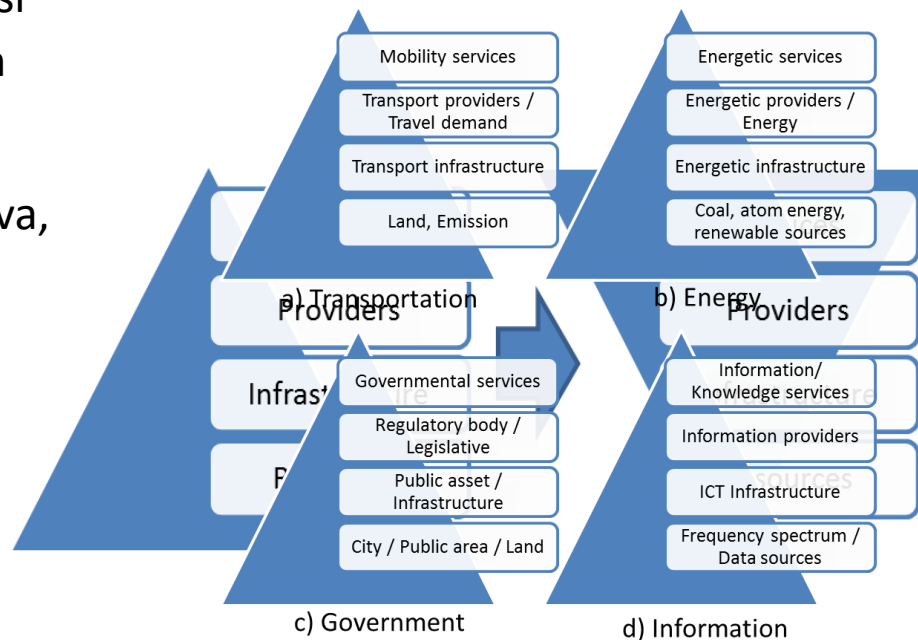
and many others

Navržený rámec chytrých měst

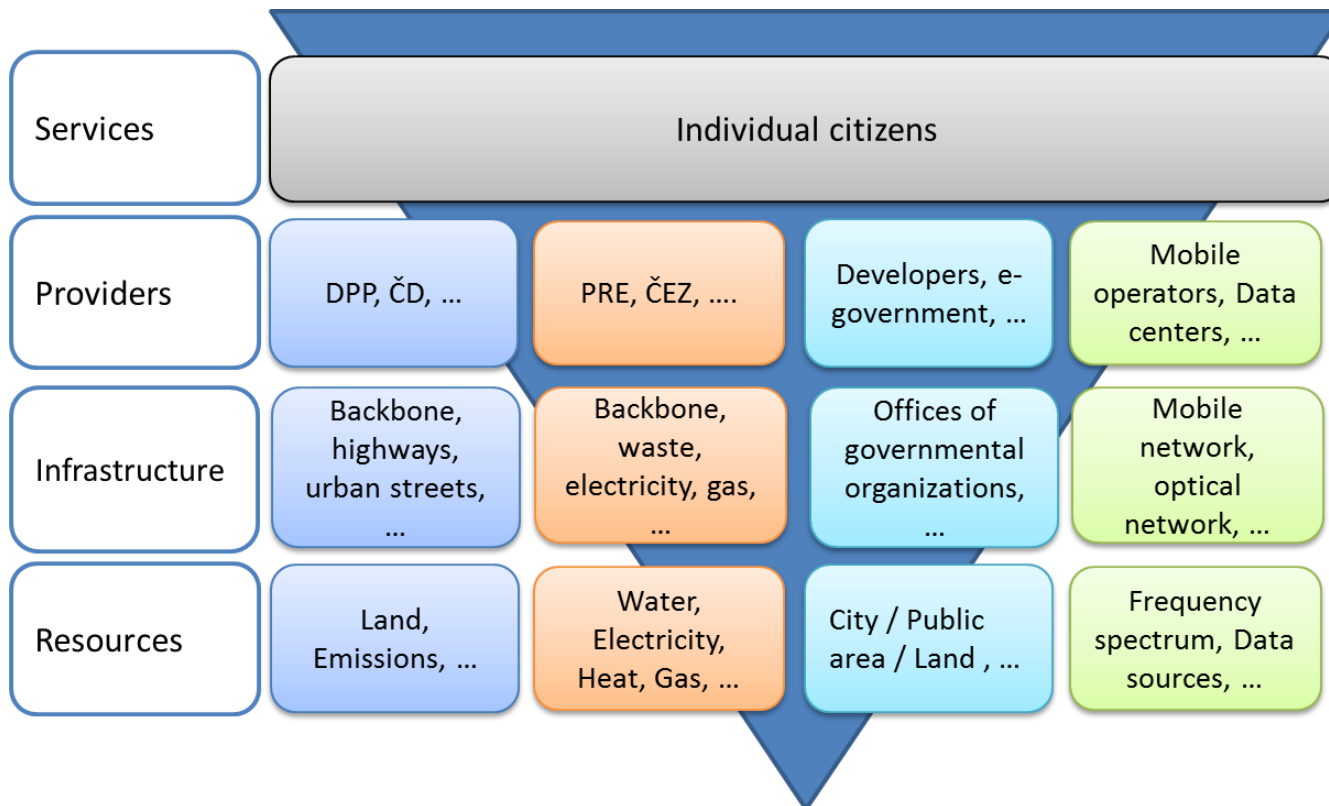
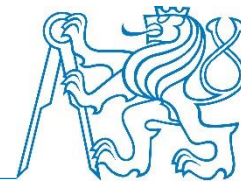


