

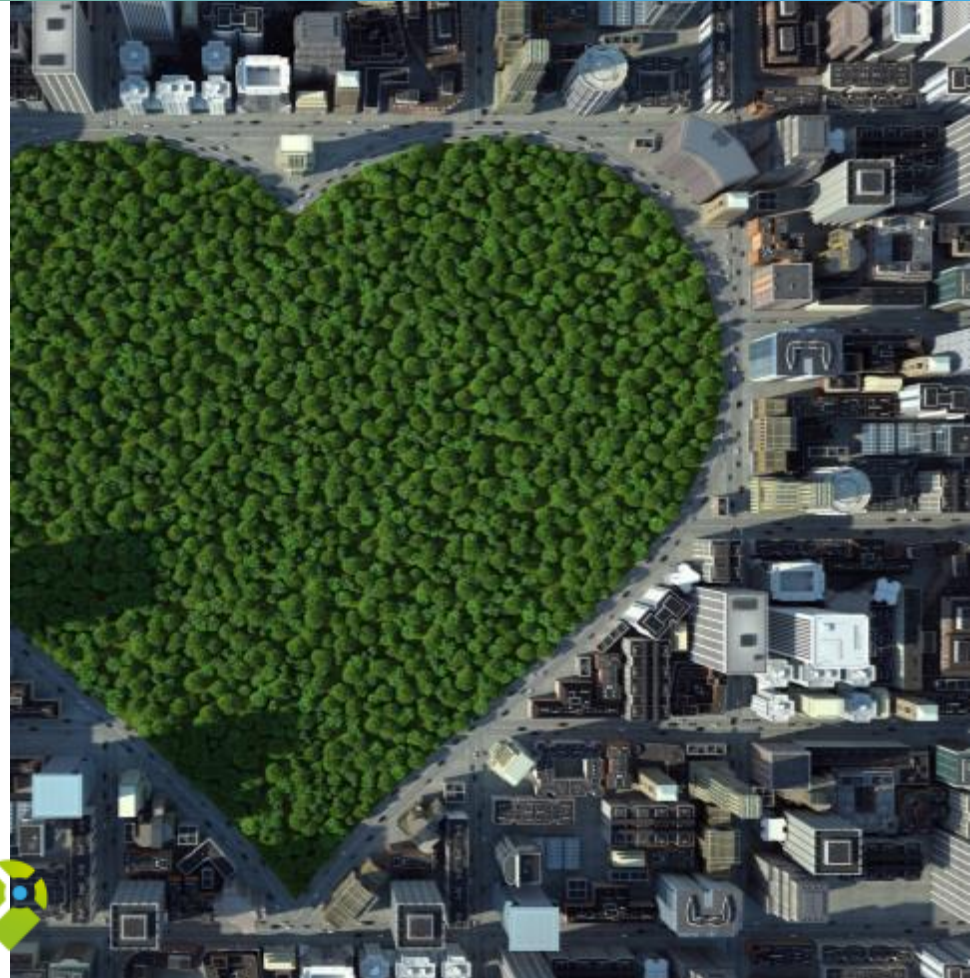
Tepelná zranitelnost města a jeho uživatelů. *Heat vulnerability of the city and its users.*

10.6.2023

Sagnik Bhattacharjee

Obsah

- Kontext/ *Context*
- Zvýšení resilience pomocí městského plánování/ *Increasing resilience through urban planning*
 - Identifikace ohnisek/ *Identification of hotspot*
 - Návrh řešení/ *Proposal for solution*
 - Simulace scénářů/ *Simulation scenarios*
- Uznání a ocenění/ *Recognition and awards*

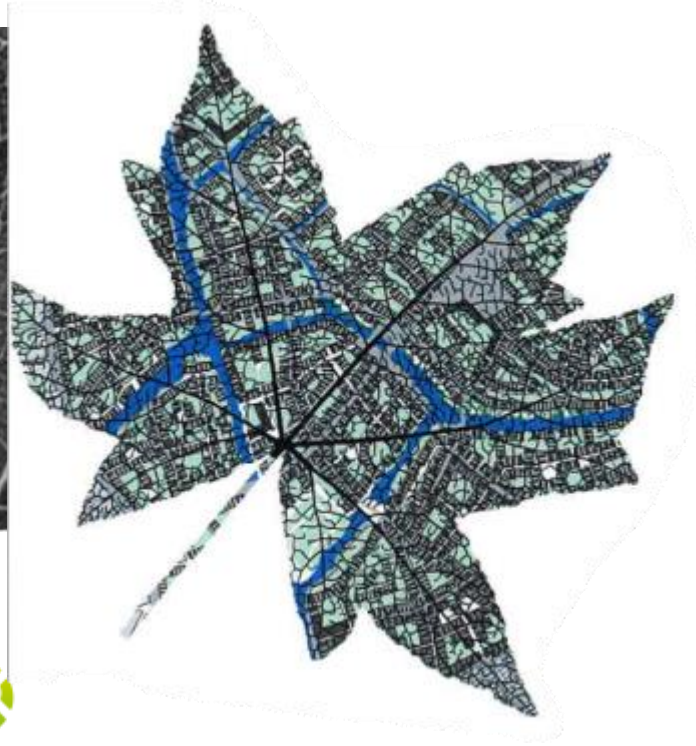
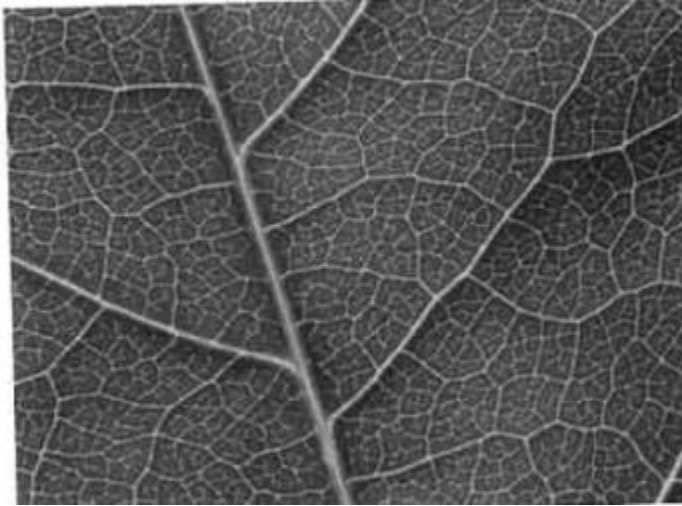


Kontext/ *Context*



A City is Not a Tree

ale Semi-Lattice (polosvaz), resp. Complex Network, resp. Fractal Structure



Serge Salat, „Cities and Forms“



Město je/ A City is ...

- sociální a prostorová entita / *social and spacial entity*
- vícevrstvá fraktálová struktura, kterou je nutné přizpůsobit novým technologiím / *multilayered fractal structure which has to be adjusted to new technologies*
- místem setkávání lidí, prolínání míst a vystavěných prvků a mezer / *people 's meeting place, intersection of places and built structures and voids.*
- energeticky efektivní a udržitelné pokud dobře fungují propojení / *energy efficient and sustainable when connections function well*

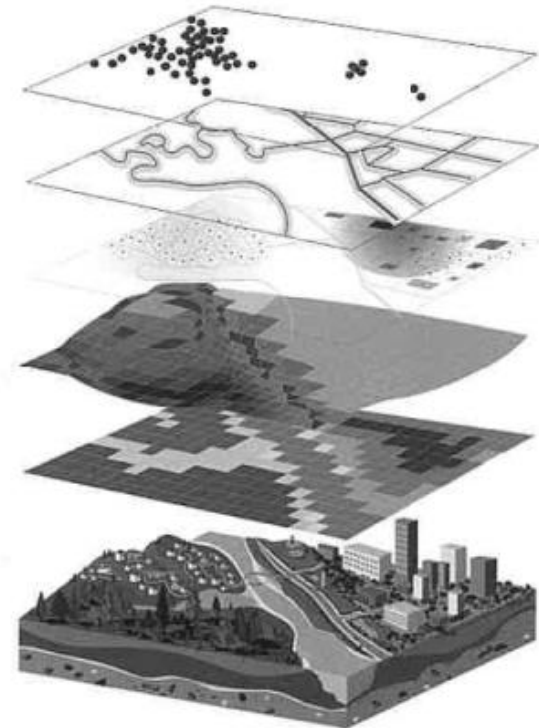
Město není/ A City is NOT ...

- Le Corbusierovým nebo klimatickým and energetickým strojem/ *Le Corbusier or climate and energy machine*



6 úrovní morfologie města/ 6 levels of city morphology

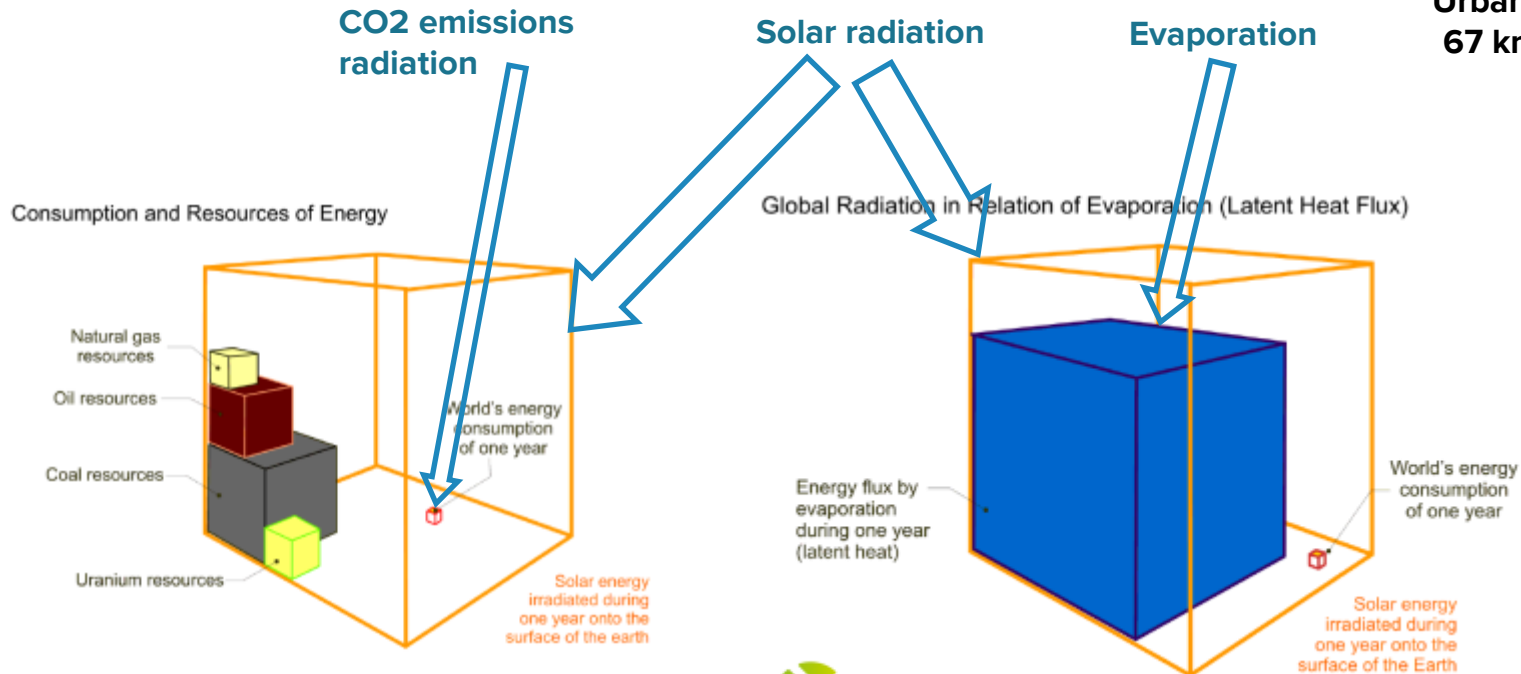
- 1) Lidé a aktivity (města jsou místem interakce a aktivit)/ *People and activities (cities are places of interactions and activities)*
- 2) Síť ulic a silnic (propojují aktivity)/ *Street and road network (connecting activities)*
- 3) Dělení pozemků (ovlivňuje vystavěné prostředí)/ *Land division (affects the built environment)*
- 4) Topografie a reliéf (ovlivňuje stopu ulic)/ *Topography and relief (affects street footprint)*
- 5) Využití půdy a distribuce aktivit (ovlivňuje tok lidí, energie a organizaci prvků vystavěného prostředí)/ *Land use and distribution of activities (affects the flow of people, energy and the organisation of built environment elements)*
- 6) **3D model města se zohledněním větru, slunečního záření, znečištění a teploty/ *3D city model taking into account wind, solar radiation, pollution and temperature***



