

Mesto a energia: Od udržateľnej architektúry k energeticky pozitívnym mestským štvrtiam

Peter Morgenstein

Ústav ekologickej a experimentálnej architektúry

Fakulta architektúry a dizajnu STU

Kolko % ľudí žije v mestách?

Kolko % ľudí žije v mestách?

Population

55%

of the world's population,
(or **4.2 billion**
people) lives in cities

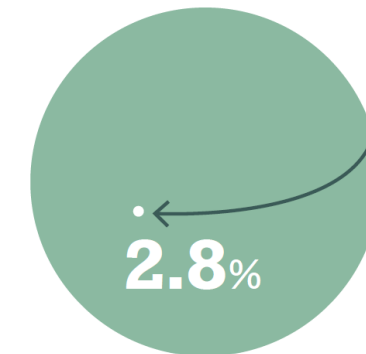
GDP

80%

of global GDP is
generated in cities



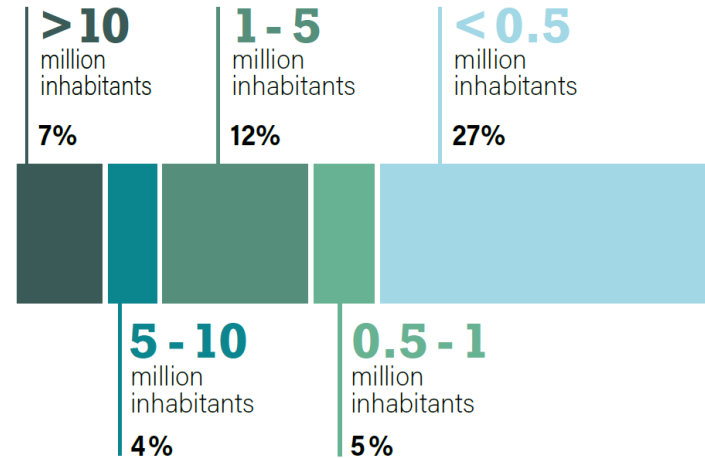
Space



Cities cover 3,629,312 km²,
or 2.8% of global land area

Kolko % ľudí žije

Population distribution in cities



City definitions differ



Distribution of megacities in the world

Cities with more than 10 million inhabitants



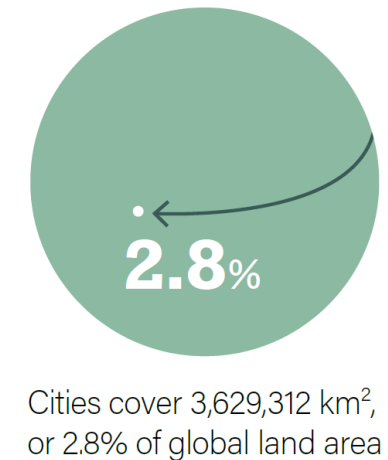
Population



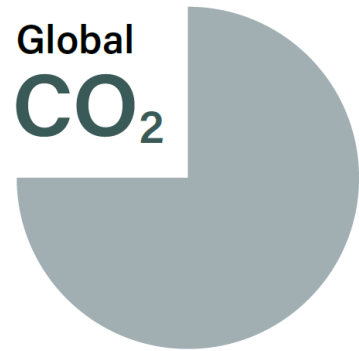
GDP



Space



Kol'ko



Cities account for three-quarters of human-caused global carbon dioxide emissions

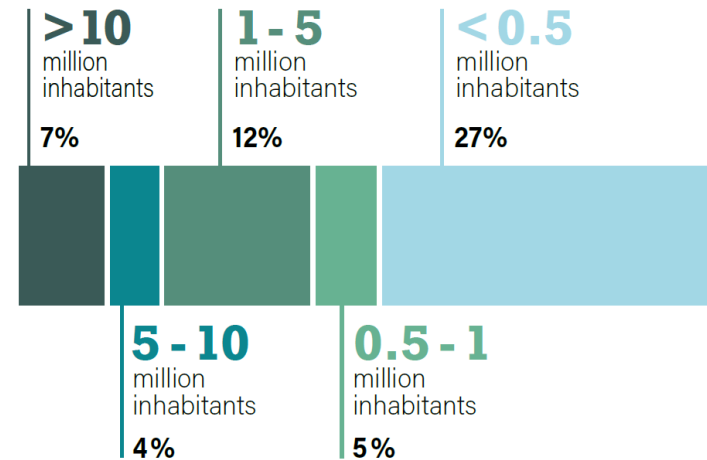
Energy consumption



One billion

people living in urban slums

Population distribution in cities



City definitions differ

Japan: **50,000** inhabitants
Norway: **200** inhabitants

Distribution of megacities in the world

Cities with more than 10 million inhabitants



Population

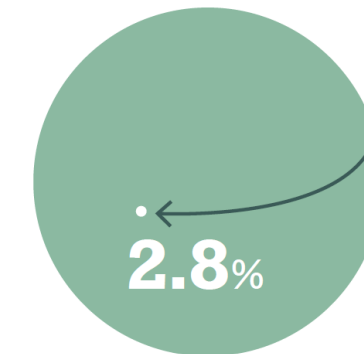
55% of the world's population, (or **4.2 billion** people) lives in cities

GDP

80% of global GDP is generated in cities



Space



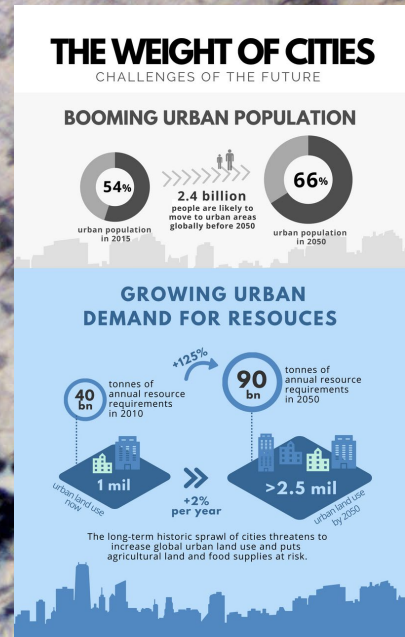
Cities cover 3,629,312 km², or 2.8% of global land area

Ciele udržateľného rozvoja (OSN, 2015)

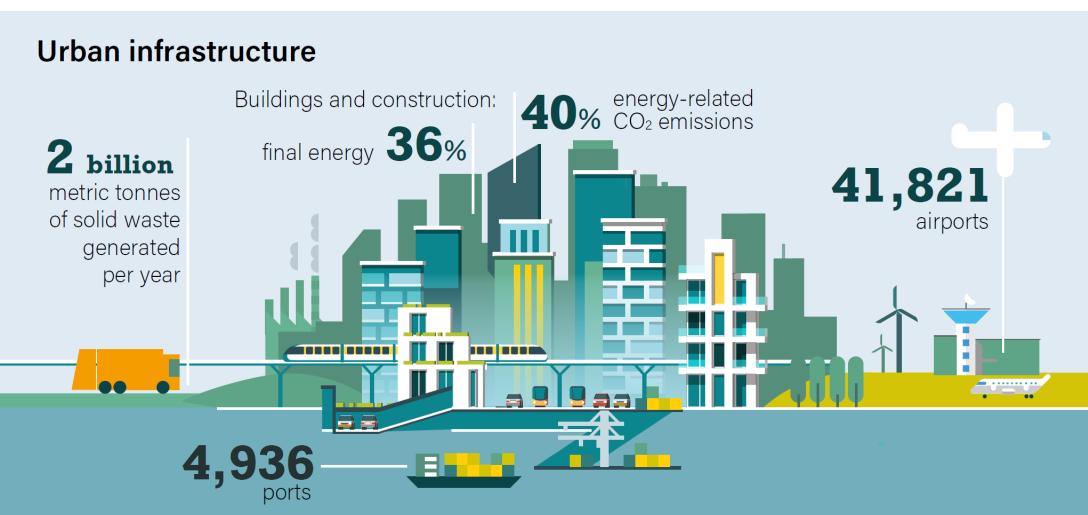


Koncentrickosť miest

- Ľudia
- Kultúra
- Energia (teplo, elektrina)
- Materiály, potrava
- Dátové toky



Mestá koncentrujú problémy... ...ale preto sú aj príležitosťou na ich riešenie

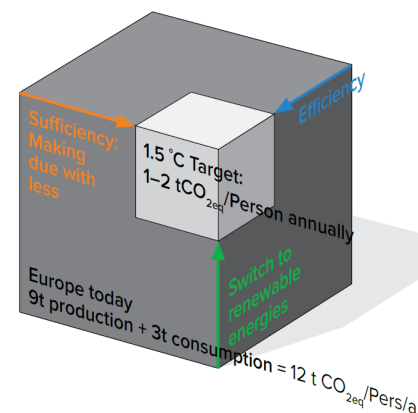


3 osi dekarbonizácie

- Úspornosť
- Efektívnosť
- OZE

3 Axes of decarbonization

- Sufficiency
- Efficiency
- Renewable Energies



Európa dnes
9 t produkcia + 3 t spotreba = 12 t CO_{2eq}/osobu/rok

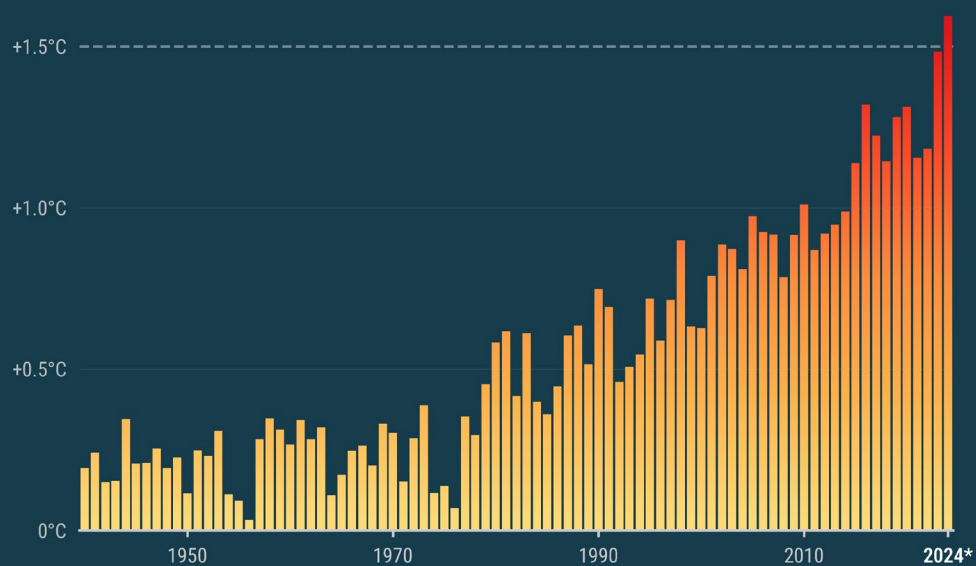
1,5 °C cieľ
1 – 2 t CO_{2eq}/osobu/rok

Môže za zmenu klímy človek?

2024 on track to be warmest year and first year above 1.5°C

Annual global temperature anomalies relative to pre-industrial (1850–1900)

Data: ERA5 (1940–2024) • Credit: C3S/ECMWF



* Provisional estimate for 2024 based on 10 months (January to October)



PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY



Prečo?

Zmena klímy a zhoršovanie životného prostredia predstavujú pre Európu a celý svet existenčnú hrozbu.

Na zvládnutie týchto hrozieb prijali krajiny EÚ Európsku zelenú dohodu [European Green Deal] :

- nulové čisté emisie skleníkových plynov do roku 2050,
- hospodársky rast, ktorý nebude závisieť od využívania zdrojov,
- aby sa nezabudlo na žiadneho jednotlivca ani región.