Přístup orientovaný na služby

- Tradiční přístup rozdělí město na oblasti
- Tyto oblasti potom vychází z dostupné infrastruktury a zdrojů (spodní úroveň)
 - Tyto úrovně jsou základem pro financování
- V případě chytrých měst je třeba se zaměřit na vrchní úroveň – služby občanům
- Cílem tedy musí být poskytnout co nejlepší služby občanům s minimálním využíváním zdrojů a infrastruktury
- Jednotlivé subsystémy (energetika, doprava, ...) musí spolupracovat k dosažení synergického efektu



Příklad navrženého přístupu



Definice cílové funkce



Abychom se mohli snažit o řízení a modelování, musíme nadefinovat cílovou funkci:

$$\begin{aligned} \max \Phi_c &= \max \sum_i QoL_i \quad \forall i \in I_c & \Phi_c & \text{quality of life of the individual inhabitants} \\ \min \psi_c &= \min \sum_j R_j \quad \forall j \in L_c & I_c & \text{city population} \\ & & \Psi_c & \text{resources utilization} \\ & & R_j & \text{pool of resources} \\ \Gamma_c &= \text{const} & \Gamma_c & \text{city identity} \end{aligned}$$

- Je třeba vždy pracovat s pojmem **identita města**, která nesmí být za oběť optimalizacím
- Kvalita života je vysoce individuální
 - Je třeba aplikovat přístupy z sociálních věd, například pojem **životní cyklus**
- Je třeba se naučit pracovat s **pojmy jako je štěstí či spokojenost**



1. Strategická úroveň

- Dlouhodobé plánování, budování infrastruktury, ...

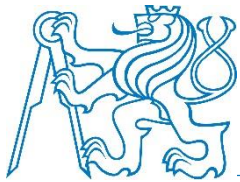
2. Taktická úroveň

- Plnění taktických cílů, týdenní či měsíční báze

3. Operativní úroveň

- Monitorování a rozhodování na denní bázi

- V každé úrovni je třeba nadefinovat své vlastní indikátory kvality
Level Performance Indicators (LPIs)
- Toto komplikuje jakoukoli optimalizaci

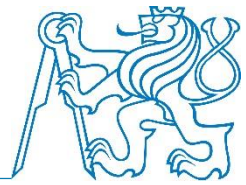


3. Jak měřit chytrá města?

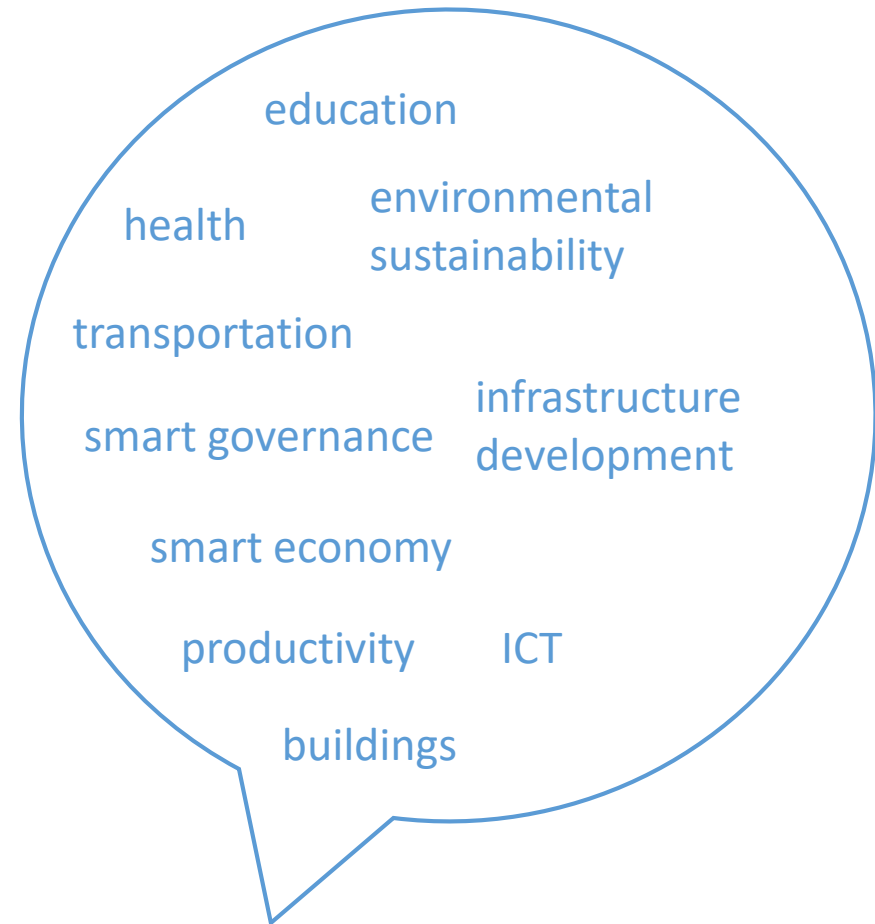


- Rozmyslete si klíčové parametry chytrých měst.
- Co určuje jejich „chytrost“?
- Jak tuto chytrost budeme měřit?

Jak měřit chytrost měst?