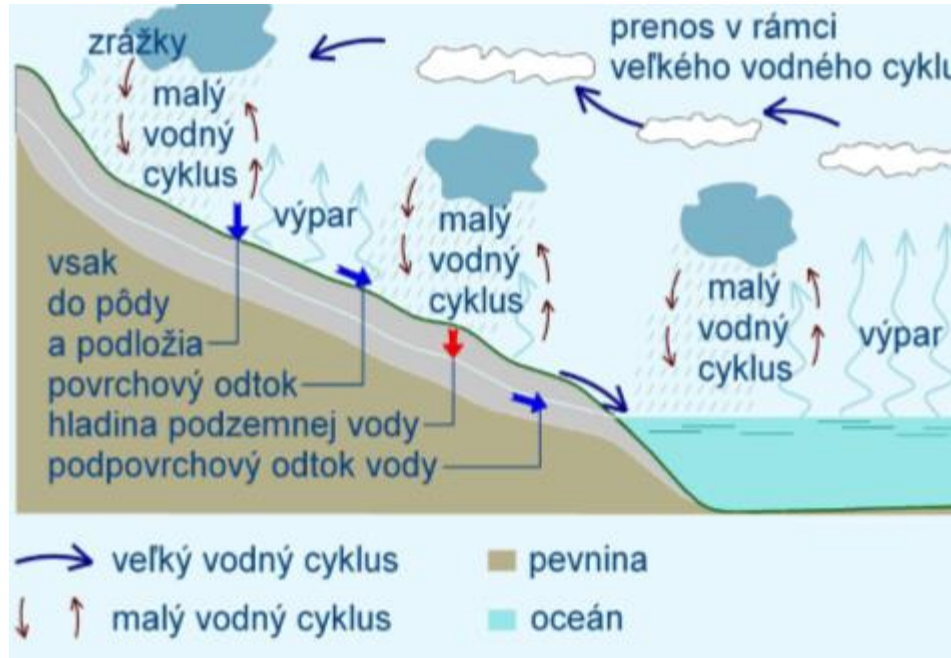
Změna klimatu/ *Climate change*

Deforestation
350 km²/den

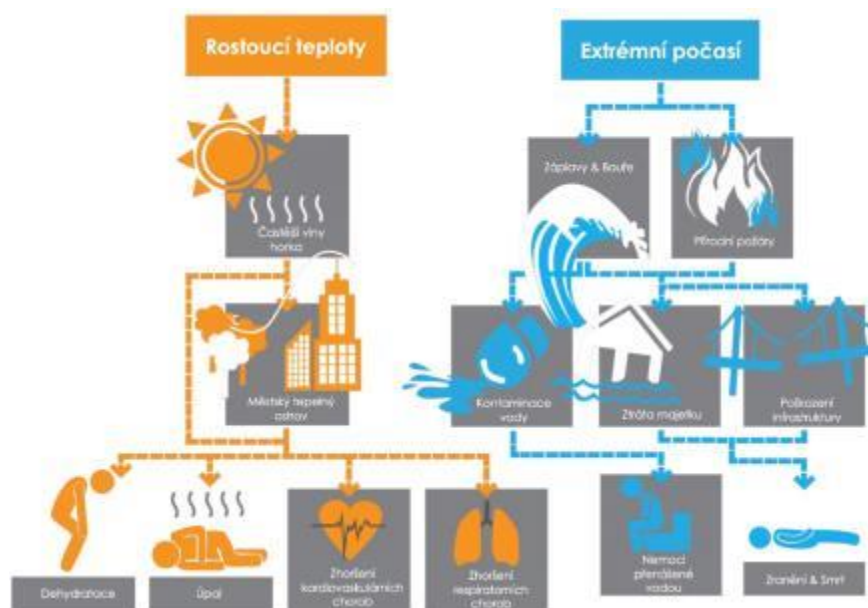
Urbanization
67 km²/day



Malý a veľký vodný cyklus/ *Small and large water cycle*



Dopad klimatických změn a extrémních klimatických jevů na majetek a lidské životy/ *The impact of climate change and climate extremes phenomena on property and human lives*



OSN – cíle udržitelného rozvoje/ *UN – Sustainable Development Goals*



Mitigace a adaptace na změnu klimatu / Mitigation and Adaptation to climate change

Mitigace/ *Mitigation*

- Zmírnění nebo zpomalení klimatické změny/
Mitigation or slowing down the climate change
- Úspora energie/ *Energy saving*
- výroba zelené energie/ *Green energy production*
- Redukce vypouštění skleníkových plynů/ *Reducing greenhouse gas emissions*

Resilience = odolnost

- schopnost systému vstřebat rušivé podněty nebo jim čelit, popřípadě odolávat stresům tak, aby systém zůstal ve stejném stavu, zachoval si svoji strukturu a funkce/ *the ability of a system to absorb or resist disturbing stimuli or stresses so that the system remains in the same state and retains its structure and functions.*

Adaptace/ *Adaptation*

- Přizpůsobení se nezvratitelným změnám klimatu a extrémním situacím/ *Adapting to irreversible climate change and extreme situations*
- Strategie EU a ČR pro přizpůsobení se klimatu (Adaptační strategie)/ *EU and Czech Republic Climate Adaptation Strategy (Adaptation Strategy)*
- Multisektorová opatření pro ČR/ *Multisectoral measures for the Czech Republic:*
 - Dlouhodobé sucho/ *Long-term drought*
 - Povodně a přívalové povodně/ *Floods and flash floods*
 - Zvyšování teplot/ *Rising temperatures*
 - Extrémní meteorologické jevy/ *Extreme weather events*
 - Přírodní požáry/ *Natural fires*



Zvýšení resilience pomocí městského
plánování/ *Enhancing resilience through
urban planning*



Proč je potřeba akce?



Intenzivní urbanizace/
Intensive urbanisation



Vysoká frekvence a
intenzita tepelných vln/
*High frequency and
intensity of heat waves*



Vysoká energetická spotřeba/
High energy consumption



Discomfort způsobený tepelným
stresem/ *Discomfort caused by
heat stress*



Zdravotní rizika/ *Health risks*



Špatná kvalita ovzduší/ *Poor
air quality*



Nízká produktivita/ *Low productivity*



3 kroky k resilienci = odolnosti/ *3 steps to resilience*

1

**Identifikovat ohniska/
*Identify hotspots***

Hodnocení urbánní tepelné
zranitelnosti/ *Urban heat
vulnerability assessment*

2

**Navrhnout řešení/
*Propose a solution***

Doporučení přírodně blízkých
řešení/ *Recommendations for
natural based solutions*



3

**Simulovat scénáře/
*Simulate scenarios***

Hodnocení dopadů návrhů
pomocí mikroklimatických
simulací/ *Impact assessment of
proposals using microclimatic
simulations*

1

Videň - Identifikace ohnisek/ *Vienna - Identification of hotspots*



Exposure Index / Index expozice (rozlišení 30x30 m / 1 pixel)

Sensitivity Index / Index citlivosti

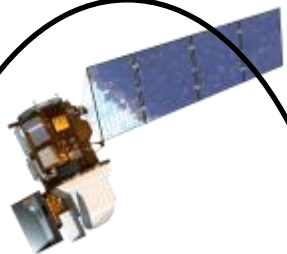
Adaptive Capacity Index / Index adaptivní kapacity (rozlišení 10x10 m / 1 pixel)

Urban Heat Vulnerability Assessment / Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti

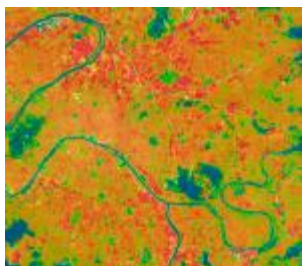


1

Zdroje pro pozorování Země/ *Earth observation data*



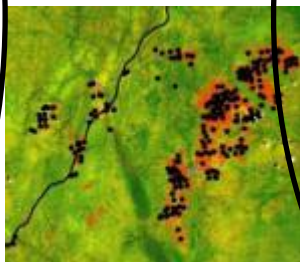
Landsat 8



Tepelné mapy/ *Heat maps*
(30m x 30m)



Sentinel 1



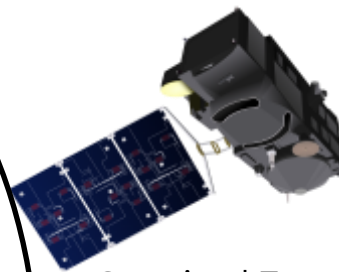
Detekce požárů
Monitoring povodní/
Fire detection
Flood monitoring



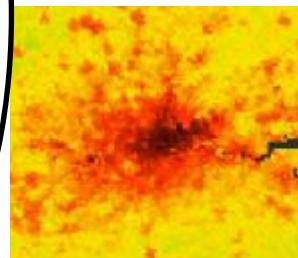
Sentinel 2



Modro-zelená
infrastruktura/
Blue-green
infrastructure
(10m x 10m)



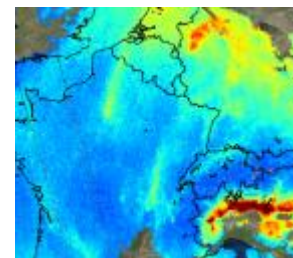
Sentinel 3



Tepelné ostrovy měst/
Urban heat islands
(1km x 1km)



Sentinel 5P (5)