Klimatická neutralita

Výrazné zníženie emisií skleníkových plynov, aby sa EÚ stala prvou klimaticky neutrálnou oblasťou na svete.



Obehové hospodárstvo

Nový hospodársky model, v ktorom sa výrobky opätovne používajú, opravujú a recyklujú, čím sa znižuje množstvo odpadu a zachovávajú sa zdroje.



Čistý priemysel

Presadzovanie čistejších, udržateľnejších a energeticky efektívnejších priemyselných odvetví, ktoré prosperujú na trhoch EÚ aj na svetových trhoch.



Zdravšie životné prostredie

Plán na obnovu prírody a úsilie o nulové znečistenie s cieľom zabezpečiť zdravé životné prostredie pre budúce generácie.



Udržateľnejšie poľnohospodárstvo

Zabezpečiť ekologickejšie poľnohospodárske postupy na ochranu životného prostredia a súčasne poskytovať zdravé a cenovo dostupné potraviny.



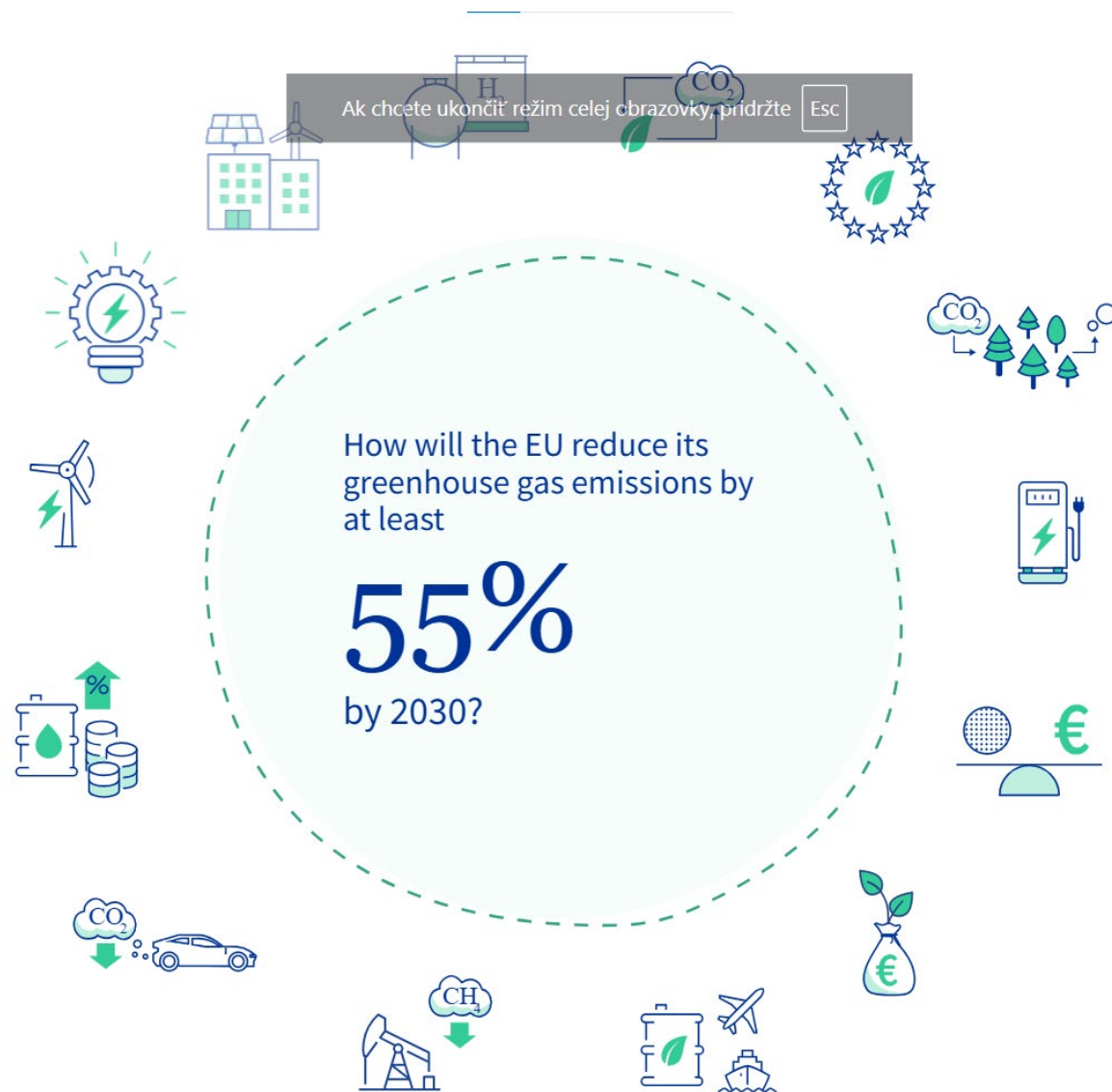
Klimatická spravodlivosť a férovosť

Plán na zabezpečenie spravodlivej a inkluzívnej transformácie s cieľom pomôcť ľuďom najviac postihnutým transformáciou a na nikoho nezabudnúť.

Prečo?

Európska komisia prijala súbor návrhov na **zníženie čistých emisií skleníkových plynov do roku 2030 aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990**, a to prispôsobením politik EÚ v oblasti klímy, energetiky, dopravy a zdaňovania.

Fit for 55



Prečo?

Európska a národná legislatíva o energetickej hospodárnosti budov

Smernica o energetickej hospodárnosti budov (EPBD)

- Legislatíva EÚ, stanovuje rámcové požiadavky na EHB budov a určuje smerovanie EÚ v oblasti EHB budov.
- Prvý krát prijatá v 2002 (2002/91/ES)
- EPBD II: prvá revízia v 2010 (2010/31/EÚ)
- EPBD III: druhá revízia 2018 (2018/844/EÚ)
- EPBD IV: tretia revízia 2024 (2024/1275/EÚ)

Zákon o energetickej hospodárnosti budov č. 555/2005 Zb.

- Upravuje národné požiadavky na EHB na Slovensku,
- Stanovuje povinnosti pri navrhovaní, výstavbe a rekonštrukcii budov, zavádza energetickú certifikáciu a opatrenia na znižovanie spotreby energie v súlade s európskou legislatívou (napr. EPBD).

Vyhláška o energetickej hospodárnosti budov č. 364/2012, ktorou sa vykonáva zákon o EHB

- podrobne stanovuje metodiku výpočtu energetickej hospodárnosti budov, požiadavky na energetickú certifikáciu, klasifikáciu budov podľa energetickej náročnosti atď.

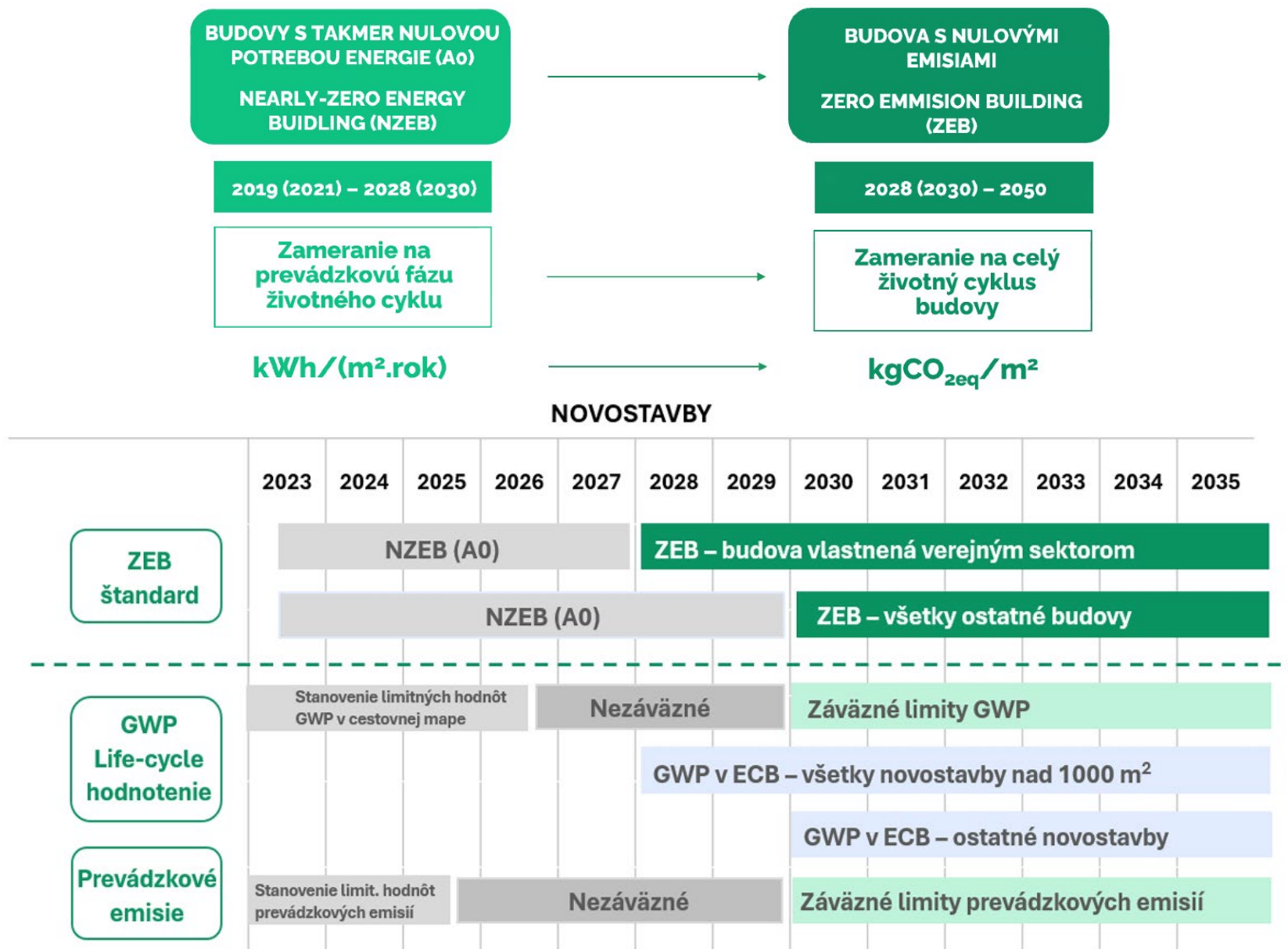
Požiadavky na globálny ukazovateľ (Primárna energia)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Verejné budovy		NÍZKOENERGETICKÁ ÚROVEŇ VÝSTAVBY (B)			ULTRANÍZKOENERGETICKÁ ÚROVEŇ VÝSTAVBY (A1)			BUDOVY S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE (A0)					
Všetky ostatné budovy		NÍZKOENERGETICKÁ ÚROVEŇ VÝSTAVBY (B)			ULTRANÍZKOENERGETICKÁ ÚROVEŇ VÝSTAVBY (A1)					BUDOVY S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE (A0)			

Prečo?

Zero-emission
building (ZEB)

Európska a národná
legislatíva o
energetickej
hospodárnosti
budov



Prečo?

Zero-emission building (ZEB) od roku 2030

Aktualizovaná smernica EPBD IV.

Nové budovy musia byť ZEB nesmú spôsobovať na mieste emisie uhlíka z fosílnych palív. Platí to od 1. januára 2028 pre verejné budovy a od 1. januára 2030 pre všetky ostatné nové budovy.