- (Téměř) každá organizace má vlastní ukazatele:
 - ISO – ISO 37120 and ISO 37150
 - EU - Mapping Smart Cities in the EU
 - UN – UN Habitat Program
 - ITU – Overview of key performance indicators in smart sustainable cities
 - Fraunhofer – Morgenstadt Project
 - GSMA – Guide to Smart Cities: The Opportunity for Mobile Operators



A kde je pohled občanů?

KPIs chytých měst?

Klasické KPIs

- ITU



Dimension #	Dimension	Sub-dimension #	Sub-dimension
D1	Information and communication technology	D1.1	Network and access
		D1.2	Services and information platforms
		D1.3	Information security and privacy
		D1.4	Electromagnetic field
D2	Environmental sustainability	D2.1	Air quality
		D2.2	CO ₂ emissions
		D2.3	Energy
		D2.4	Indoor pollution
		D2.5	Water , soil and noise
D3	Productivity	D3.1	Capital investment
		D3.2	Employment
		D3.3	Inflation
		D3.4	Trade
		D3.5	Savings
		D3.6	Export/import
		D3.7	Household income/consumption
		D3.8	Innovation
		D3.9	Knowledge economy
D4	Quality of life	D4.1	Education
		D4.2	Health
		D4.3	Safety/security public place
		D4.4	Convenience and comfort
D5	Equity and social inclusion	D5.1	Inequity of income/consumption (Gini coefficient)
		D5.2	Social and gender inequity of access to services and infrastructure
		D5.3	Openness and public participation
		D5.4	Governance

Jak je možné měřit kvalitu života?



All common approaches to Quality of Life focus on general, high level city indicators!

Our objective is to understand:

- what effects *Quality of Life of individual citizens* and
- how individual citizens perceive *particular SC strategies*

Approaches:

1. Citizens' surveys
2. Analysis of social network
3. Gaming – Virtual cities

Individuální hodnocení strategií pro Smart Cities
Část III - Mobilita

13

Podnikáte pravidelnou cestu do zaměstnání či do školy?

Prostředek zvolte "ne", pokud pracujete ve vzdálené CC.

- ano
- ne - místo zaměstnání není pravidelné
- ne - pracuji doma
- ne - jsem v důchodu / v domácnosti / v současně době nezaměstnaný
- jiná odpověď (uveďte):

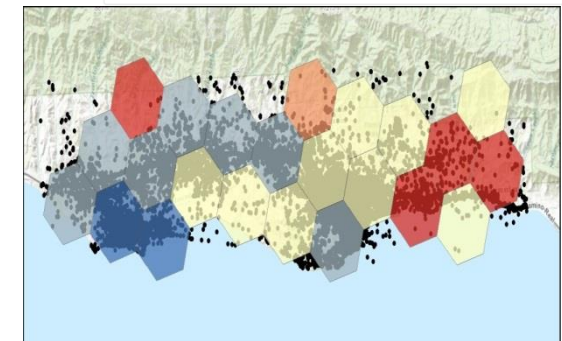
Napíšte vlastní odpověď:

Zdroj: DOPM 2014

14

Jaké dopravní prostředky obvykle využíváte pro cestu do zaměstnání nebo školy a kolik času v nich obvykle trávíte (v minutách)?

	cesta tímto dopravním prostředkem mi zabere	pouze pro MHD: kolikrát musíte přestoupit?	pouze pro osobní automobily: využíváte parkování P+R?
chůze			
kolo			
elektrokolo			
motocykl			
osobní automobil			
sdílení osobního automobilu (car sharing)			
MHD			



1. let's ask individual citizen

All common approaches to Quality of Life focus on general, high level city indicators!

Our objective is to **understand**:

- what effects *Quality of Life of individual citizens* and
- how individual citizens perceive *particular SC strategies*

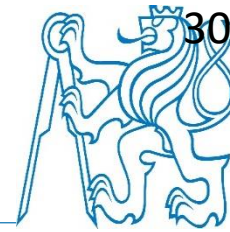
Survey must be conducted.

If it is done properly, we can:

- **understand** how individual citizens perceive particular SC strategies
- **model** the effect of particular SC strategies
- **influence** the quality of life for particular target groups



1. survey - Individual Perception of SC Strategies



Socio-demographic characteristics

- Creating a socio-demographic profile of each respondent and of his/her household.

Usage of ICT and smart applications

- Determine the extent of the ICT solutions and smart applications use by respondent and his/her ability to use them.

Mobility

- Determine typical mobility patterns while commuting to work, local government institutions and entertainment.

City infrastructure and public space

- Respondent's perception of the city's infrastructure quality and usage of public space in the city.

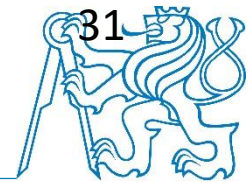
Smart governance

- Determine the degree to which the municipality uses ICT and smart applications.