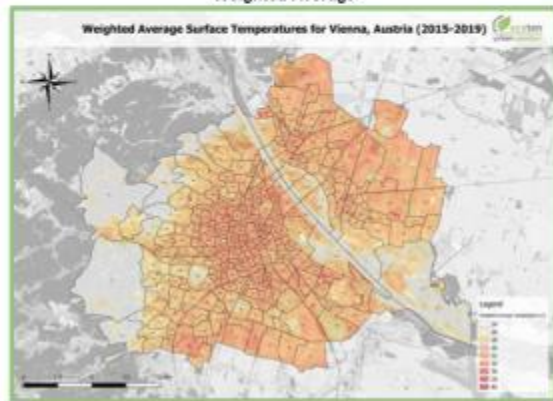
Znečištění ovzduší/
Air
pollution

1

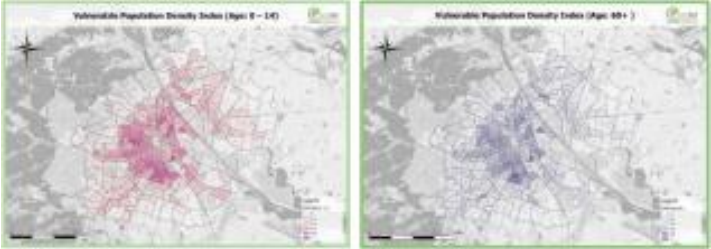
Vídeň/ *Vienna - At-satellite Brightness Temperature (index expozice/ Exposure Index)*



Weighted Average



1 Vídeň - Index hustoty citlivého obyvatelstva (<14 a >60 let) – index citlivosti/ Vienna - Sensitive population density index (<14 and >60 years) - sensitivity index



AGE 0 - 14)

AGE 60+)



Addition and Normalization



1

Vídeň - Index adaptivní kapacity (zeleň a voda)/ *Vienna - Adaptive Capacity Index (greenery and water)*



EVI

NDWI



Addition and Normalization



1

Vídeň – mapa urbánní tepelné zranitelnosti/ *Vienna - Urban heat vulnerability map*



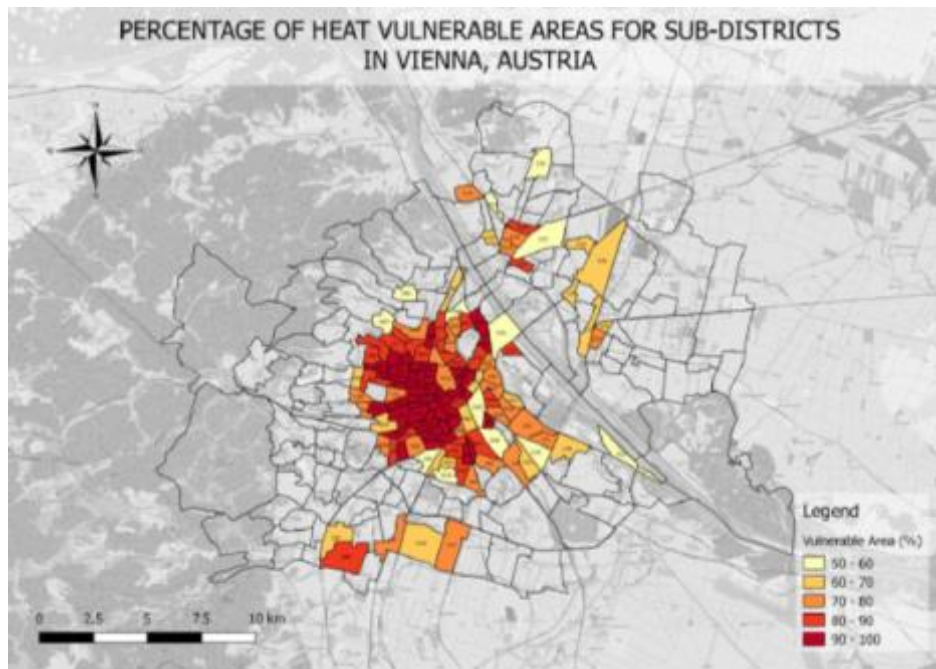
EI

SI

ACI



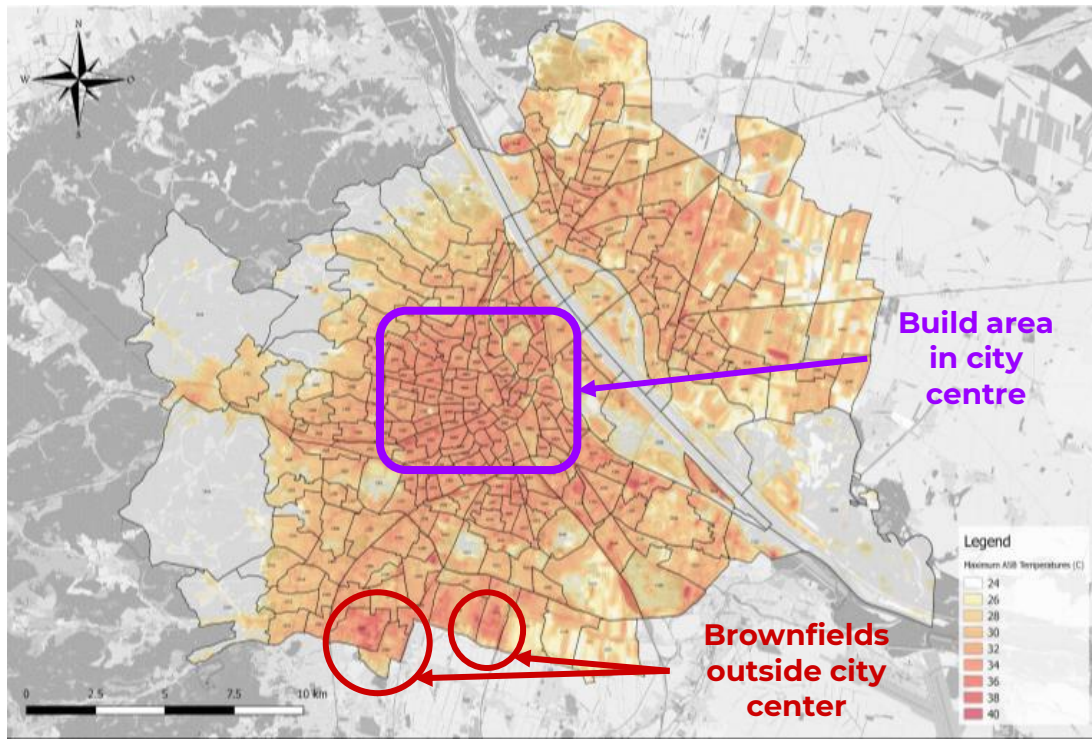
Equation 3.3



Tepelný ostrov – průmyslové zóny x centrum ve Vídni/ *Heat island - industrial zones vs centre of Vienna*

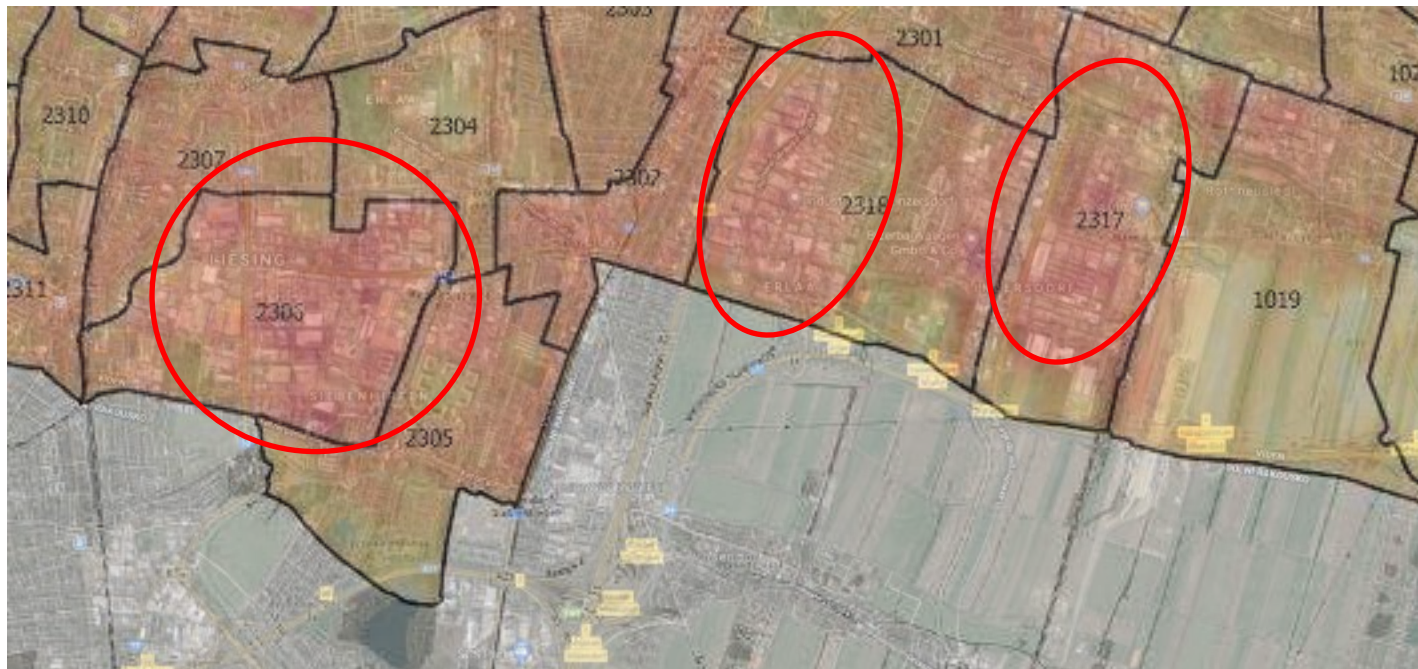
1

At-Satellite Brightness Temperature from Landsat 8



1

Tepelný ostrov města – průmyslové zóny – Vídeň/ *City heat island - industrial zones - Vienna*