- Solárne panely / povinná predpríprava
- Infraštruktúra nabíjania elektrických vozidiel
- Na každú bytovú jednotku 2 odkladacie miesta pre bicykle
- Postupné vyradenie kotlov na fosílné palivá do roku 2040

Maximálna prahová hodnota primárnej energie je **aspoň o 10 % nižšia** ako je hodnota pre úroveň budovy s takmer nulovou potrebou energie (**energetická trieda A0**) k 28.5.2024

Celková ročná potreba primárnej energie je pokrytá energiou z:

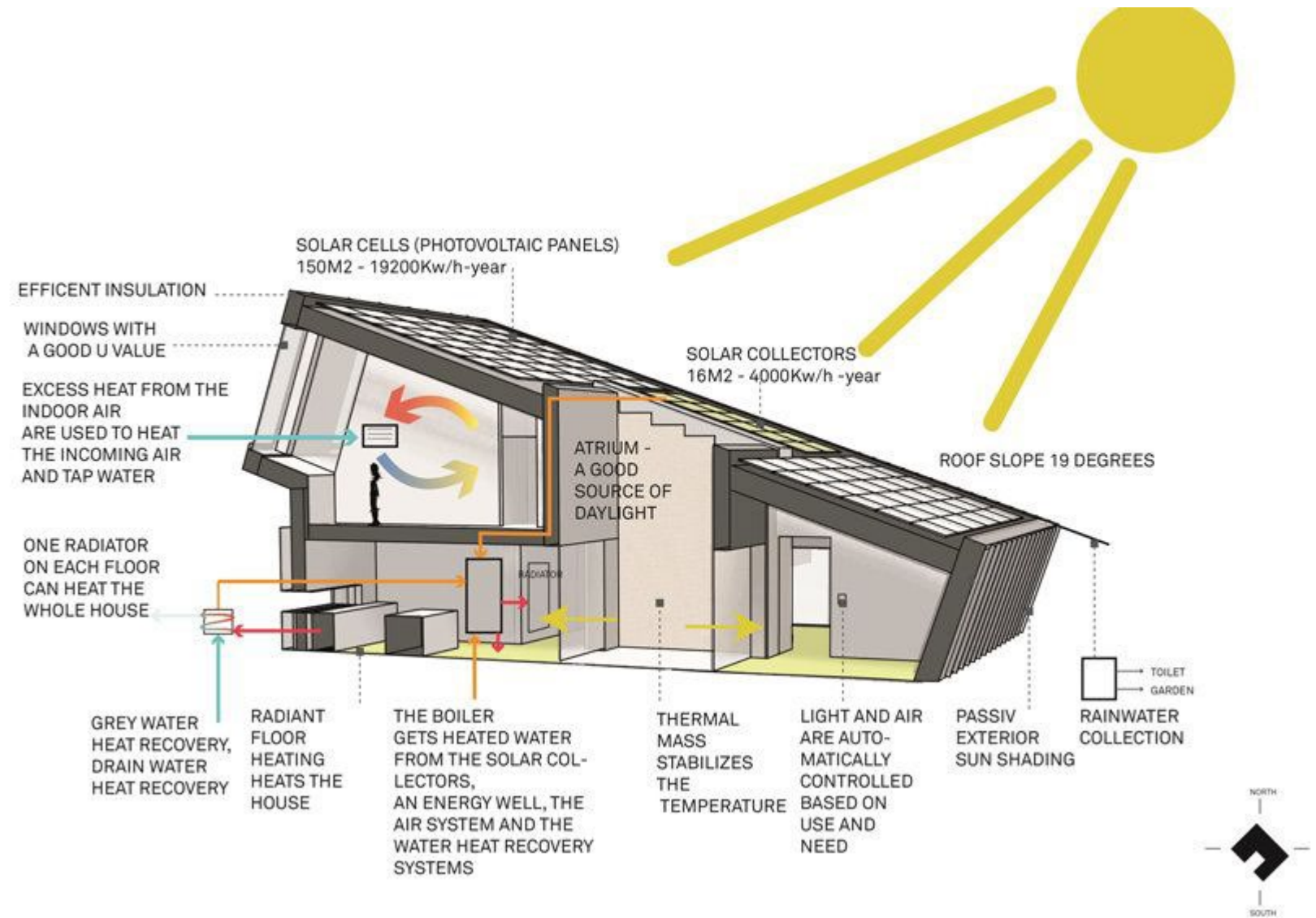
- a) OZE vyrobenej na mieste alebo v blízkom okolí budovy,
- b) OZE dodanou z komunity vyrábajúcej energiu z OZE,
- c) Účinného systému CZT,
- d) Zdrojov z nulovým obsahom uhlíka.

Po roku 2030 **spĺňa maximálne prahové hodnoty** pre:

- a) GWP počas životného cyklu,
- b) Prevádzkové emisie skleníkových plynov.

Ako?

Zero-emission building (ZEB) od roku 2030



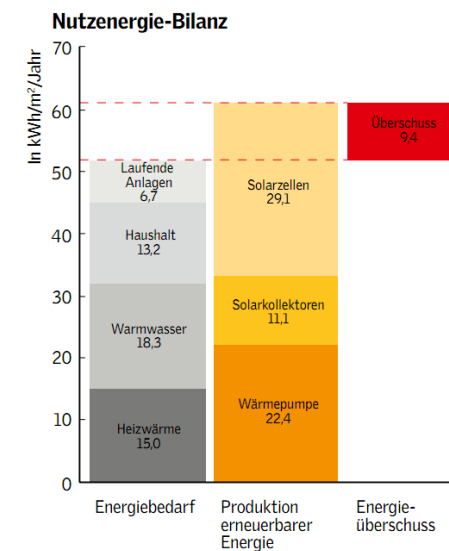
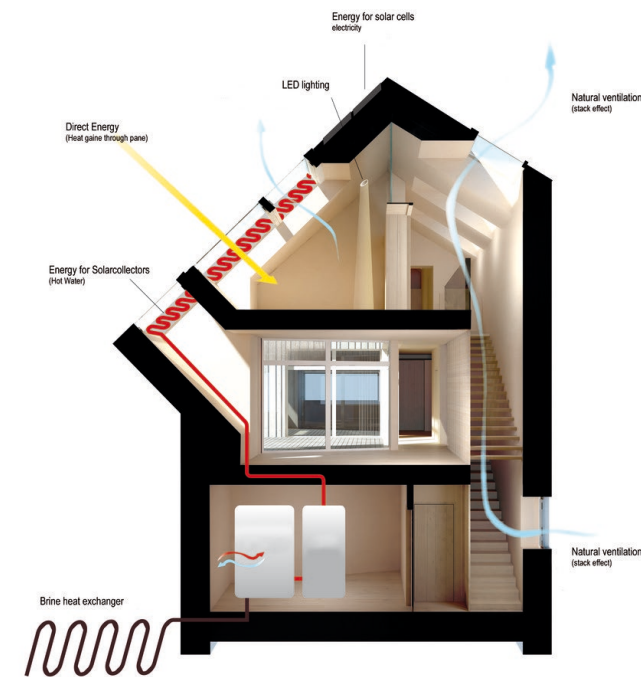
Velux Sunlight House, Puchsbau, Austria

Juri Troy Architects



Velux Sunlight House, Puchsbau, Austria

Juri Troy Architects



Schwaikheim Housing and Workshop, Stuttgart, Germany

CAPE Ingenieure, Markus Binder, and schleicher.ragaller architects,



Joint research centre, Sevilla, Spain prvá Net Zero Emissions budova Európskej komisie

Vítaz súťaže Bjarke Ingels Group



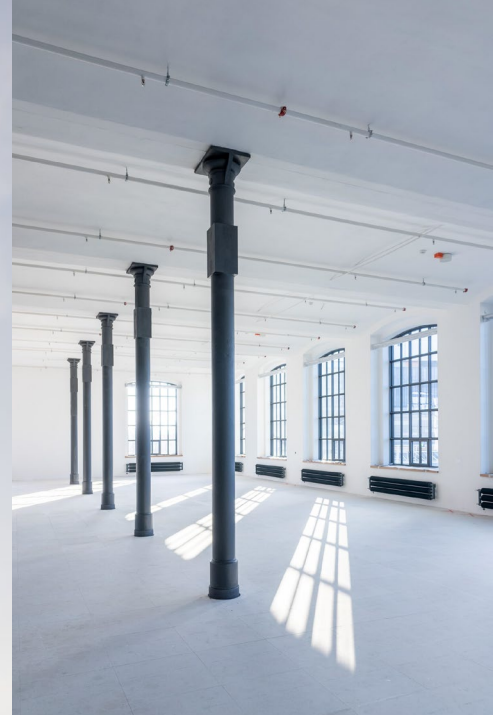
Joint research centre, Sevilla, Spain prvá Net Zero Emissions budova Európskej komisie

Vítaz súťaže Bjarke Ingels Group



Pradiareň 1900

BOUDA MASÁR architekti



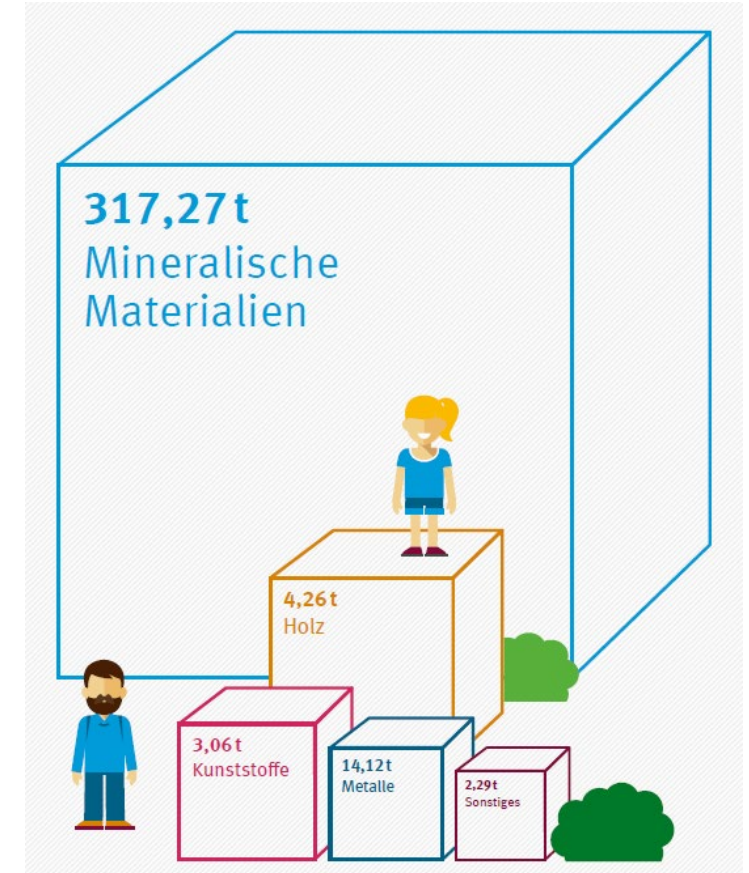
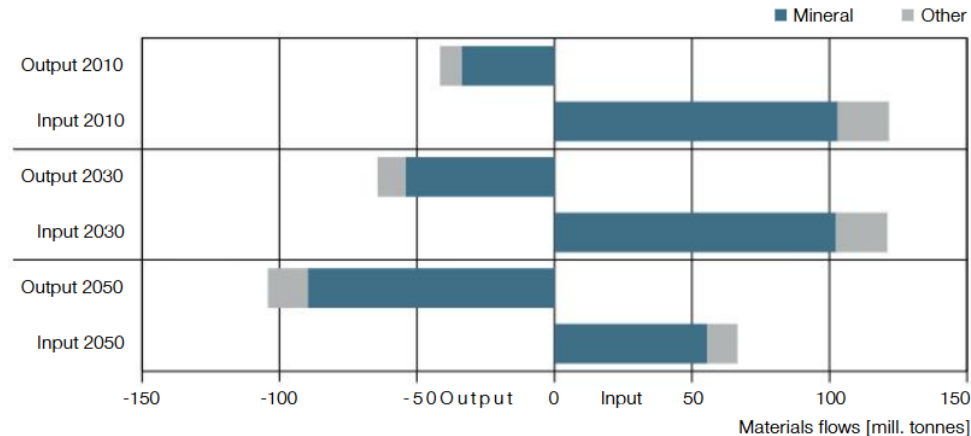
<https://www.pradiaren1900.com/>