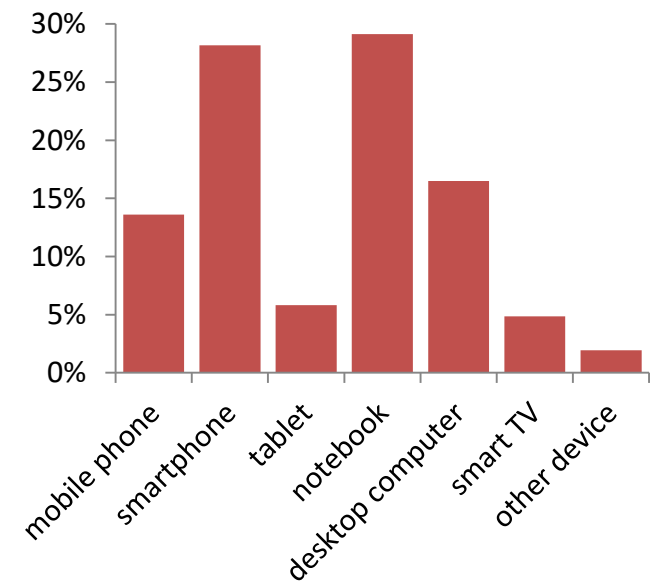
Environmental sustainability

- Measures implemented by the municipality in order to balance development and environmental protection.

pilot survey evaluation – selected results

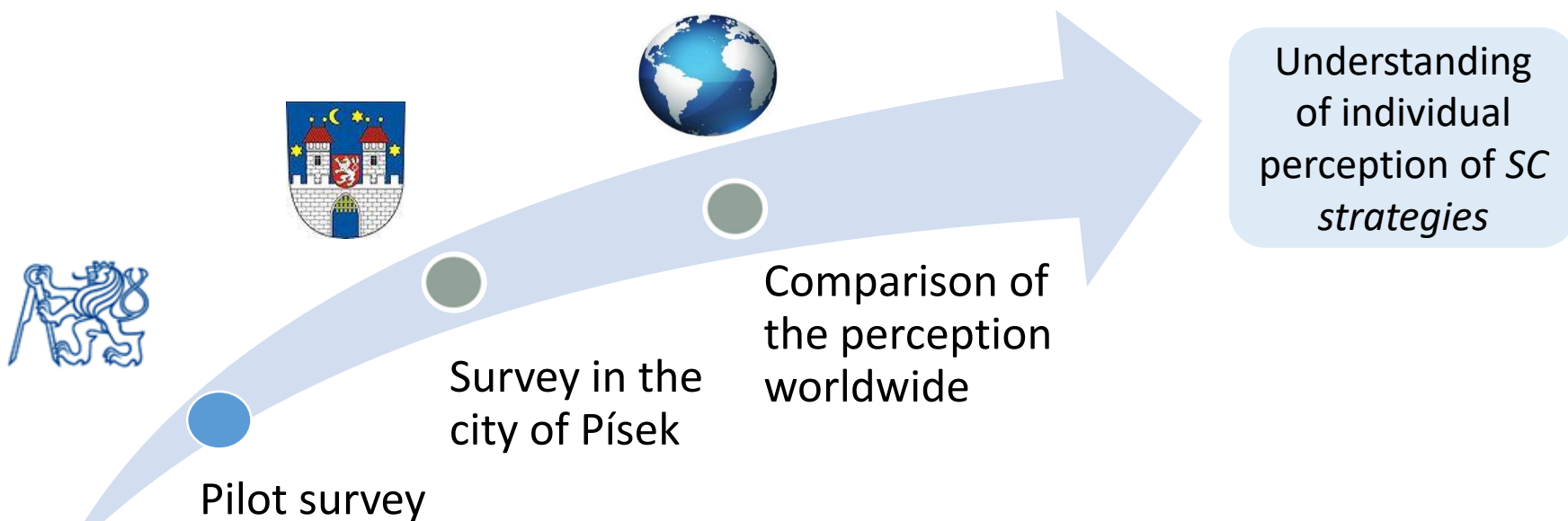


- **43.9 % of respondents regularly undertake longer trip** (e.g. for weekend)
- **68.3 % seek information before such trip**
 - connections, other services such as weather forecast, opening hours and traffic
- **80.0 % occasionally change travel plans** based on acquired information
- **Information is mostly acquired from websites**, only 12.5 % use applications
- traffic, connections and parking information is perceived to need improving
- electronic devices used most frequently during the day include notebook and smartphone
- 85.3 % consider themselves to be common or advanced users of electronic devices



What is next ?

- current Smart Cities approaches focus on general city indicators
- proposed approach allows us to **understand motivation and behavior of citizens**
- motivation and behavior patterns can be further analyzed using system oriented Smart City model supported by Multi-Agent Systems
- results will allow adopting the right measures and strategies



B. „Dolování“ sociálních sítí



• Hledání „šťastných“ slov

A

adore
affable
agreeable
amiable
amusing
animated
appealing
as happy as a clam

B

beaming
beatific
beautiful
bliss
blissful
blithe
bowl over
buoyant

E (Continued)

elation
enchanting
endearing
energized
engaging
enjoyable
entertaining
euphoria
euphoric
excited
exhilarated
exuberance
exultant
exultation