1

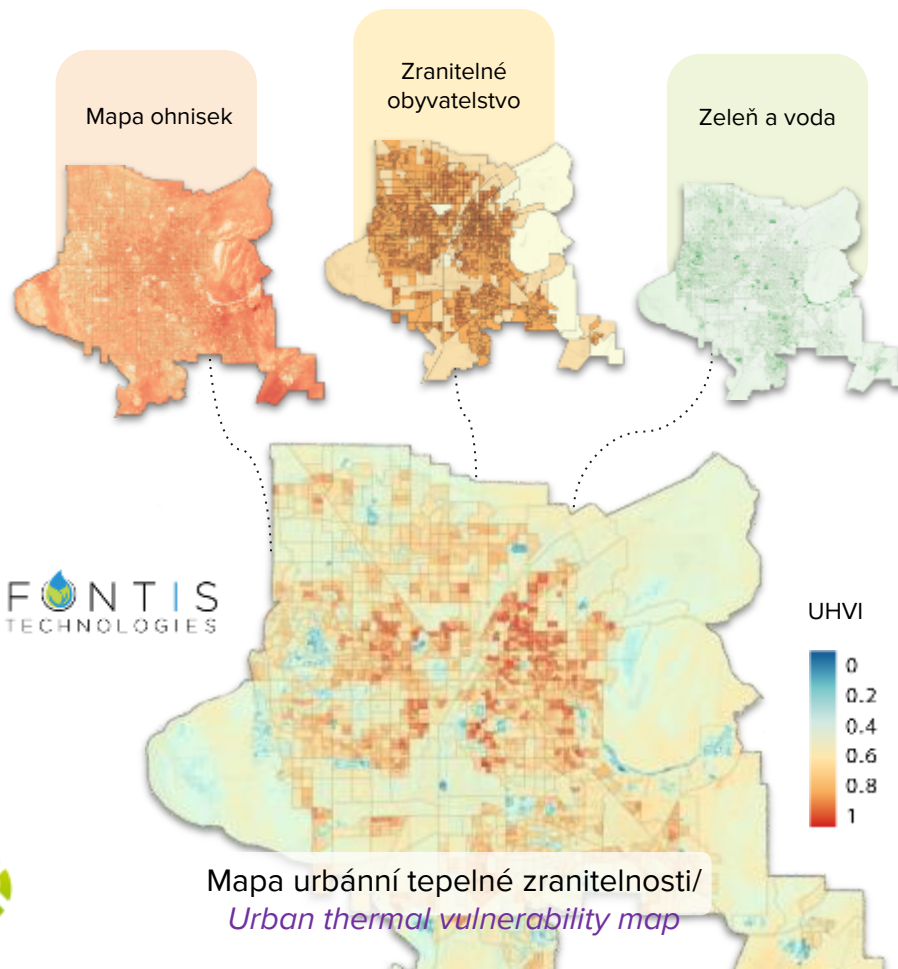
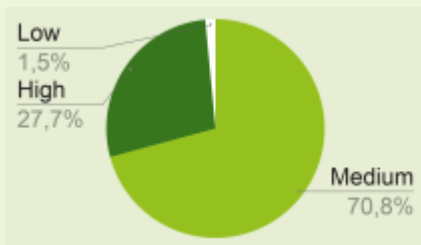
Las Vegas, Nevada

Tepelný komfort: *Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti na území města Las Vegas/ Thermal comfort: An assessment of urban thermal vulnerability in Las Vegas*

Tepelná mapa a mapa zeleně a vody – satelity/ *Heat map and green and water map - satellites*

Zranitelné obyvatelstvo – US census districts/ *Vulnerable populations - US census districts*

Statistika urbánní tepelné zranitelnosti jednotlivých census districts/ *Urban heat vulnerability statistics for every census district*



1

MHD Praha



Resilientní MHD/ Resilient Public Transport: *Hodnocení urbaní tepelné zranitelnosti veřejné dopravy v Praze/ Assessment of urban thermal vulnerability of public transport in Prague*

Typické kompozice řešených zastávek MHD/ *Typical compositions of assessed public transport stops:*



A



B



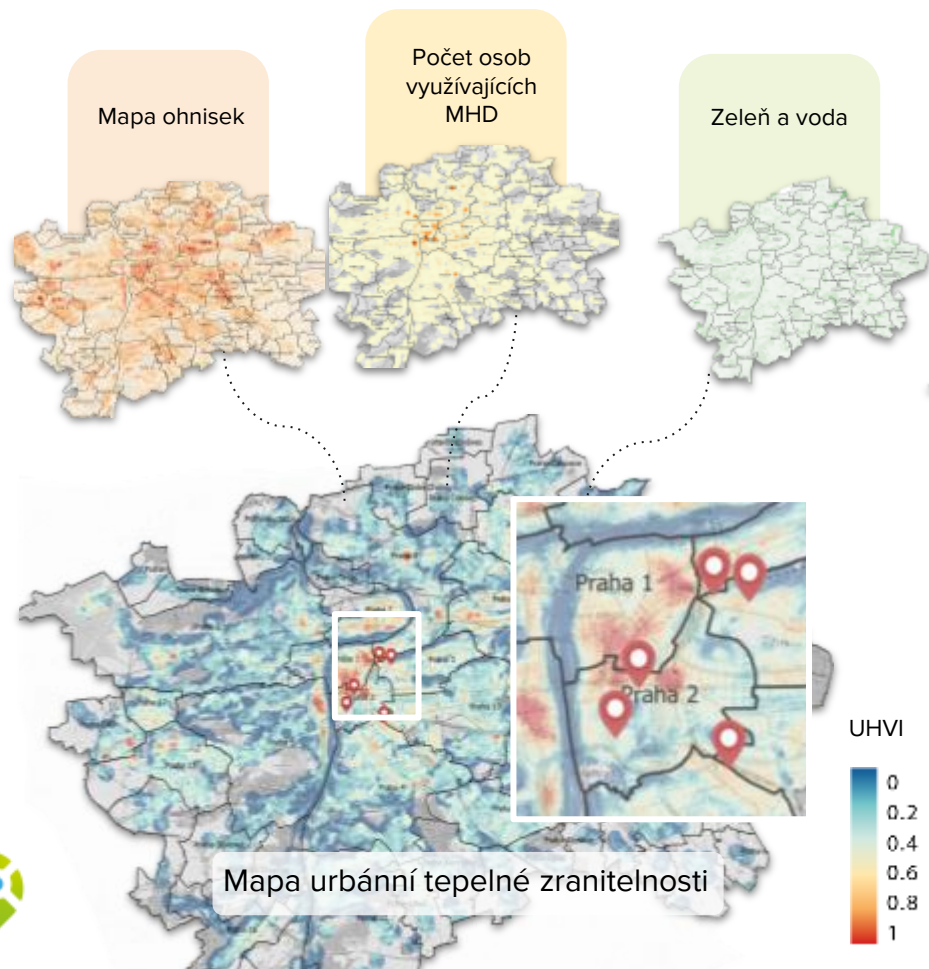
C



D



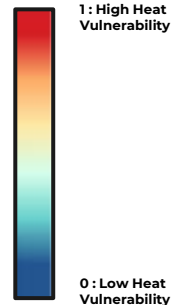
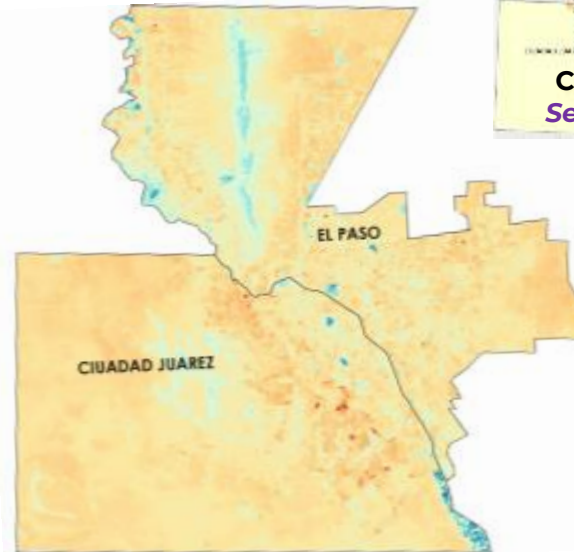
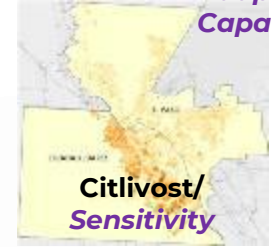
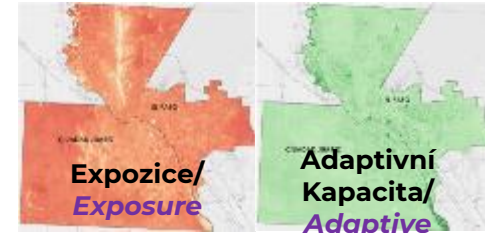
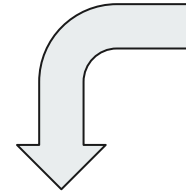
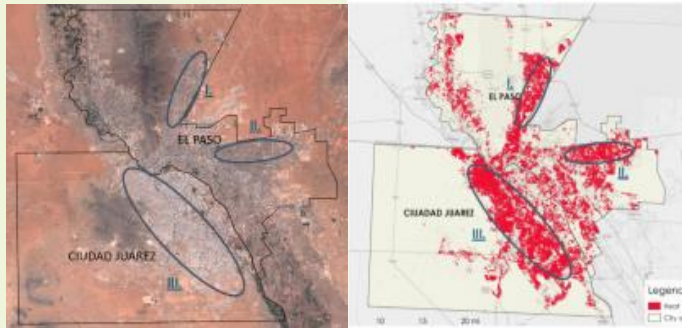
E



1

Smart Border

Smart Border: Hodnocení úrbánní tepelné zranitelnosti mezinárodní hranice El Paso (USA) & Ciudad Juárez (Mexico) / *Urban thermal vulnerability assessment of the international border El Paso (USA) & Ciudad Juárez (Mexico)*



3 kroky k resilienci = odolnosti/ 3 steps to resilience

1

**Identifikovat ohniska/
Identify hotspots**

Hodnocení urbánní tepelné
zranitelnosti/ Urban heat
vulnerability assessment

2

**Navrhnout řešení/
Propose a solution**

Doporučení přírodně blízkých
řešení/ Recommendations for
natural based solutions



3

**Simulovat scénáře/
Simulate scenarios**

Hodnocení dopadů návrhů
pomocí mikroklimatických
simulací/ Impact assessment of
proposals using microclimatic
simulations