Urban Mining – mestá ako zdroje materiálu

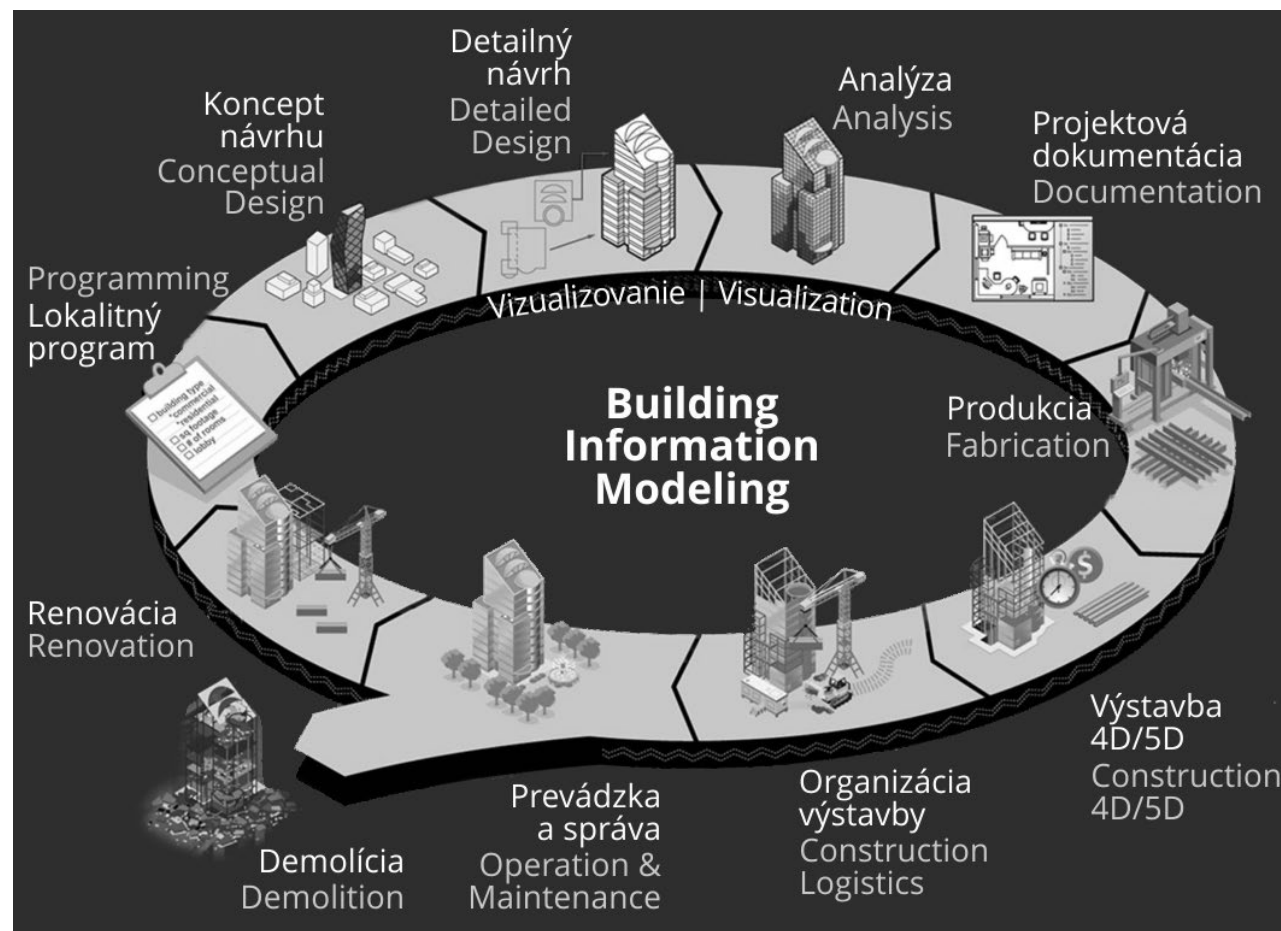
Urban Mining – mestá ako zdroje materiálu

- V mestách končí trajektória mnohých produktov a materiálov, ktoré sa systematicky zabudovávajú do štruktúry mesta.
- Vo Viedni pripadá na obyvateľa približne 200 ton materiálov, ktoré za rok prejdú metabolizmom mesta, a z ktorých v ňom ostáva zabudovaných 4 – 10 ton.
- V Nemecku pripadá na hlavu cca 320 t zabudovaných materiálov. Priemerný Viedenčan dnes vlastní zhruba 350 ton materiálu.



Cirkulárna ekonomika – Cradle to cradle

- Inteligentné materiály a inovatívne spôsoby výstavby
- BIM / digitalizácia procesov
- Životný cyklus budov a mestských štvrtí



Transformácia 530 bytov vo štvrti quartier du Grand Parc, Bordeaux, Francúzsko

Lacaton & Vassal



<https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=80>



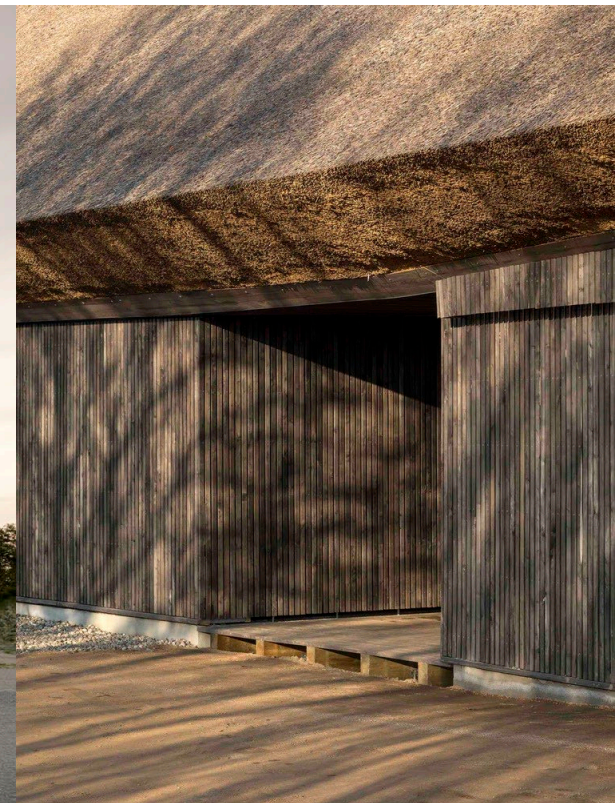
Návštěvnícké centrum Wattenmeer, Dánsko

Dorte Mandrup



Návštěvnícké centrum Wattenmeer, Dánsko

Dorte Mandrup



Obnoviteľné materiály

Slama - EcoCocon



Obnoviteľné
materiály



Obnoviteľné materiály

HoHo Wien, Seestadt Aspern
RLP Rüdiger Lainer + Partner
24 poschodí, 84 m vysoká drevená budova



Obnoviteľné materiály



Obnoviteľné materiály



Obnova budov - SNG



Kusý Paňák



SR Bank Financial Park Stavanger, Norway

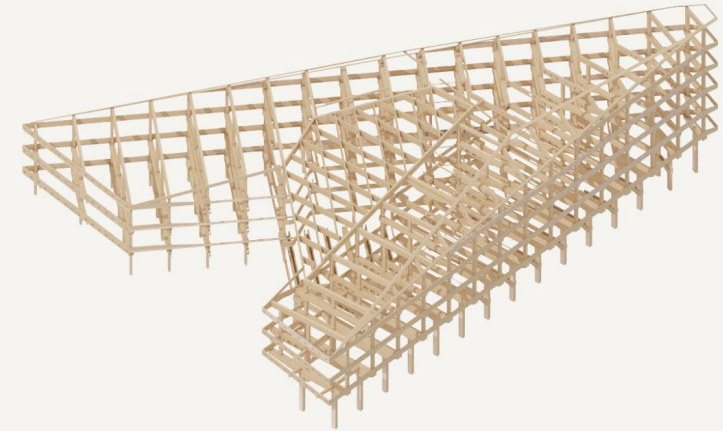
Helen & Hard Architects

SR Bank Financial Park Stavanger, Norway

Helen & Hard Architects



<https://helenhard.no/work/bjergsted-financial-park/>



Architektúra vytvára kultúrnu vrstvu
Vzdeláva, motivuje k udržateľnosti

Rekonštrukcia rekonštruovaného domu

Kito / Honč



UNGER

Znojmo, Česko

ORA



Dům v ruině

Jevíčko, Zadní Arnoštov, Česko

ORA



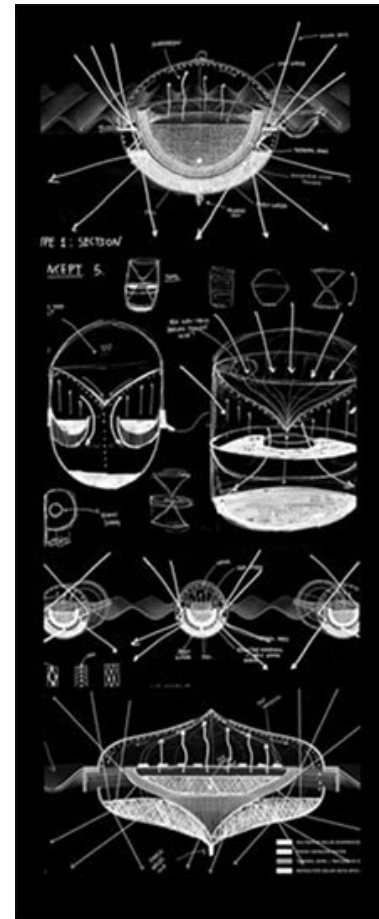
Smart Low-Tech riešenia



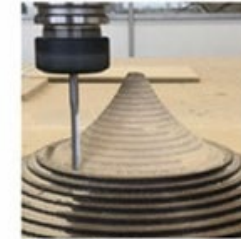
Jugaad

Nekonvenčná, skromná inovácia na indickom subkontinente
(inovatívne opravy, jednoduché riešenia, sfunkčnenie existujúcich vecí a vytváranie nových so skromnými zdrojmi).
Vytvorenie niečoho, čo v danom momente uspokojí potreby. Niečo prakticky z ničoho.