F

favorable
fine

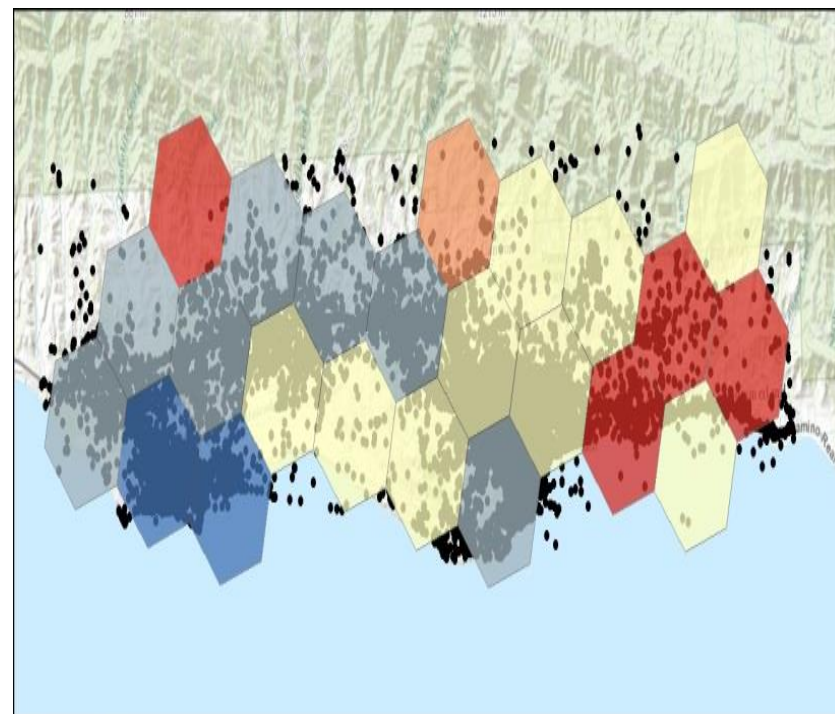
H

happiness
happy
happy as a clam
heartening
heartwarming
heavenly
high
high spirits
hilarious
hopeful

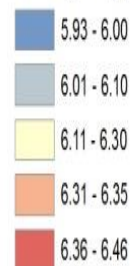
I

in a good mood
in good spirits
in seventh heaven
invigorated

J



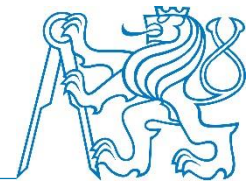
Average Happiness



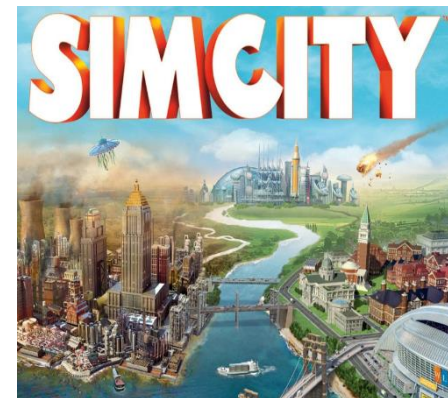
• Tweet Location



C. Virtuální města



- Inspirace v Second life / SimCity

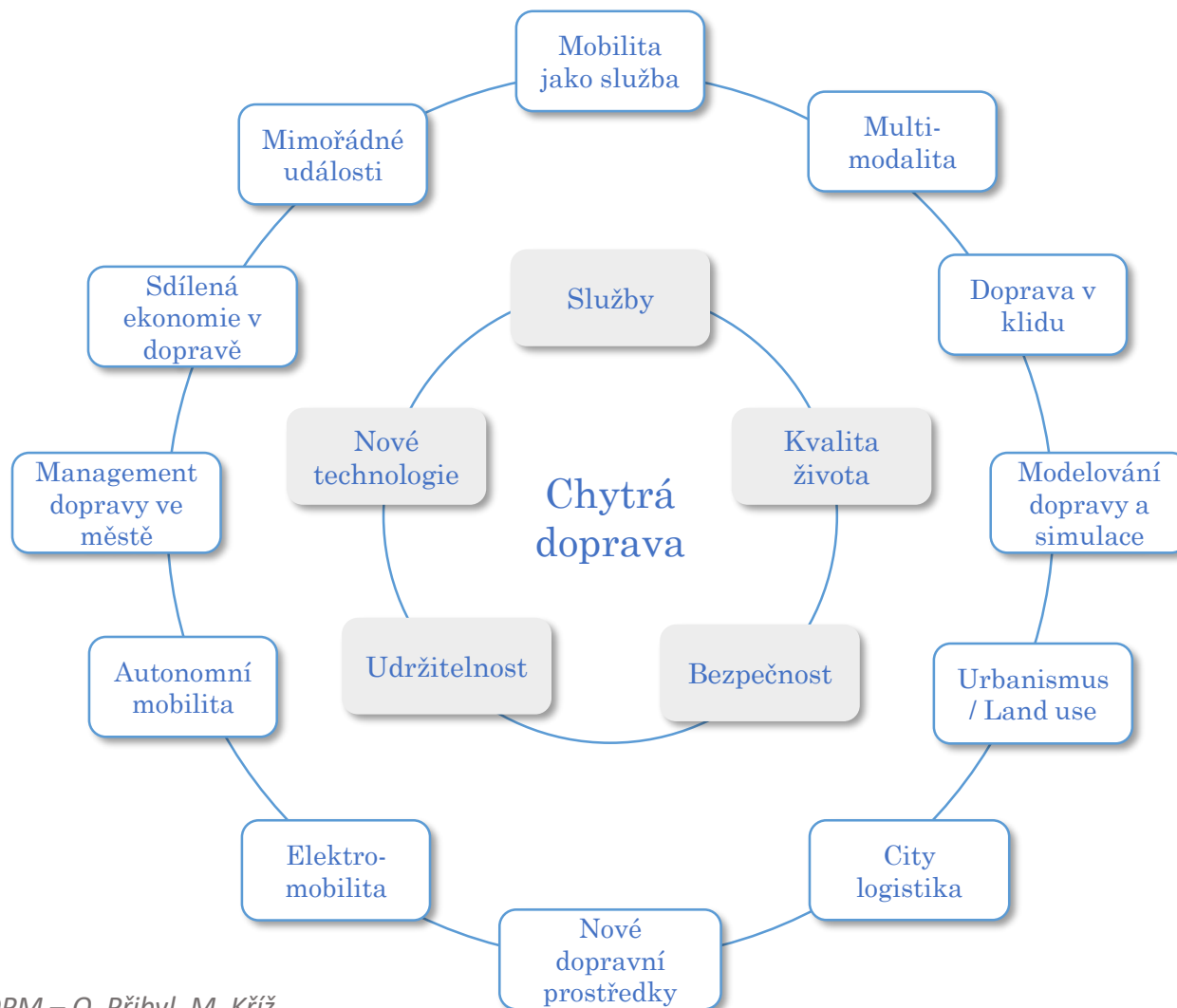
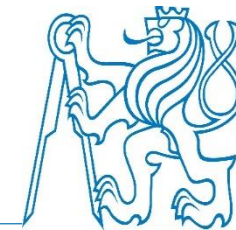