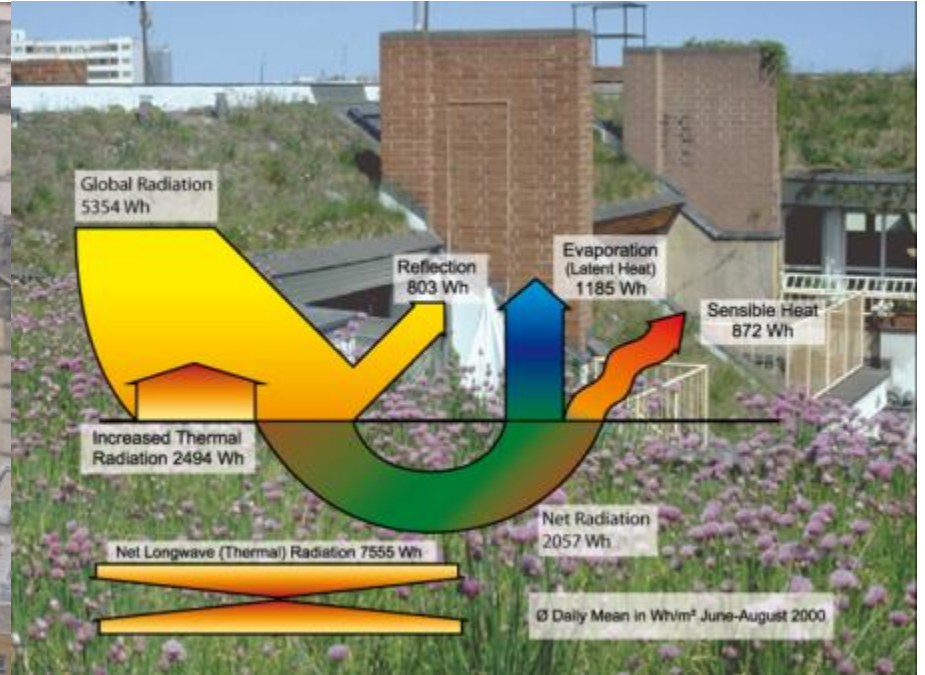
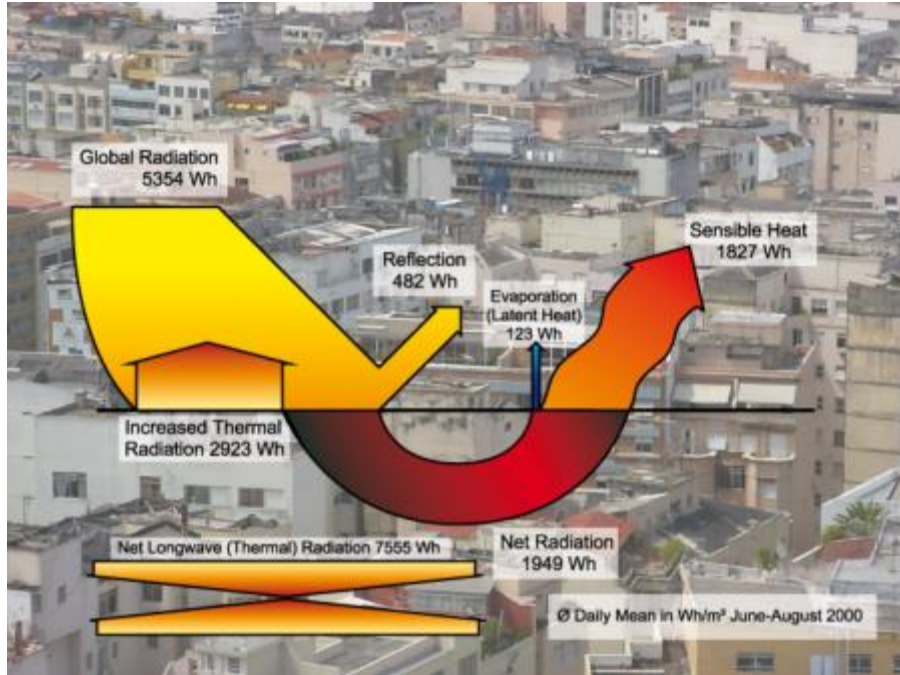
2

Návrh řešení – opatření modro-zeleno-bílé infrastruktury/ *Solution proposal - blue-green-white infrastructure measures*

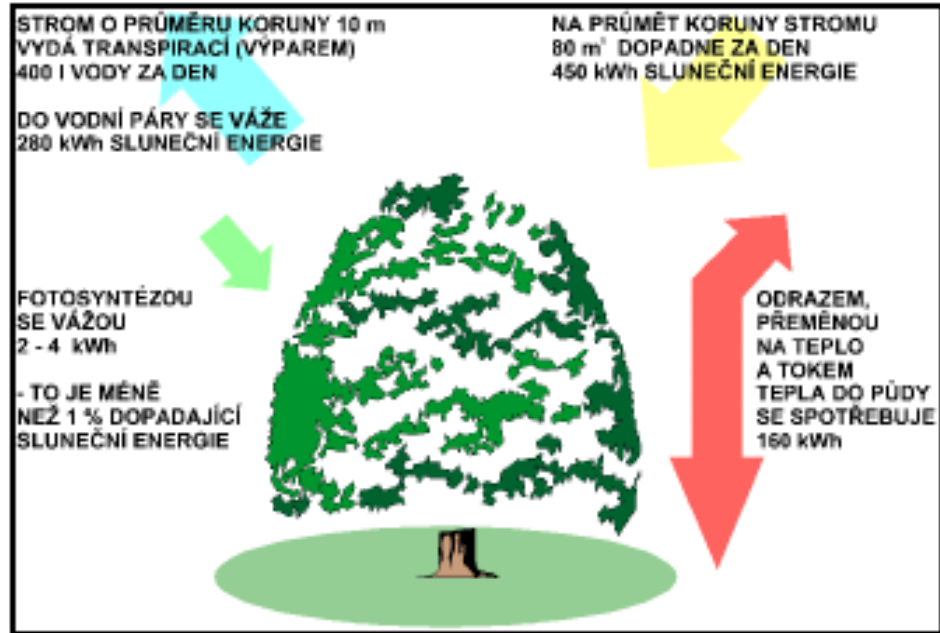
Návrh vhodných přírodně blízkých řešení uzpůsobených morfologii města k ochlazení kritických ohnisek/
Proposal of appropriate nature-based solutions tailored to the city's morphology to cool critical hotspots.



Tepelný ostrov města a role vody a zeleně/ *The urban heat island and the role of water and greenery*



Strom/ *Tree*

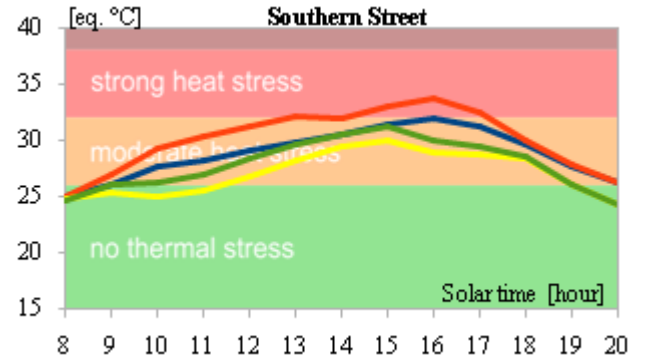
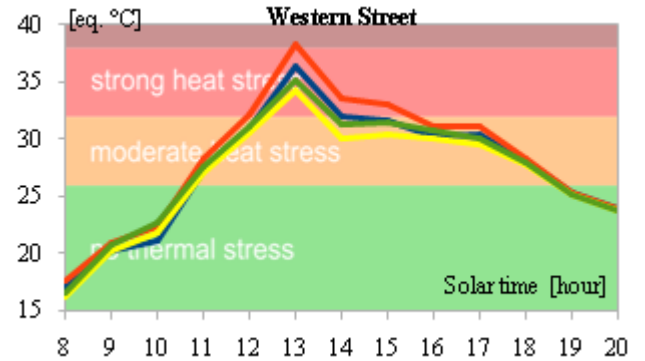
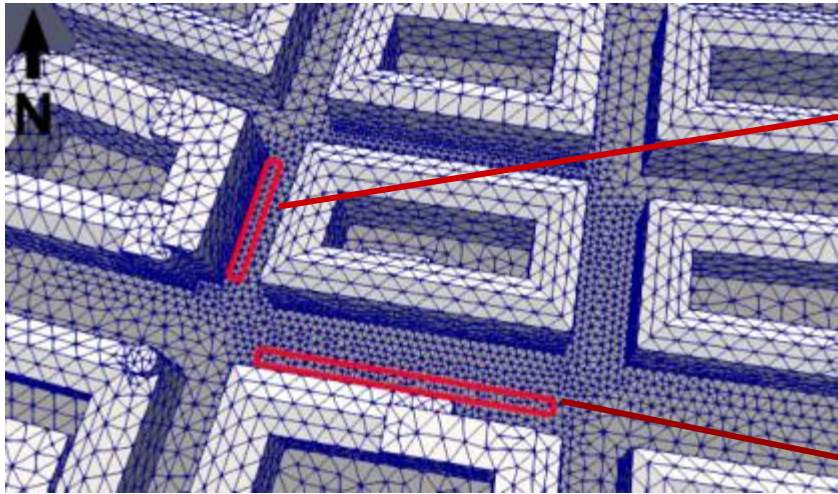


Bez vody to ale
nefunguje/ *But it doesn't
work without water*

© J. Pokorný



Barva a zeleň/ *Colour and greenery*



2

Vídeň/ *Vienna* - Coole Strassen und Coole Strassen Plus



"Seeing these results we expect to develop an effective climate protection program at district level."

- Mag. Georg Helmutzberger
RPO - Climate Change Chairman



"For the first time we have a map that shows us where cooling is urgent and allows us to take specific measures."

- Birgit Hebein
Climate protection coordinator

"The Vienna City Hall was impressed by the thermo-mapping technology developed by the Czech company ECOTEN."

- ORF.at

Cool Streets Program

518 happy citizens

+8 °C bez opatření v 2050



Vídeň/ *Vienna* – Coole Strassen und Coole Strassen Plus



Potsdamer Platz, Berlin

- 40 000 m² zelený střech/ *40 000 m² green roofs*
- 2 550 m³ ve 4 zásobnících pro splachování WC a požární vodu/ *2 550 m³ in 4 tanks for toilet flushing and fire water*
- 12 000 m² urbánní jezero/ 12 000 m² urban lake
- 1 200 m² umělých mokřadů/ *1 200 m² of artificial wetlands*
- 3 500 m² zadržení přívalových dešťů v jezeře (30 cm)/ *3 500 m² torrential rainfall retention in the lake (30 cm)*
- Zadržení přívalových dešťů 125 mm/ *Retention of 125 mm of torrential rainfall*



Střední škola COPTH/ *COPTH Secondary School*, Českobrodská 32a, Praha 9

- Akumulace a čištění šedé vody ze sprch a umyvadel 1 750 l/den/ *Accumulation and purification of grey water from showers and washbasins 1 750 l/day*
- Využití na splachování pisoárů a WC/ *Use for flushing urinals and toilets*
- Extenzivní zelená střecha, akumulace dešťové vody 15 m³/ *Extensive green roof, rainwater storage 15 m³*
- Zalévání zeleně vč. popínavých rostlin tvořící stínění jižní fasády/ *Watering of greenery including climbing plants that form a screen on the south façade*
- Dopouštění ze studny max 2 m³/den (případně z řadu pitnou vodou)/ *Discharge from a well max 2 m³/day (possibly from the drinking water line)*



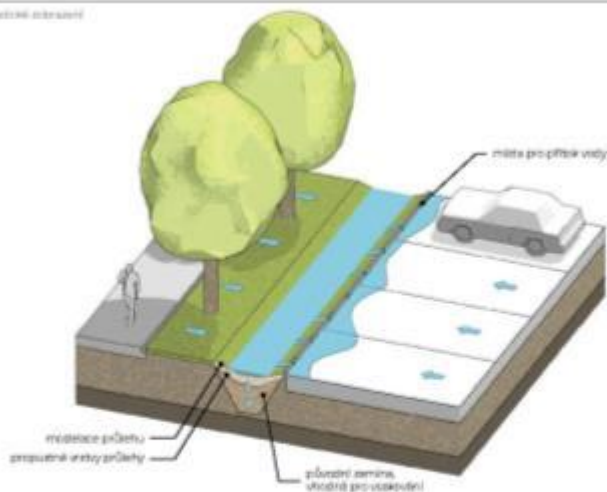
2

Voda ve městě/ *Water in the city*



Voda ve městě/ *Water in the city*

Schématizované osazení



1. Vsačkový průleh

V případě dostatečně vhodných vsakovacích schopností podloží (orientačně kv $\geq 5 \times 10^{-6}$ m²), je záměr do podloží minimální. Realizace je řešena pouze mělkým výkopem pro vytvoření vsakování průlehu a uložení humusové vrstvy nutné pro následující osazení.