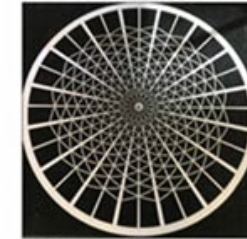
Smart Low-Tech riešenia



FABRICATION



CNC MILLING MOLD SHAPE



WATER CHANNELS SURFACE IMPRINTS



VACUUM FORMING OVER MOLD

INSTALLATION



FIND LOCATION FOR INSTALLMENT



CUTTING HOLE IN RESIDENTS ROOF



INSTALLING PROTOTYPE

TESTING



SEAWATER COLLECTION



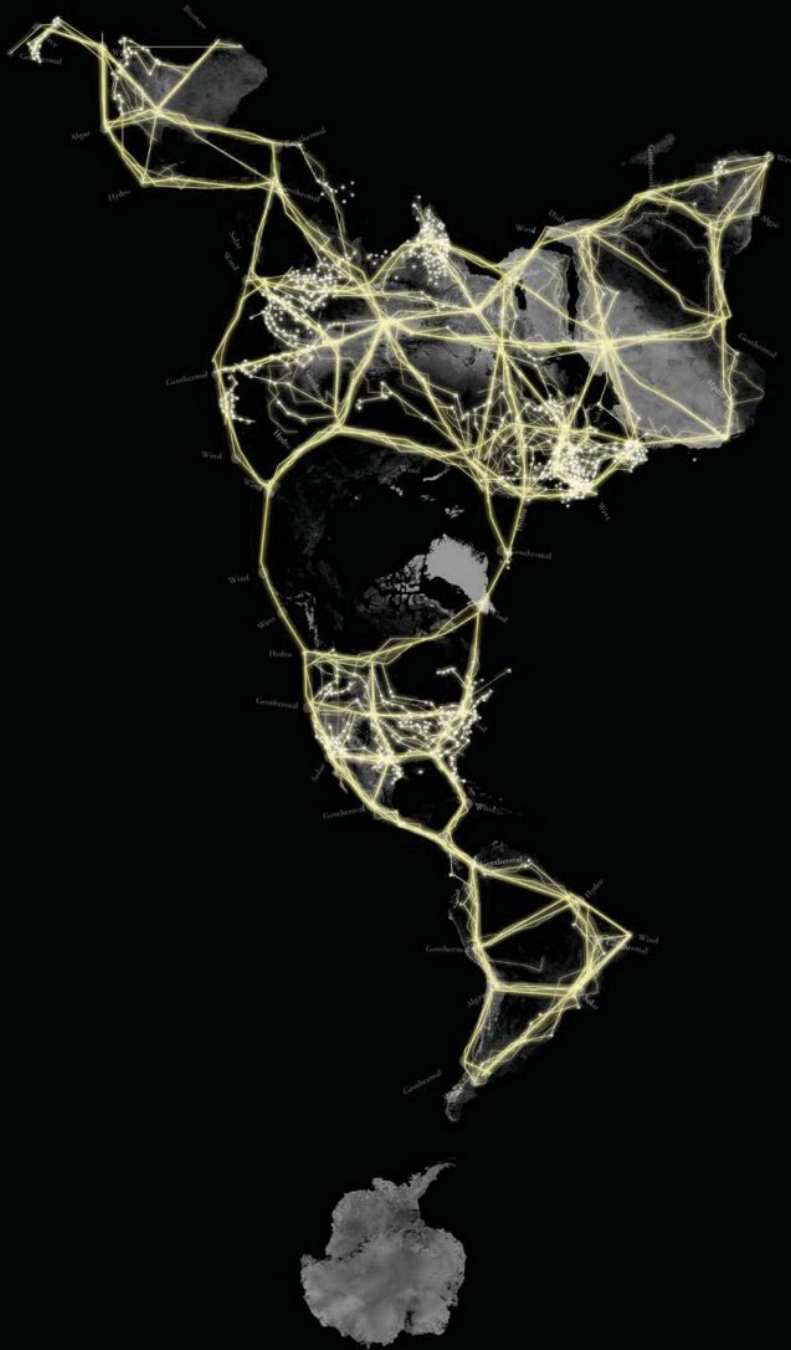
HAND PUMPING SEAWATER INTO PROTOTYPE



ACCESSING DESALINATED WATER

Solar Desalination Skylight by Henry Glogau

(Photo: [Henry Glogau Studio](#))



„Mestá, budovy a ich rôzne elementy musíme vnímať ako komplexný systém materiálových a energetických tokov.“

Hľadaj oblasti

Live mapa energetických tokov

Elektrina a jej uhlíková stopa

Slovensko

10. 10. 2025, 11:00 SELČ

201g
CO₂eq/kWh

Intezita uhlíka

81%

Nízke emisie

24%

Obnoviteľné

10. 10. 2025,
11:00 SELČ

Current 15-Minutes

14:00

20:00

10. 10.

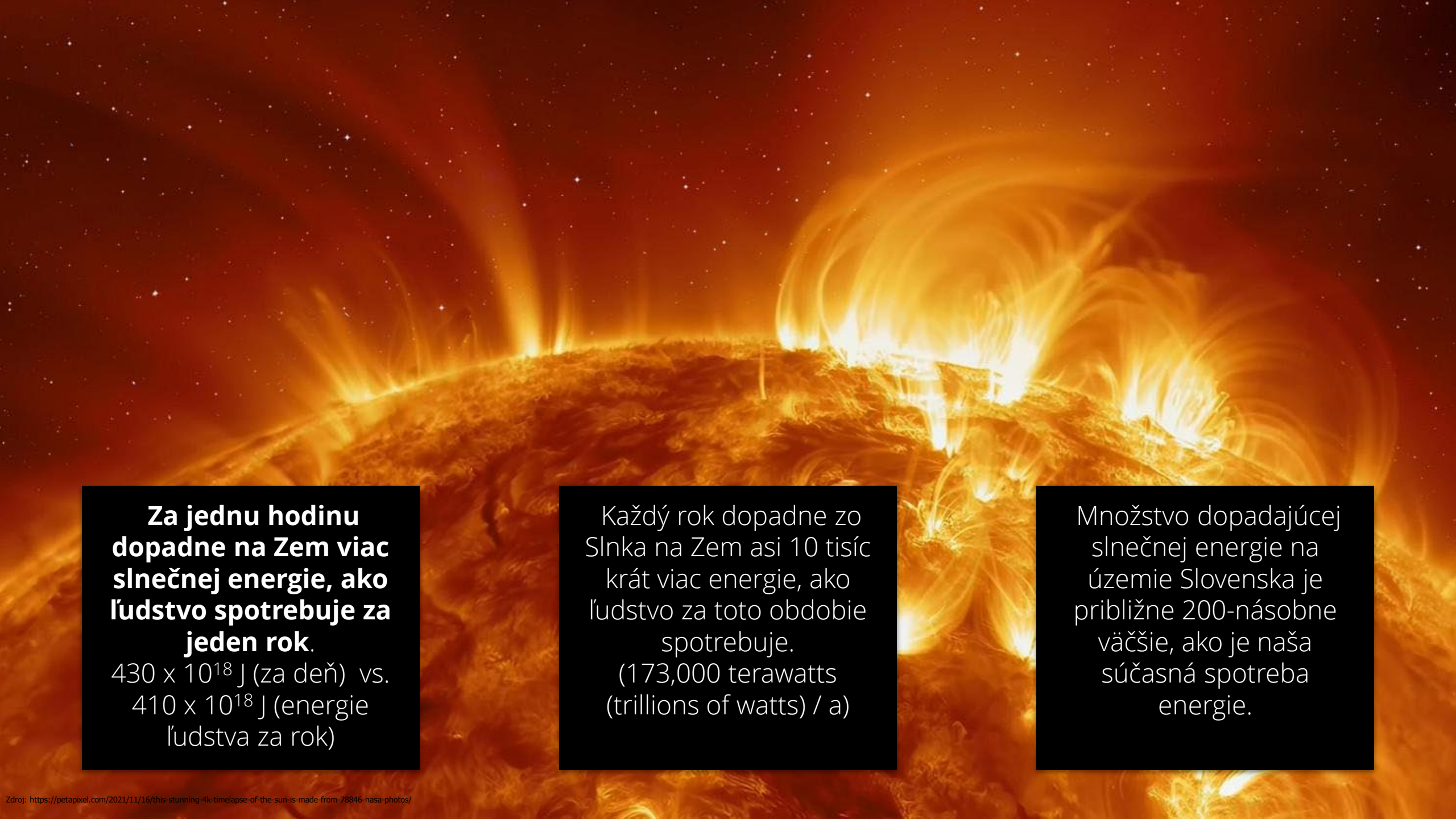
8:00



Intezita uhlíka

gCO₂eq/kWh

0 300 600 900 1200 1500



**Za jednu hodinu
dopadne na Zem viac
slnečnej energie, ako
ľudstvo spotrebuje za
jeden rok.**

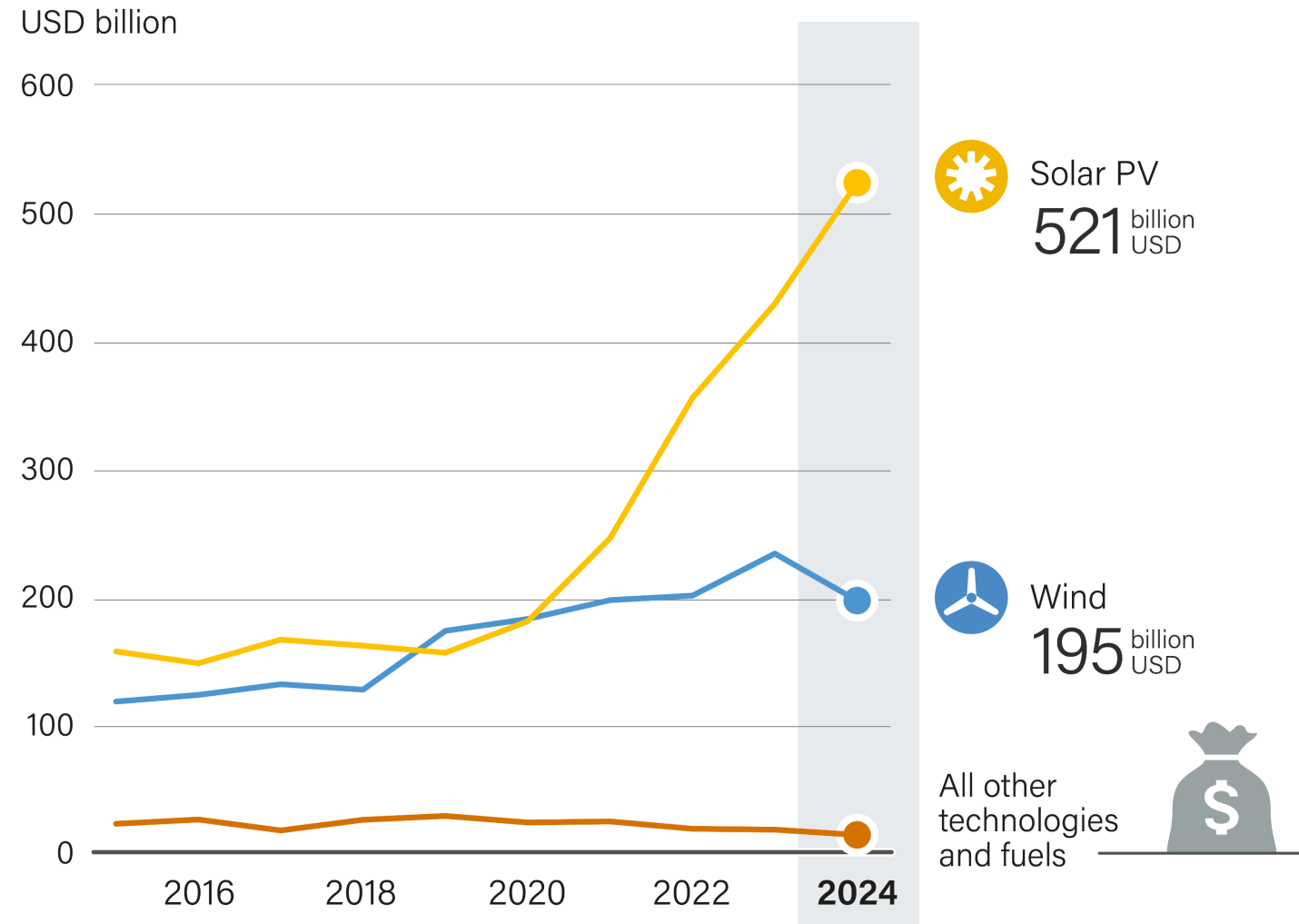
430 x 10¹⁸ J (za deň) vs.
410 x 10¹⁸ J (energie
ľudstva za rok)

Každý rok dopadne zo
Slnka na Zem asi 10 tisíc
krát viac energie, ako
ľudstvo za toto obdobie
spotrebuje.