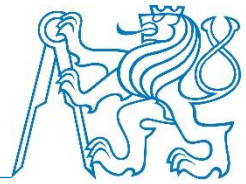
4. Nové dopravní úlohy v kontextu chytrých měst



Chytrá mobilita



Nové dopravní prostředky



- 3D city
 - Ukázka projektu SkyTran budovaném v Tel Avivu
 - Transit Elevated Bus - Ukázka prototypu TEB v čínském městě Qinhuangdao
 - Autonomní dron Ehang 184, který unese lidskou posádku
- Ukázka transportního systému Hyperloop

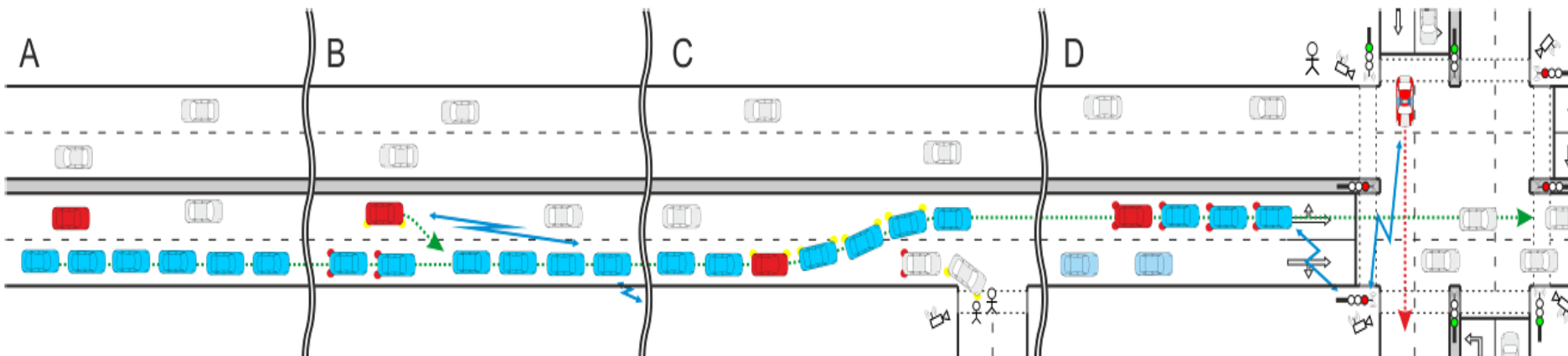


Doprava a chytrá města

Nové úlohy



- Zapracování konceptu sdílení (auta, kol, taxi a další) do managementu měst
- Je třeba se zaměřit na služby obyvatelům a zajistit minimální garantovanou kvalitu služeb (SLA)
- Zvýšené využívání chytrých telefonů (navigace od domu k domu, individuální navigace, parkovací aplikace, placení apod.)
- Zaměření na autonomní vozidla
 - Mobilita
 - Nové koncepty řízení města