2. Vsačkový průleh s estetickým ryhám

Toto řešení je navrženo v případě, kdy půda nebo hornina v místě řešení má horší (orientačně kv $< 5 \times 10^{-6}$ m²) nebo komplikované (nejednotné) vsakovací schopnosti. Toto řešení lze také využít v případě, kdy se pod mělkou uloženou nepropustnou vrstvou nachází vrstva propustná. Pomocí rýhy vyplněné štěrkem nebo prefabrikovanými bloky (plastový box) se zvýší vsakovací schopnost a umožní přístup vody do spodních propustnějších vrstev. V rýze je uložena drenážní trubka, které je zakončeno v revizní šachtě bezpečnostním přelivem. Drenážním potrubím voda tedy odběká pouze při úplném naplnění retenční rýhy a bezpečnosti



Snímek realizace řešení oboustranné drenáže. Zdroj: <https://www.google.com/maps/@50.0711088,13.4031044>



Snímek realizace řešení oboustranné drenáže. Zdroj: <https://www.google.com/maps/@50.0711088,13.4031044>

Říhový:

- Zásadně snižuje povrchový odtok z oblasti.
- Zlepšuje pomoci vsakování půdní vlhkost.
- Retenční prostor průlehu podporuje výpar.
- Opatření v kombinaci s bezpečnostním přelivem funguje poměrně spolehlivě (bezporuchově).
- Díky zatravněné ploše průlehu je značitelná voda dobře předčistěná (záleží však na typu znečištění).
- Dle návrhu osazení může průleh plnit významnou estetickou a architektonickou funkci.

Limity

1. Vyžaduje poměrně velké vsakovací plochy (cca 7–20 % z velikosti odvodňované plochy).
2. Koléče rýhy se stěrné technické infrastruktury v podzemí.
3. Lze realizovat jen do určitého sklonu pozemku jinak nutno řešit pomocí systému hrázek a propadů.
4. Riziko zakalování (zanešení) svrchních vrstev.
5. Potřeba častější nezákladnější údržby pro zvýšené množství spávených mechanických nečistot.
6. Použití vzrostlých dřevin (keře, stromy) se jeví jako problematické s ohledem na technologické nároky provozu průlehu, na možné negativní působení zasolení po zimní údržbě spávených ploch a v neposlední řadě kvůli vysokým nárokům na toleranci druhů vůči širokému rozptýlení podmínek (sucho - zamokření).
7. Různé varianty tohoto opatření mají různé nároky na investiční náklady i na provoz (dle osazení). Významnou část tvoří investiční náklady na realizaci rýhy (oproti samotnému průlehu).



Snímek realizace řešení. Zdroj: <https://www.google.com/maps/@50.0711088,13.4031044>



Snímek realizace řešení. Zdroj: <https://www.google.com/maps/@50.0711088,13.4031044>



Snímek realizace řešení. Zdroj: <https://www.google.com/maps/@50.0711088,13.4031044>

VSAKOVACÍ PRŮLEH a jeho varianty

Říhový opatření - zjednodušené

Regulační	Zásobovací	Kulturní	Biodiverzita	Ostatní
+	-	++	+	-



3 kroky k resilienci = odolnosti/ 3 steps to resilience

1

**Identifikovat ohniska/
Identify hotspots**

Hodnocení urbánní tepelné
zranitelnosti/ Urban heat
vulnerability assessment

2

**Navrhnout řešení/
Propose a solution**

Doporučení přírodně blízkých
řešení/ Recommendations for
natural based solutions

3

**Simulovat scénáře/
Simulate scenarios**

Hodnocení dopadů návrhů
pomocí mikroklimatických
simulací/ Impact assessment of
proposals using microclimatic
simulations



3

Simulace scénářů – tepelný komfort člověka/ *Simulation of scenarios - human thermal comfort*



Micro-climate components



Universal Thermal Climate Index

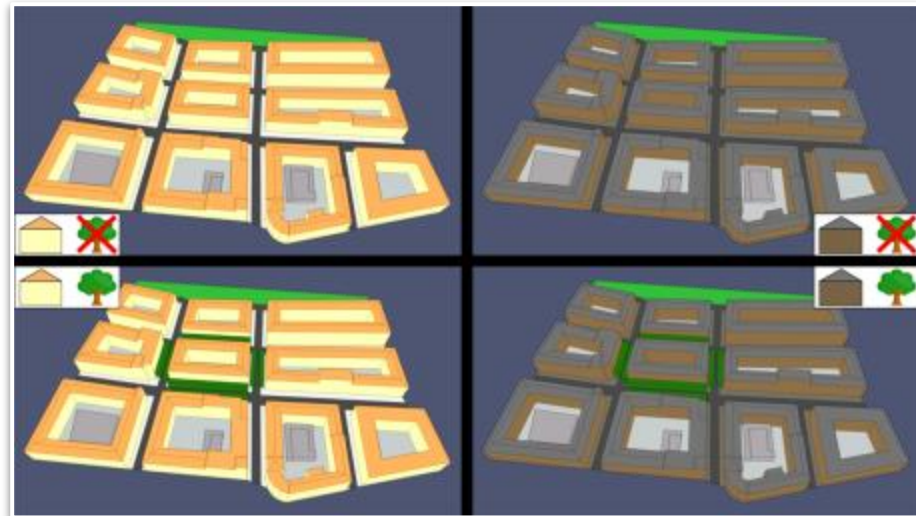


Praha Italská x Vinohradská

Tepelný comfort/ Thermal comfort



Mikroklimatická simulace rezidenční oblasti Vinohrad, resp. křížení ulic Vinohradská a Italská/ *Microclimatic simulation of the residential area of Vinohrady, or rather the intersection of Vinohradská and Italská streets*



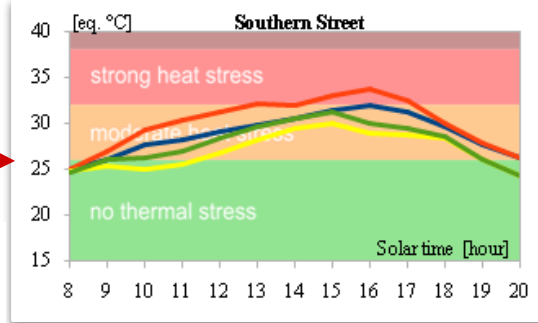
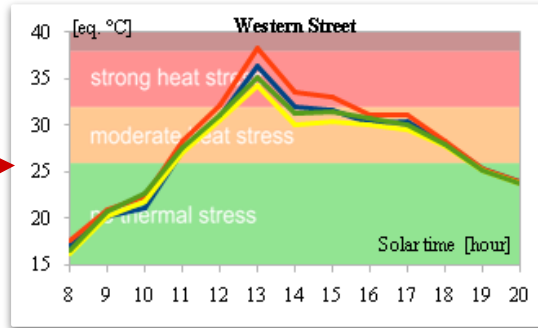
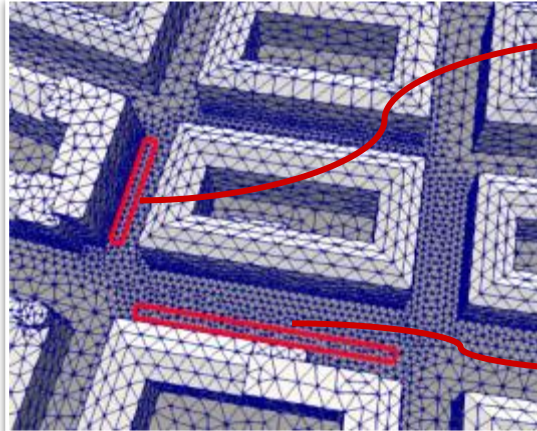
Čtyři scénáře pro ověření resilience oblasti vůči extrémnímu horku/ *Four scenarios to test the resilience of the area to extreme heat:*

- S a bez stromů v ulicích/ *With and without street trees*
- Barevnost střech, fasád a chodníků (světlá a tmavá)/ *Colour of roofs, facades and pavements (light and dark)*



Praha Italská x Vinohradská

Tepelný comfort/ *Thermal comfort*



Výsledky/ Results

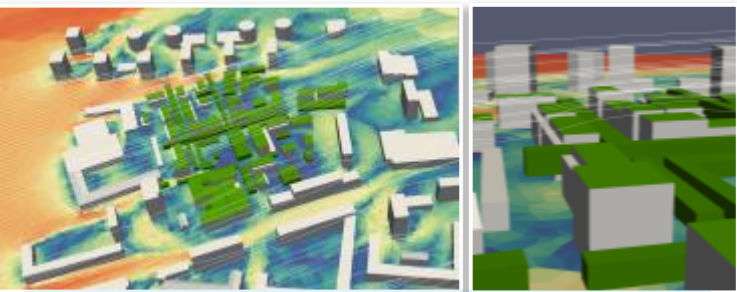
Stromy výrazněji a po delší časový úsek ovlivňují Vinohradskou. Zastiňují jižní fasády domů/ *The trees affect Vinohradská Street more significantly and for a longer period of time. They shade the southern facades of the houses.*

Vliv barevnosti a stromů se v Italské projevuje po kratší časový úsek/ *The influence of color and trees is manifested in Italian for a shorter period of time.*

3

Pardubice

Tepelný komfort/ Thermal comfort



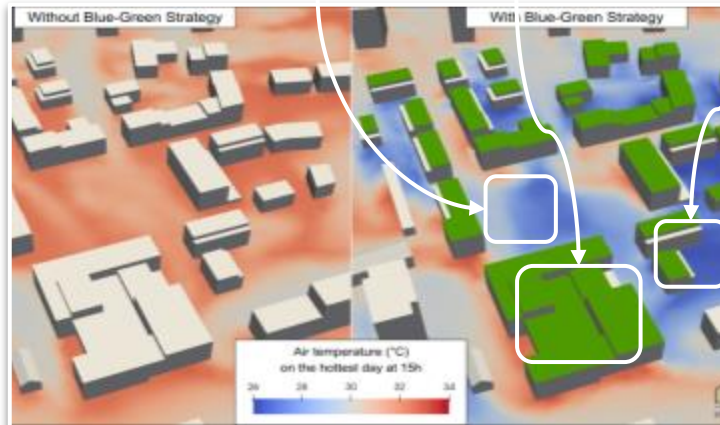
Simulace proudění větru demonstruje, že zápach z pivovaru nebude intenzivně pronikat do nově navrženého území díky správně navrženým bariérovým budovám/ *The wind flow simulation demonstrates that the odour from the brewery will not penetrate intensively into the newly proposed area due to properly designed barrier buildings.*