(173,000 terawatts
(trillions of watts) / a)

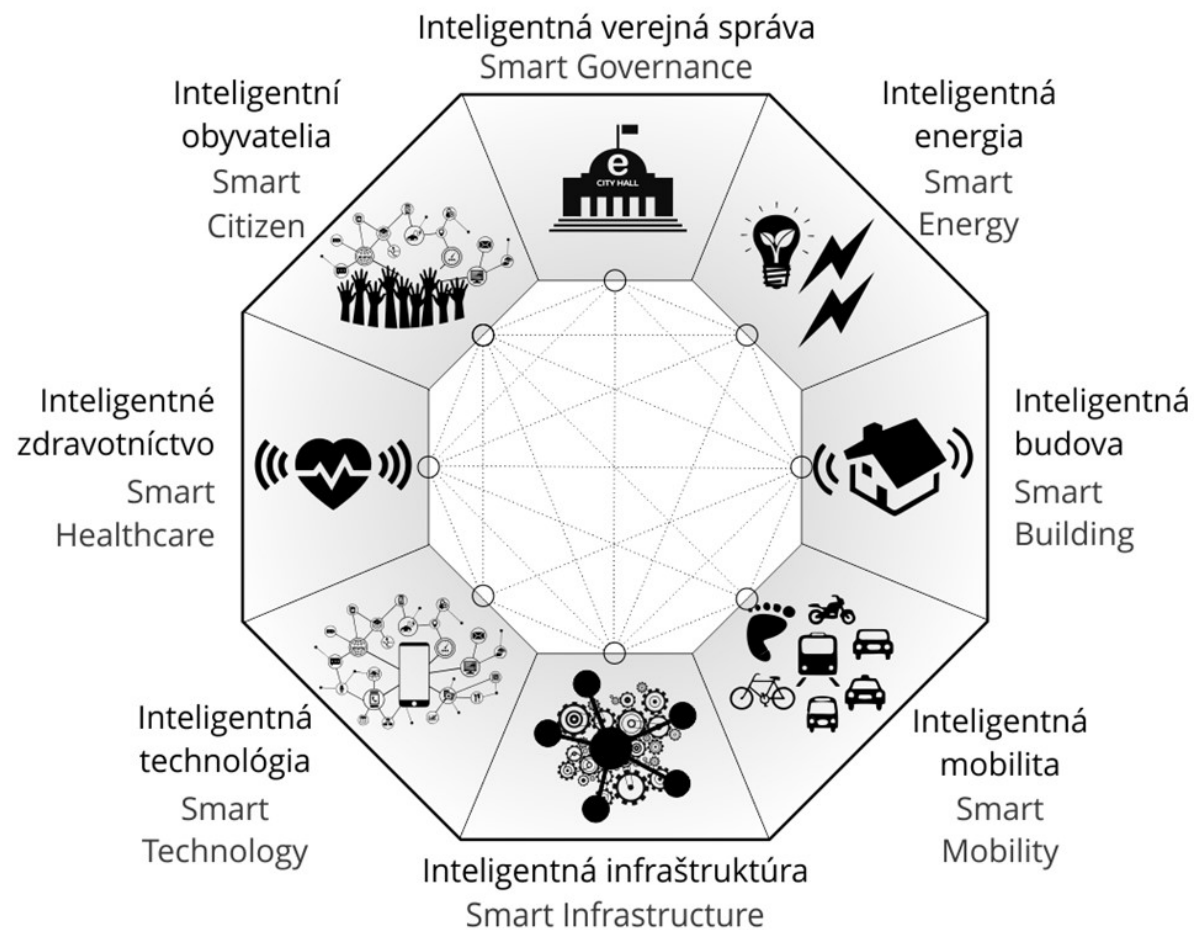
Množstvo dopadajúcej
slnečnej energie na
územie Slovenska je
približne 200-násobne
väčšie, ako je naša
súčasná spotreba
energie.

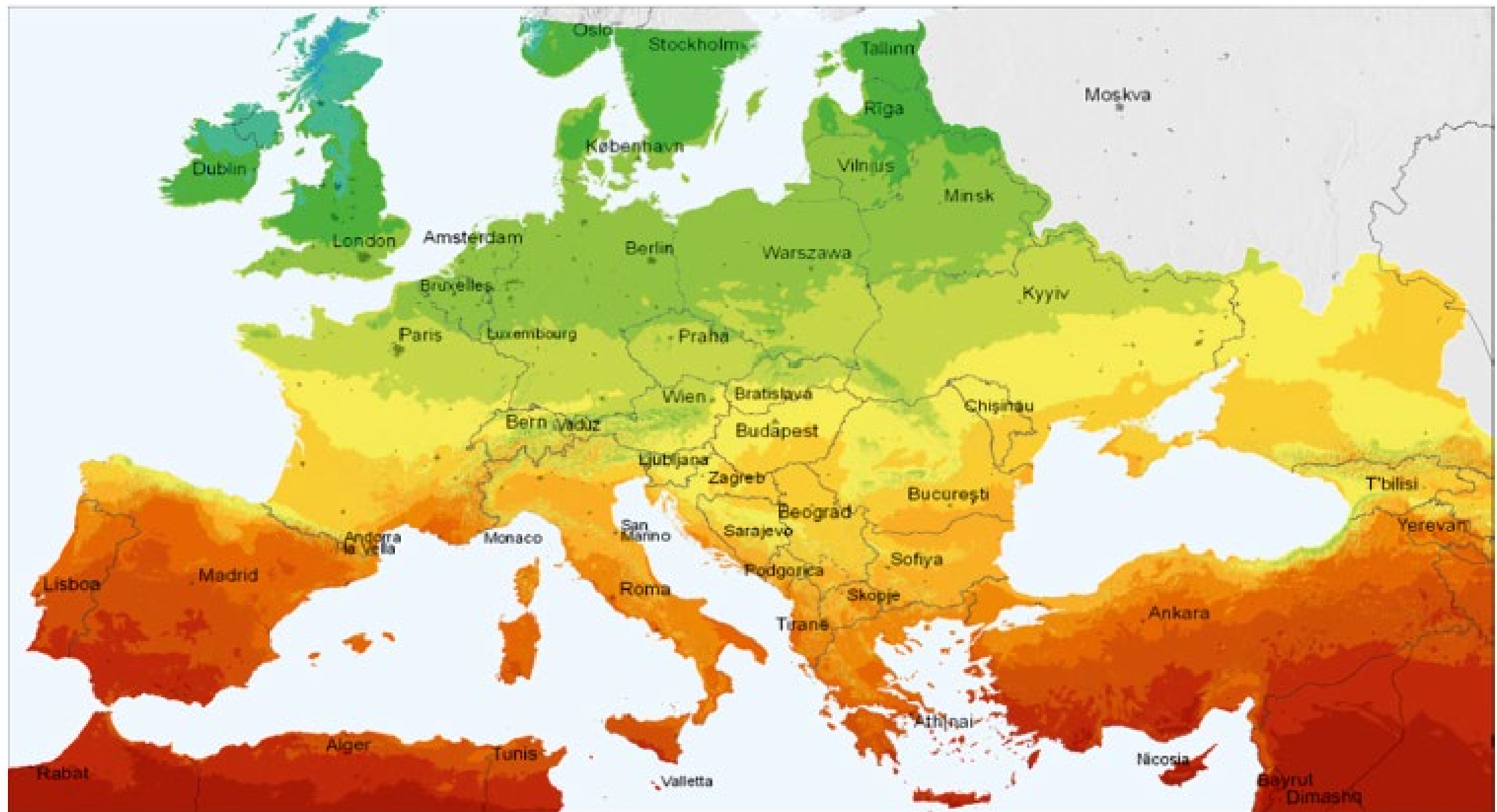
Investície do obnoviteľných zdrojov energie



Smart city ako jedno z východísk

Smart diamant definujúci Smart City Smart diamond that defines a Smart City





Priemerný ročný úhm (4/2004 - 3/2010)

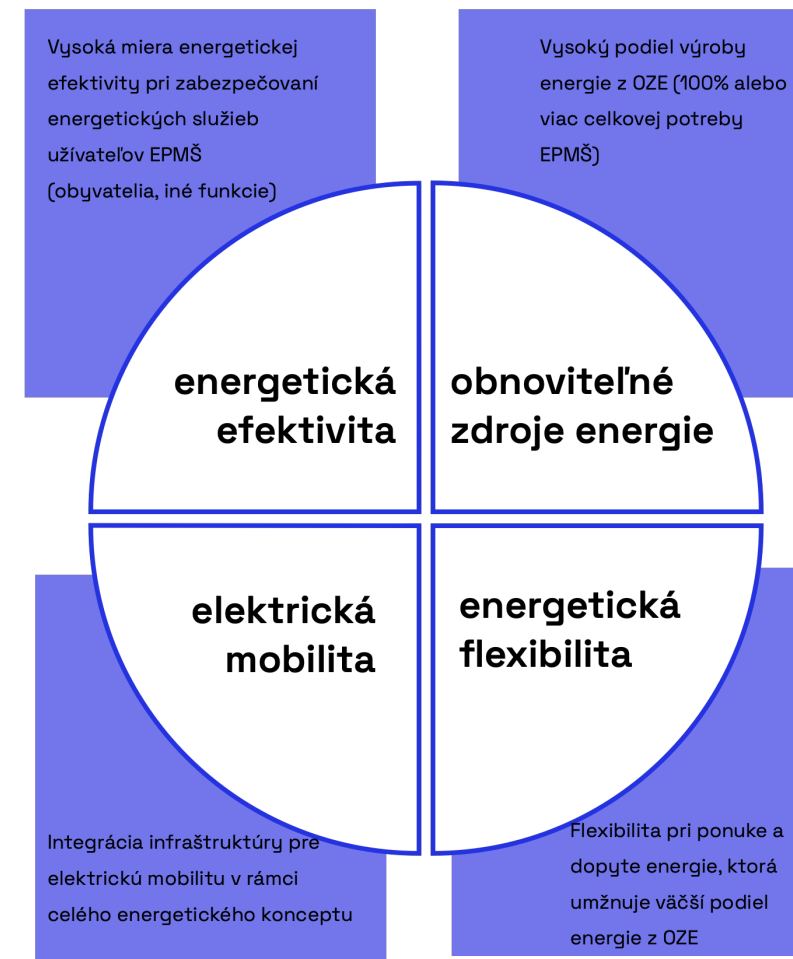
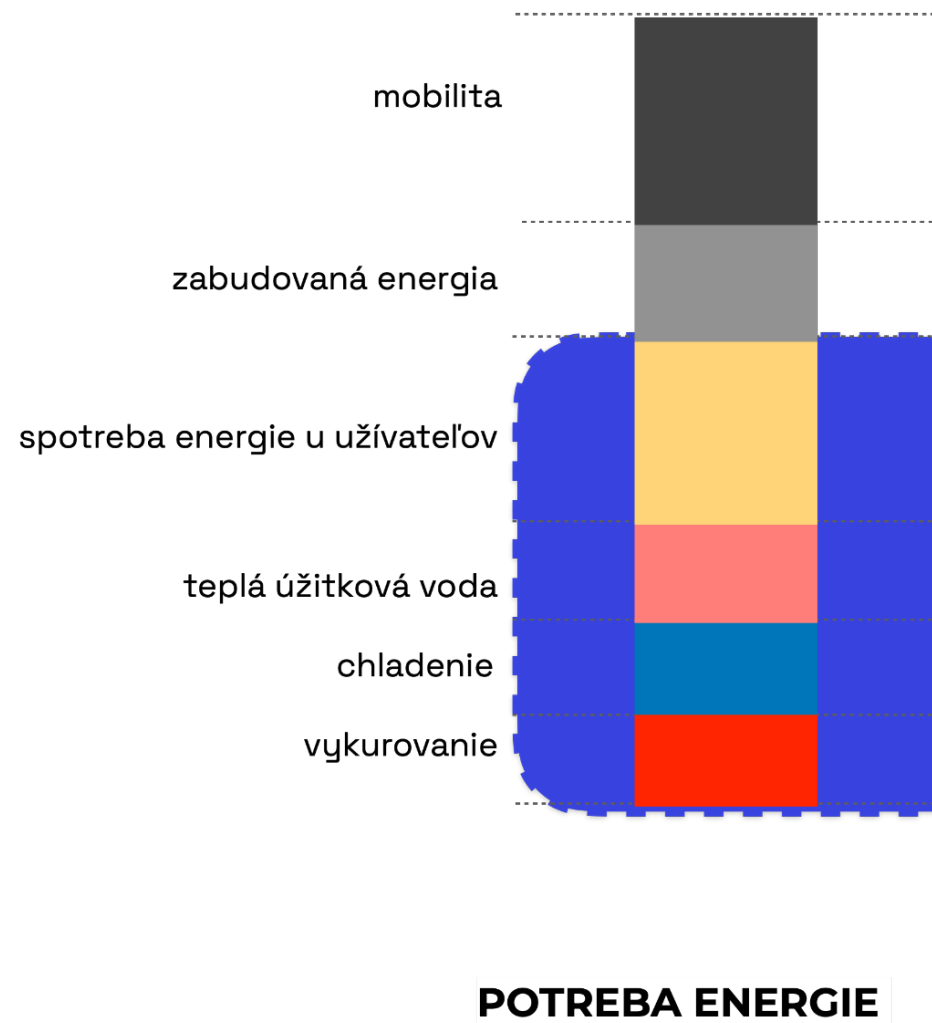