Nové dopravní úlohy

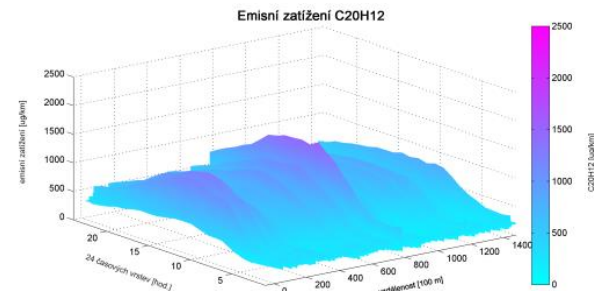
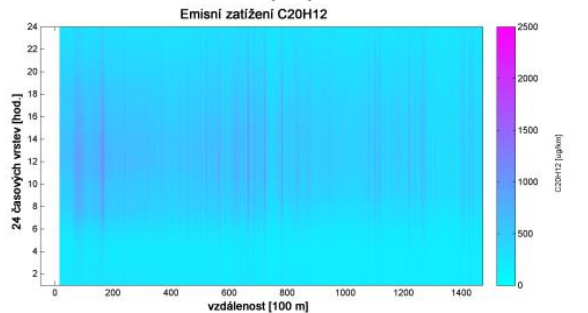
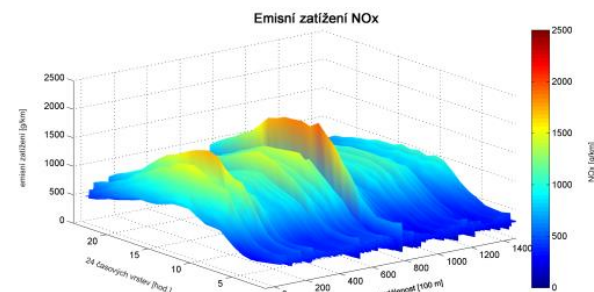
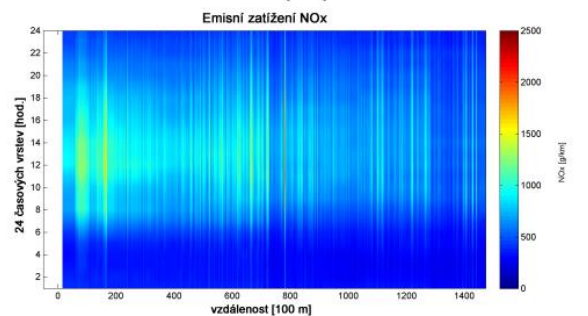
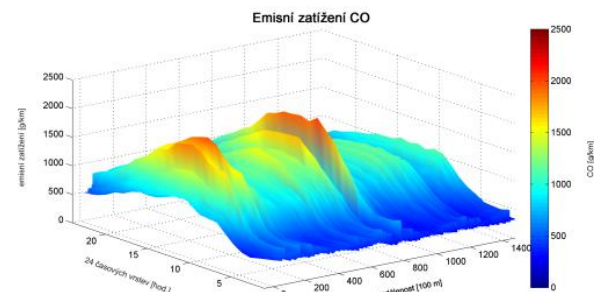
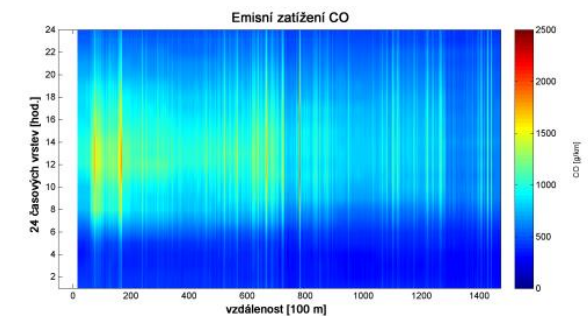


Model inputs:

- Emission characteristics of different vehicles
- Traffic data

Indirect methods for modelling:

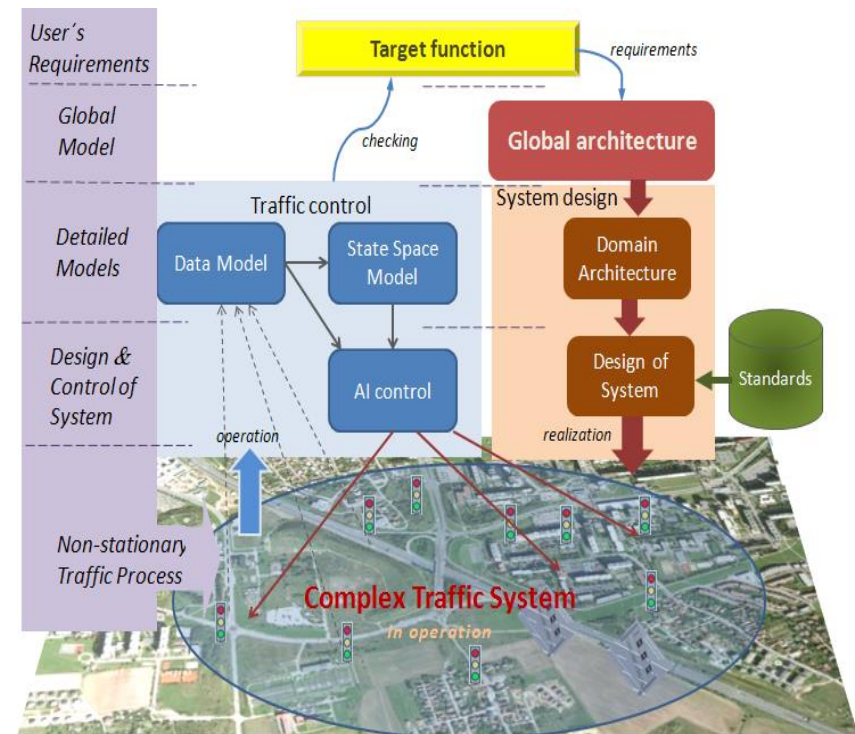
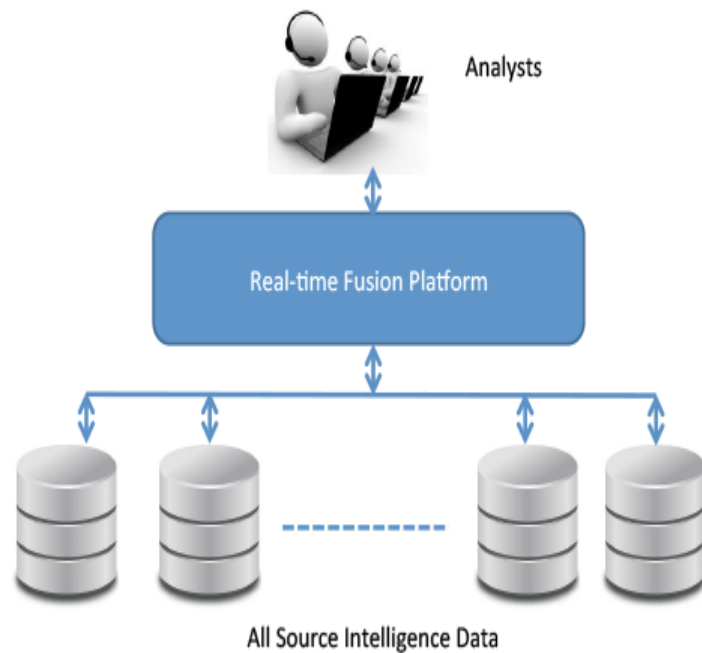
CO, CO₂, NO_x, NO₂,
SO₂, C₂₀H₁₂, PM,