Jezírko/
Pond

Zelené střechy/
Green roofs

Zelené plochy/
Green areas

Stromy/ Trees



Mikroklimatická simulace se zohledněním Modro-zelené infrastruktury, tj. stromů, zelených střech, zelených ploch a jezírka ve středu zástavby predikuje významné snížení teploty vzduchu a zvýšení tepelného komfortu pro uživatele v létě/ *A microclimatic simulation considering Blue-Green infrastructure, i.e. trees, green roofs, green areas and a pond in the centre of the development predicts a significant reduction in air temperature and an increase in thermal comfort for users in summer.*

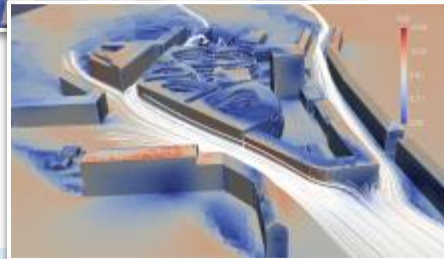


Zagreb, Chorvatsko

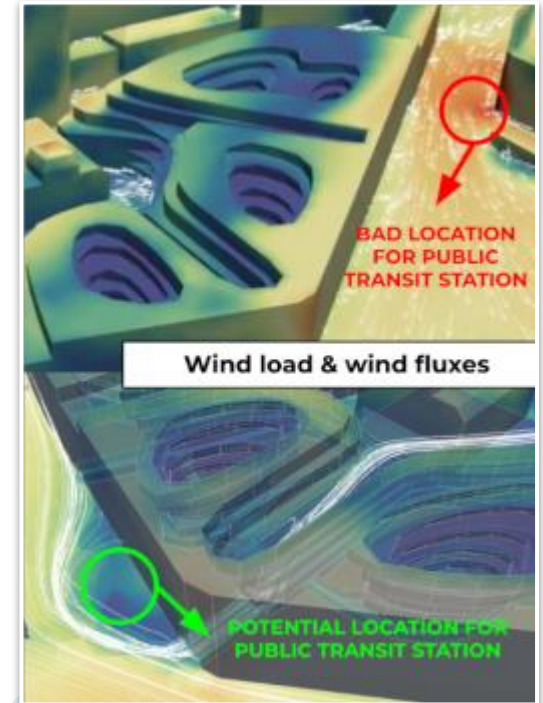
Analýza proudění vzduchu/ *Air flow analysis*



Architektonická studie posuzovaného objektu z hlediska proudění vzduchu/ *Architectural study of the building under consideration in terms of air flow*



Simulace rychlosti a směru proudění vzduchu v parteru/ *Simulation of air velocity and direction in the stalls*



Identifikace míst vhodných pro umístění zastávky MHD/ *Identification of sites suitable for the location of a public transport stop*

Solární potenciál střech/ *Solar potential of roofs*

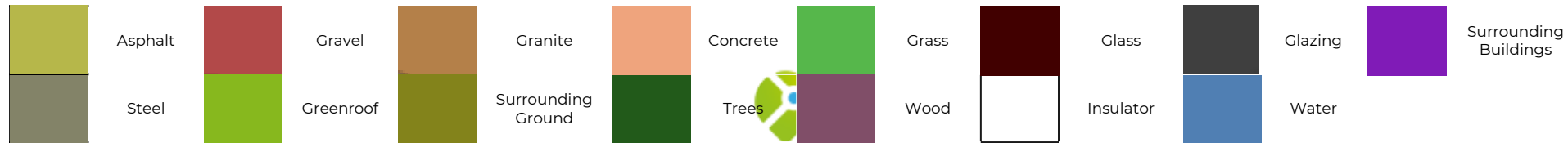
Hodnocení dopadajícího solárního záření na střechy budov pro stanovení potenciálu výroby elektrické energie z fotovoltaických panelů/
Evaluation of incident solar radiation on building roofs to determine the potential for electricity generation from photovoltaic panels.



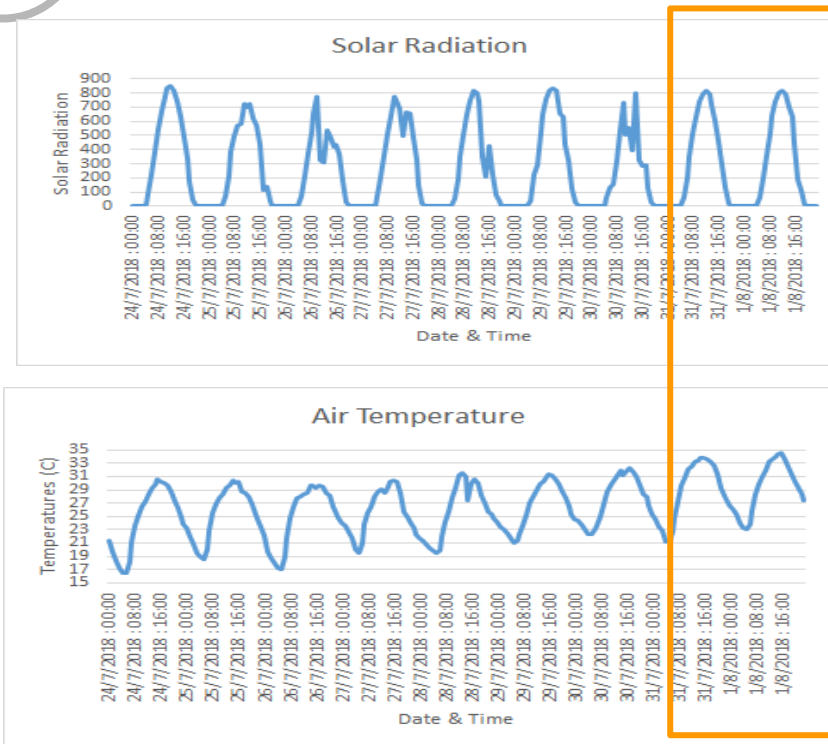
4

Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

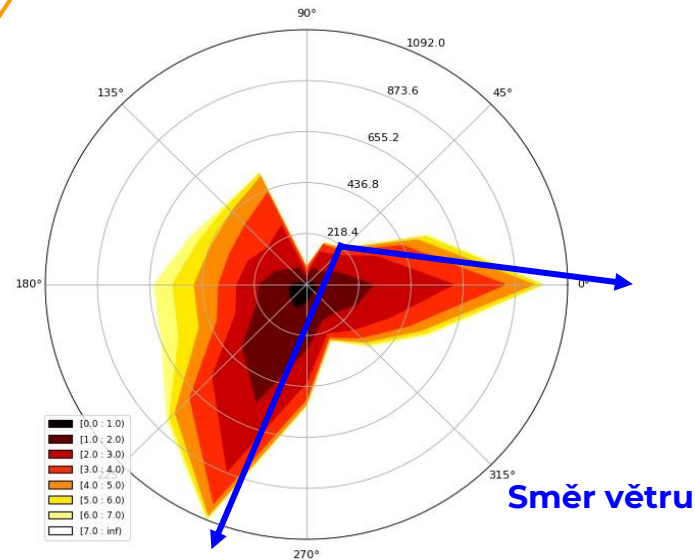
Profily povrchů a materiály/ *Surface profiles and materials*



Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*



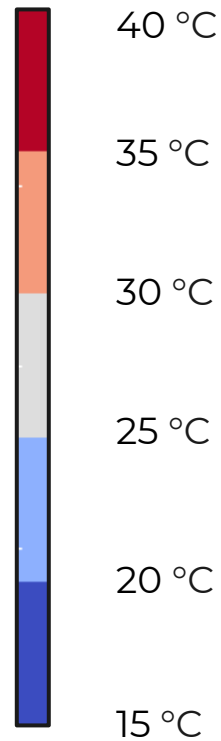
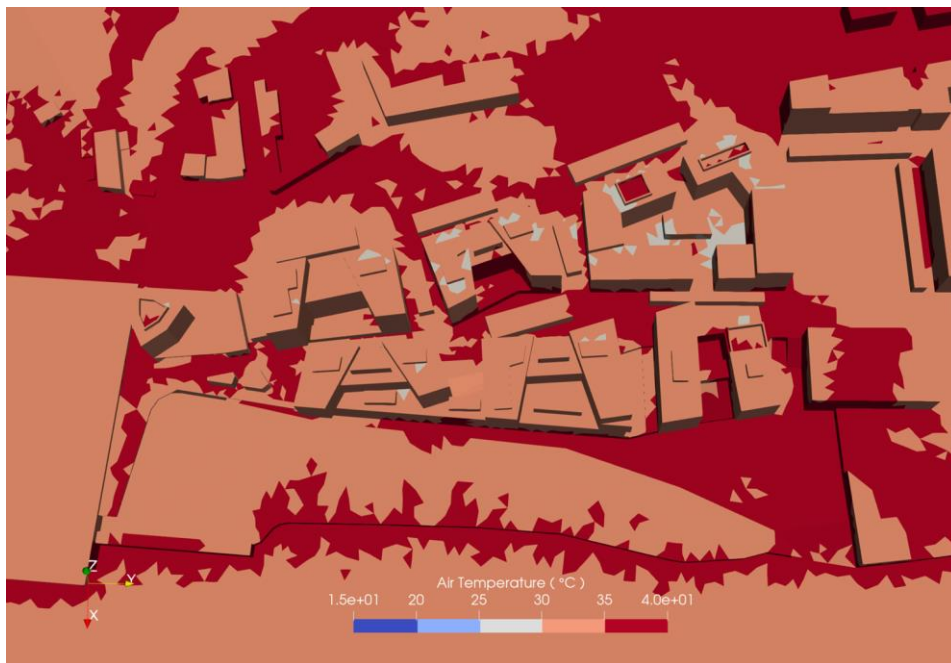
Časový úsek simulace/
Simulation time period