< 700 900 1100 1300 1500 1700 1900 > kWh/m²

0 250 500 km

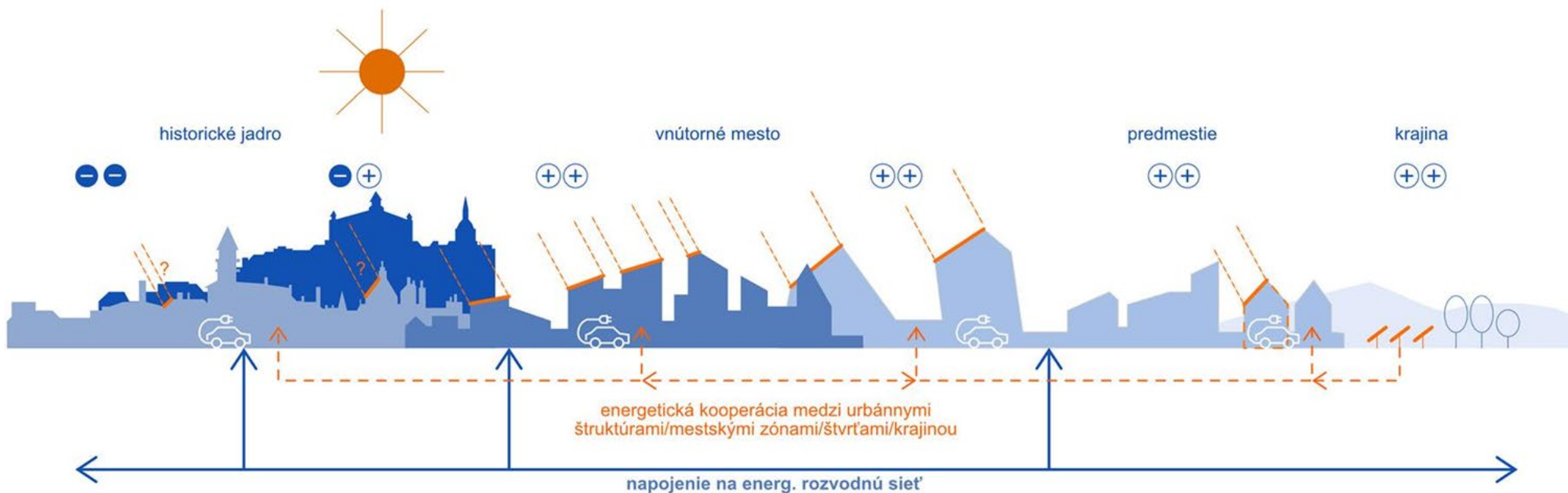
zdroj solárnych máp: © 2011 GeoModel Solar, s.r.o.

Energeticky plusové mestské štvrte



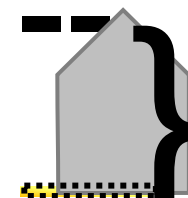
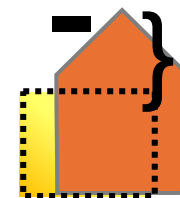
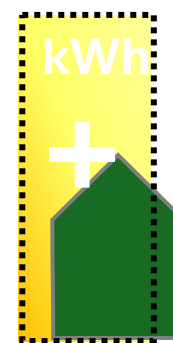
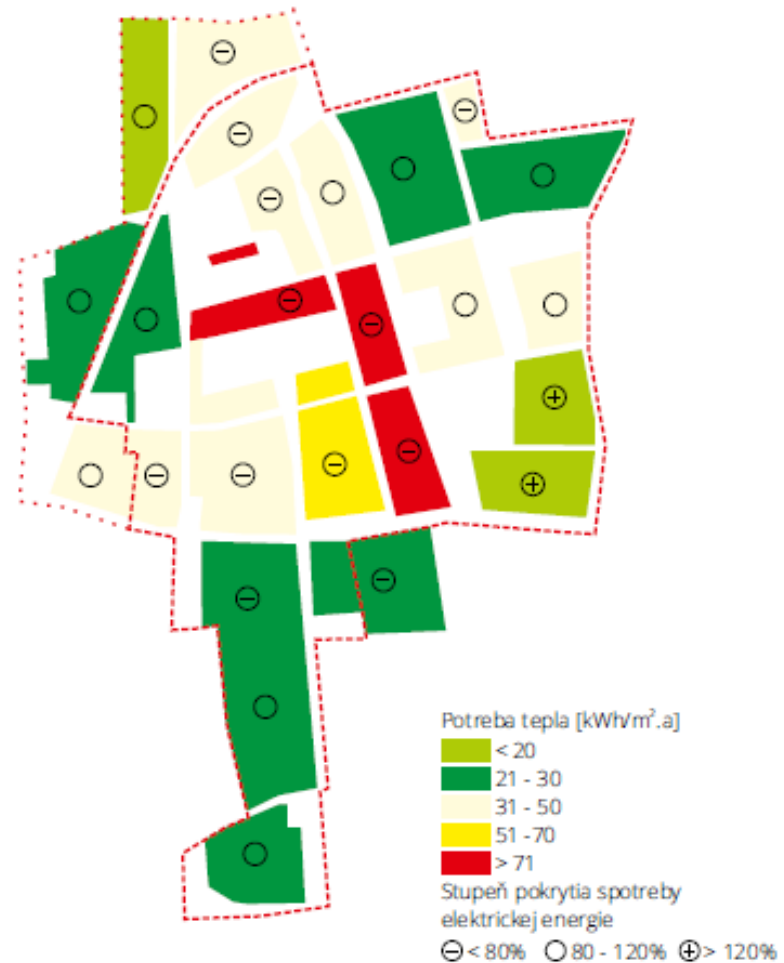
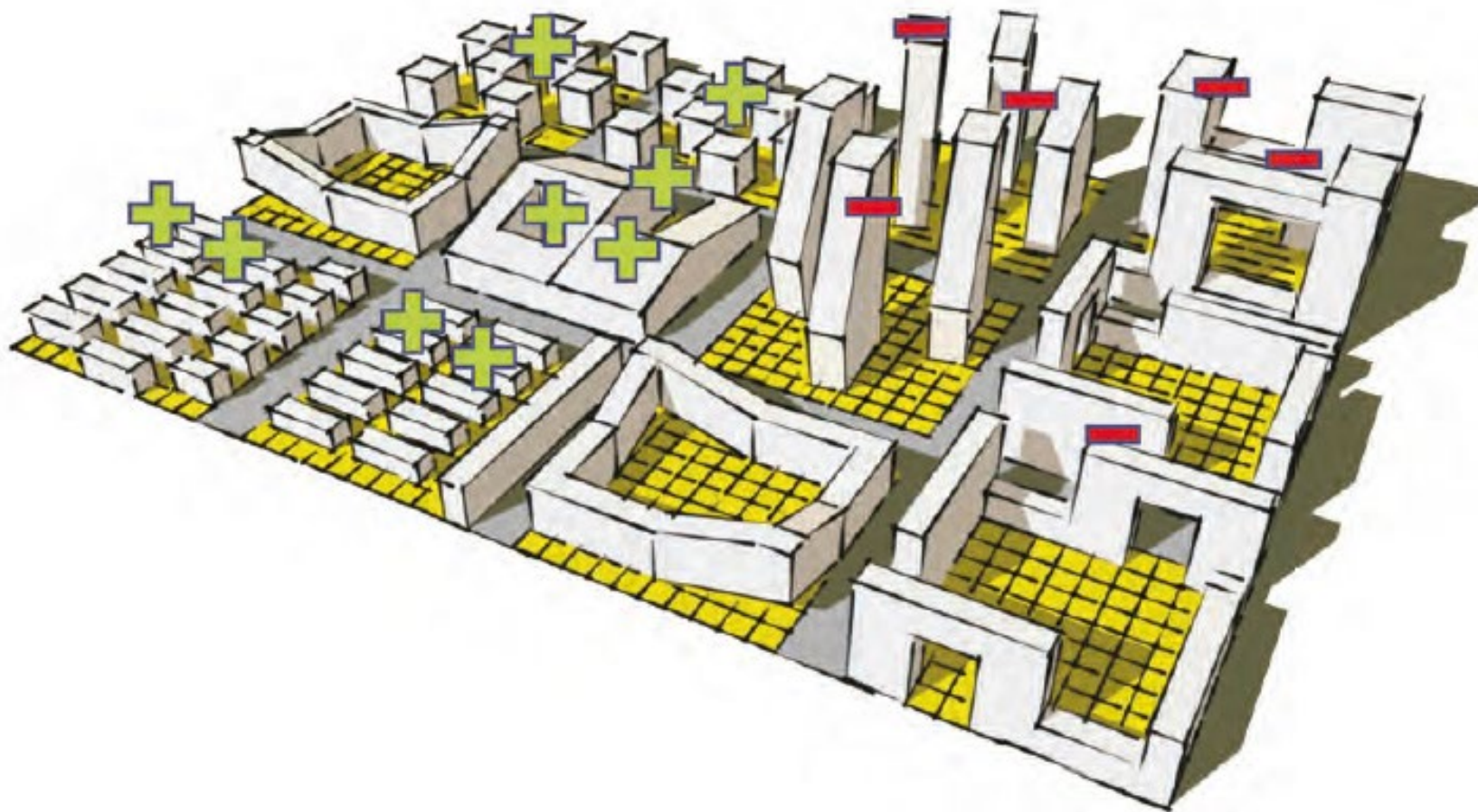
intradisciplinárne princípy tvorby EPMŠ

Schéma **energetickej kooperácie** medzi urbánnymi časťami *PEDs - Positive Energy Districts*