Know-how management a fúze dat



- Fúze dat z různých zdrojů
- Matematické nástroje pro hledání hlavních ukazatelů
- Tvorba tzv. mentálních modelů
- Ontologie pro uchování znalostí



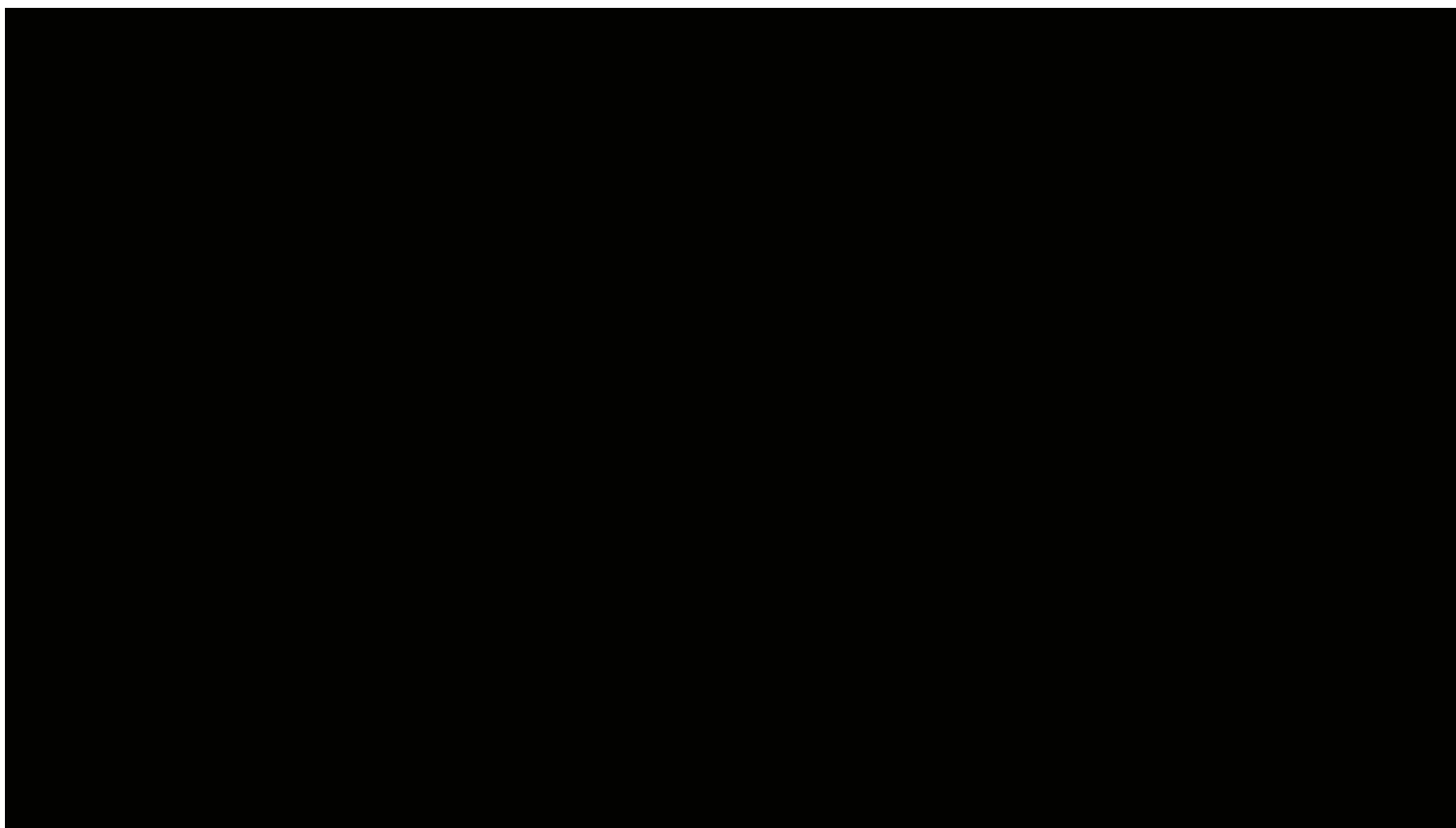
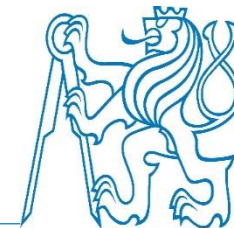
Městská logistika



- Zaměření zejména na koncept poslední míle
- Nové obchodní modely
 - Crowdsourcing
 - A další
- Nové dopravní prostředky
 - Drony,
 - Autonomní vozidla,
 - A další



Bude takto vypadat budoucnost našich měst?



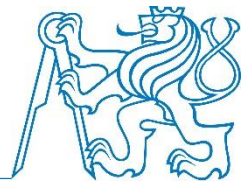


Děkuji Vám za pozornost

Ondřej Přibyl

pribylo@fd.cvut.cz

Významné zdroje



- Geography of transport:
<https://people.hofstra.edu/geotrans/index.html>