4

Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

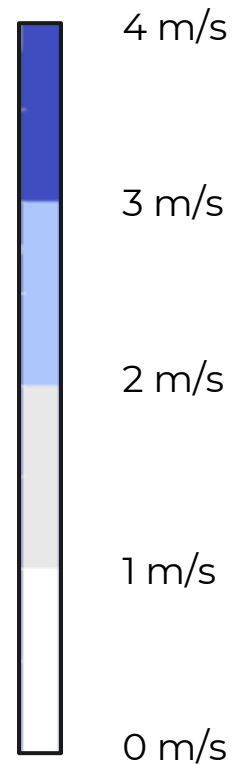
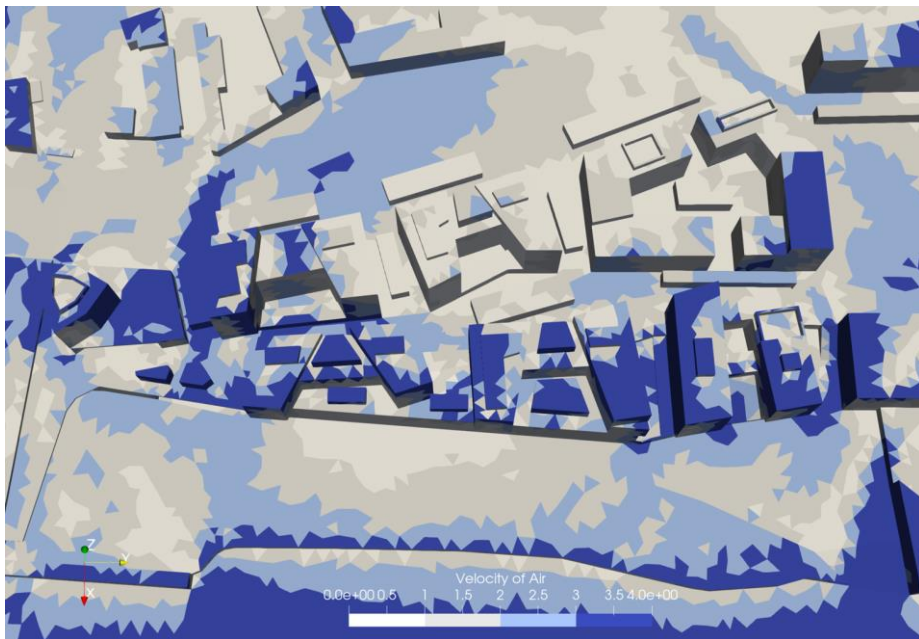
Teplota vzduchu 13:00 H 01/08
Air temperature 13:00 H 01/08



4

Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

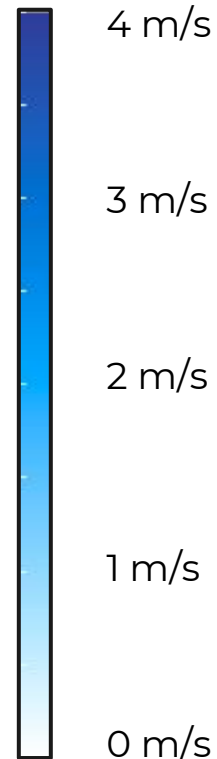
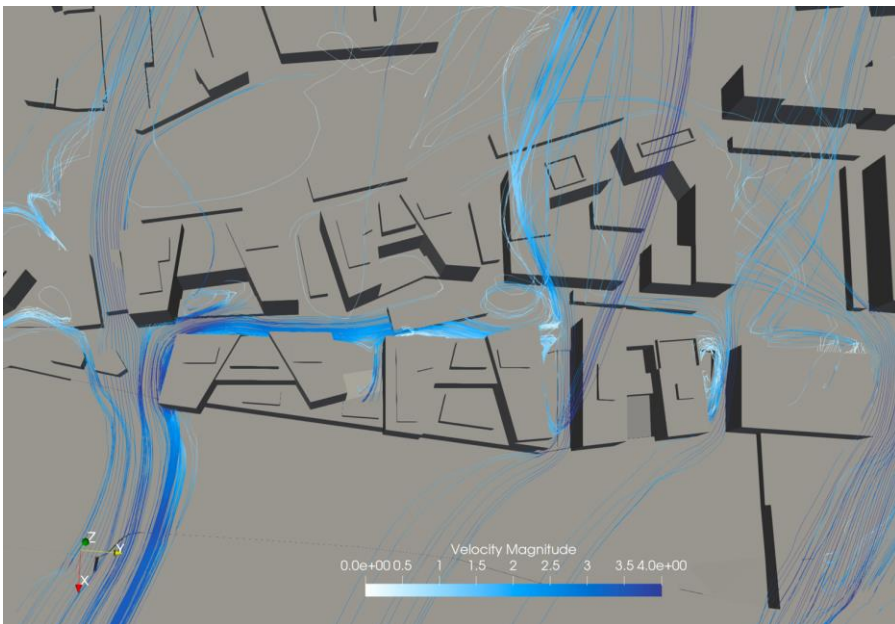
Rychlost větru 13:00 H 01/08
Wind speed 13:00 H 01/08



4

Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

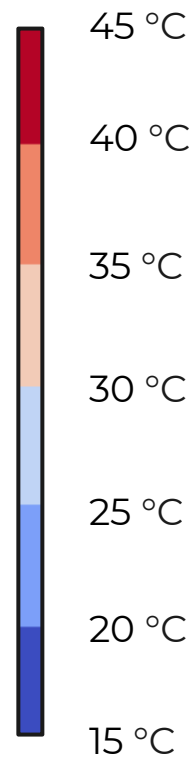
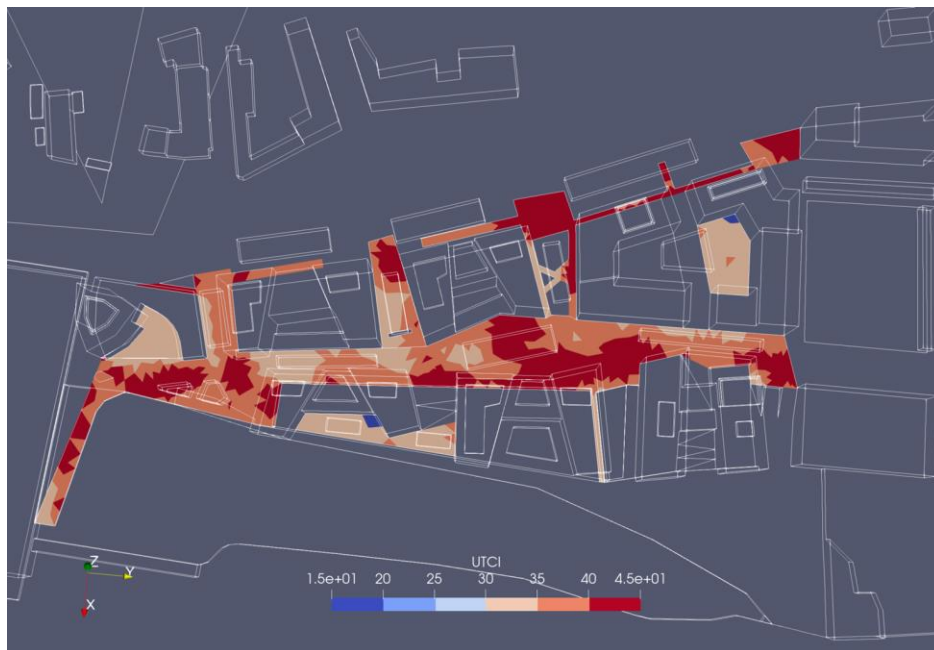
Směr proudění větru 13:00 H 01/08



4

Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

Pocitová teplota 13:00 H 01/08
Felt temperature 13:00 H 01/08

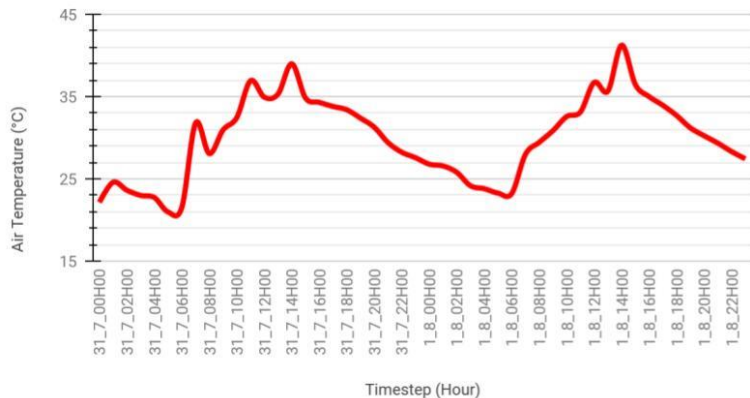


Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

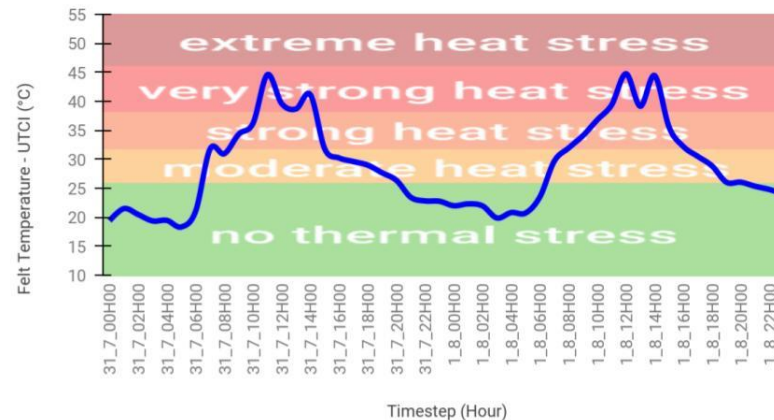
Teplota vzduchu a pocitová teplota 13:00 H 01/08
Air temperature and felt temperature 13:00 H 01/08



Air Temperature in Area B



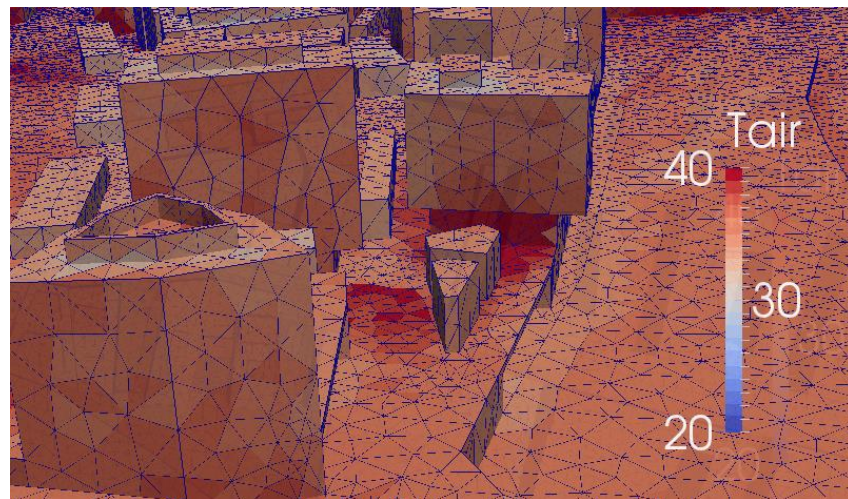
Felt Temperature - UTCI in Area B



4

Simulace tepelného komfortu/ *Thermal comfort simulation*

Hot spot



Uznání a ocenění/ Recognition and awards



Uznání a ocenění

“For the first time we have a map that shows us **where cooling is urgent** and allows us to **take specific measures.**”

Birgit Hebein, Former Vienna’s deputy mayor



“A map that **highlights the vulnerability** of urban areas to extreme heat **to help cities find the optimal location** for heat mitigation strategies”

The Solar Impulse Foundation

“ECOTEN’s Vulnerability Map can be used to **highlight** areas where people are most vulnerable to heat, and it can inform government’s plans to **protect people’s health** more effectively”



Podporují nás v dalším rozvoji/
They support us in further development



Climate-KIC



vienna
business
agency



Děkuji za pozornost !
Thank you for your attention!

Sagnik Bhattacharjee

M 766 772 802

E bhattacharjee@urban-comfort.eu

W www.urban-comfort.eu