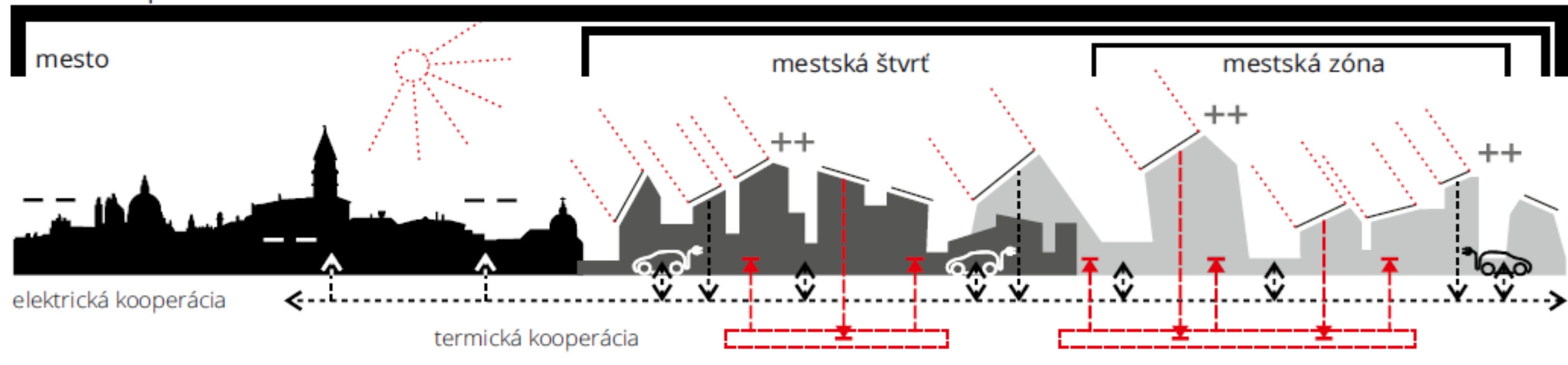
Krump podľa Legény & Morgenstein

Energetická kooperácia urbánnych štruktúr



Energetická kooperácia urbánnych štruktúr

úroveň kooperácie



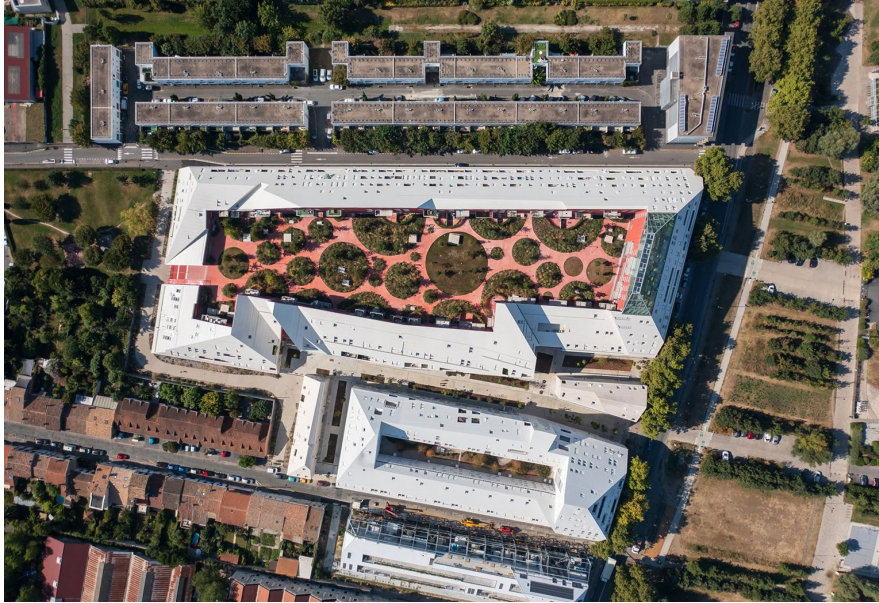
potrebné množstvo energie
pokrytie potreby z obnoviteľných zdrojov
deficit = **negatívny** kooperačný potenciál

energetická kooperácia medzi urbánnymi
štruktúrami/mestskými zónami/štvrtami

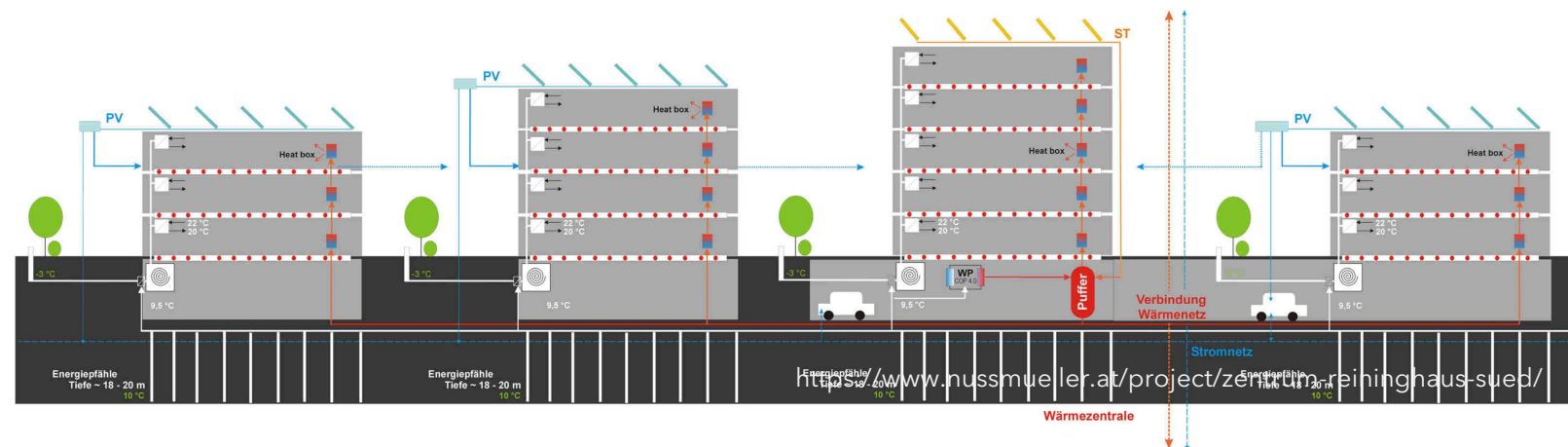
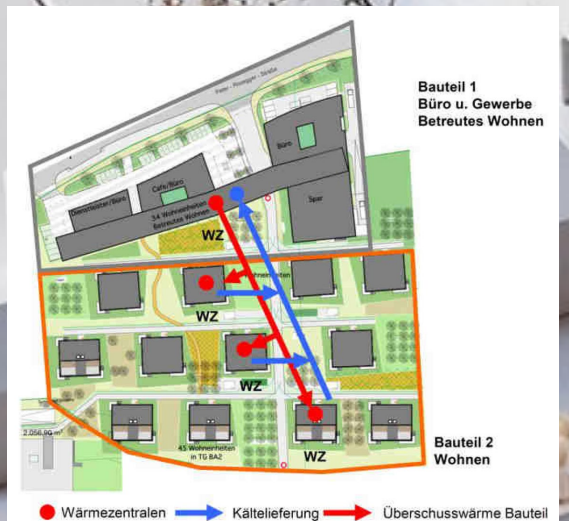
potrebné množstvo energie
pokrytie potreby z obnoviteľných zdrojov
prebytok = **pozitívny** kooperačný potenciál

MVRDV, Ilot Queyries (2021)

(Source: <https://www.mvrdv.nl/projects/271/ilot-queyries>)



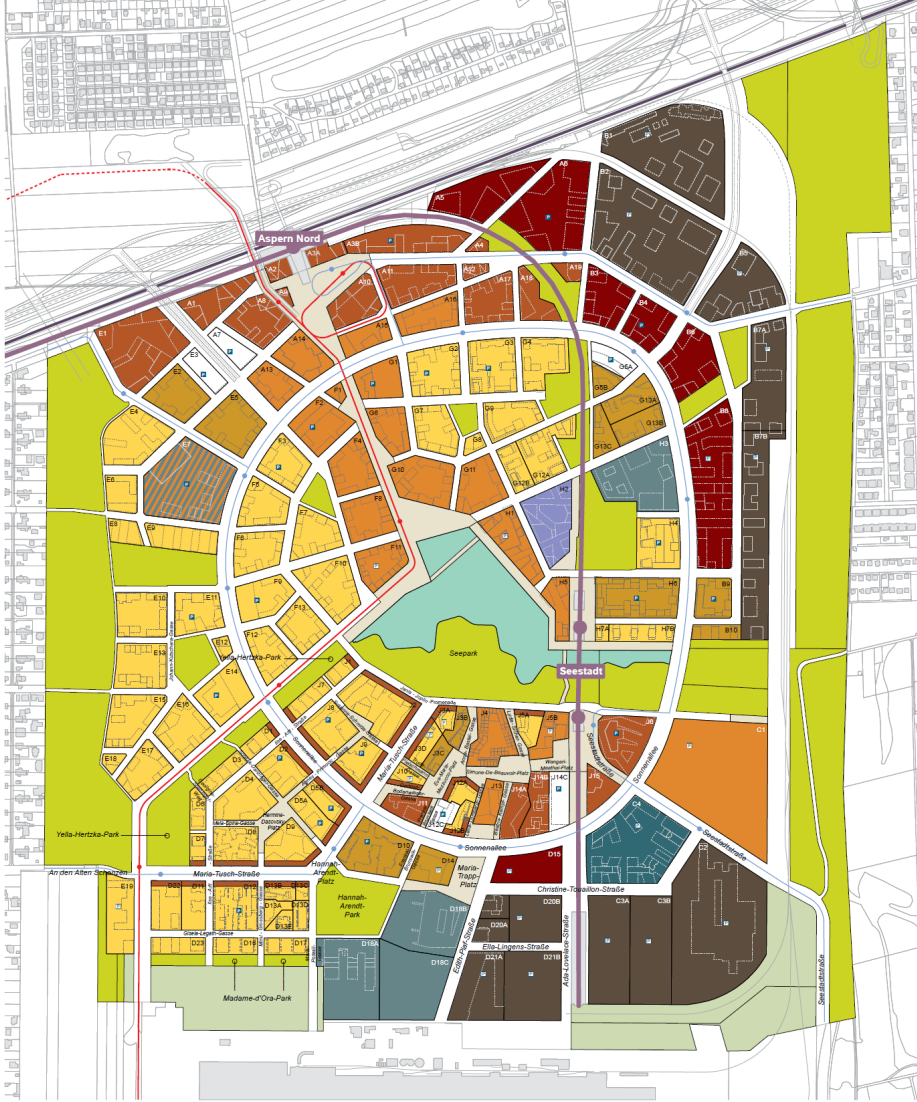
Plusenergieverbund Reininghaus Süd, Graz, Rakúsko



Plusenergieverbund Reininghaus Süd, Graz, Rakúsko

Polyfunkčný súbor s energetickou kooperáciou medzi bývaním, kancelárskymi, obchodnými prevádzkami





Seestadt Aspern Viedeň, Rakúsko

koncept smart grid
umožňuje, celú potrebu
energie na vykurovanie a
chladenie pokryť
z lokálne dostupných
obnoviteľných zdrojov
energie.

- | | |
|--|---|
|  bývanie / housing |  vodné plochy / water |
|  bývanie s flexibilným využitím prízemí / housing with flexible use on the ground floor |  ochranná zóna / buffer zone |
|  prevažne bývanie s flexibilným využitím na všetkých podlažiach / predominantly housing with flexible use on all floors |  zelené plochy / green areas |
|  priemysel a výroba / industry manufacturing |  technická infraštruktúra / technical infrastructure |
|  všetky funkcie okrem komercie a bývania / all functions except commerce and housing |  plánované premiestnenie trate / planned relocation of the track |
|  všetky funkcie okrem komercie / all functions except commerce |  garáže a parkovacie miesta / garages and parking |
|  všetky funkcie okrem bývania / all functions except housing |  hromadné garáže / xxx |
|  výskum a vývoj / research and development |  autobus / bus |
|  sociálne služby / social services |  električka / tram |
|  kultúra / culture |  metro linka U2 / subway U2 |
|  voľné plochy / free areas |  železničná trať / railway |



Seestadt Aspern Viedeň, Rakúsko

koncept smart grid
umožňuje, celú potrebu
energie na vykurovanie a
chladenie pokryť
z lokálne dostupných
obnoviteľných zdrojov
energie.



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.report.at%2Fenergie%2F17923-seestadt-aspern-erhaelt-nachhaltigste-energieversorgung-oesterreichs>

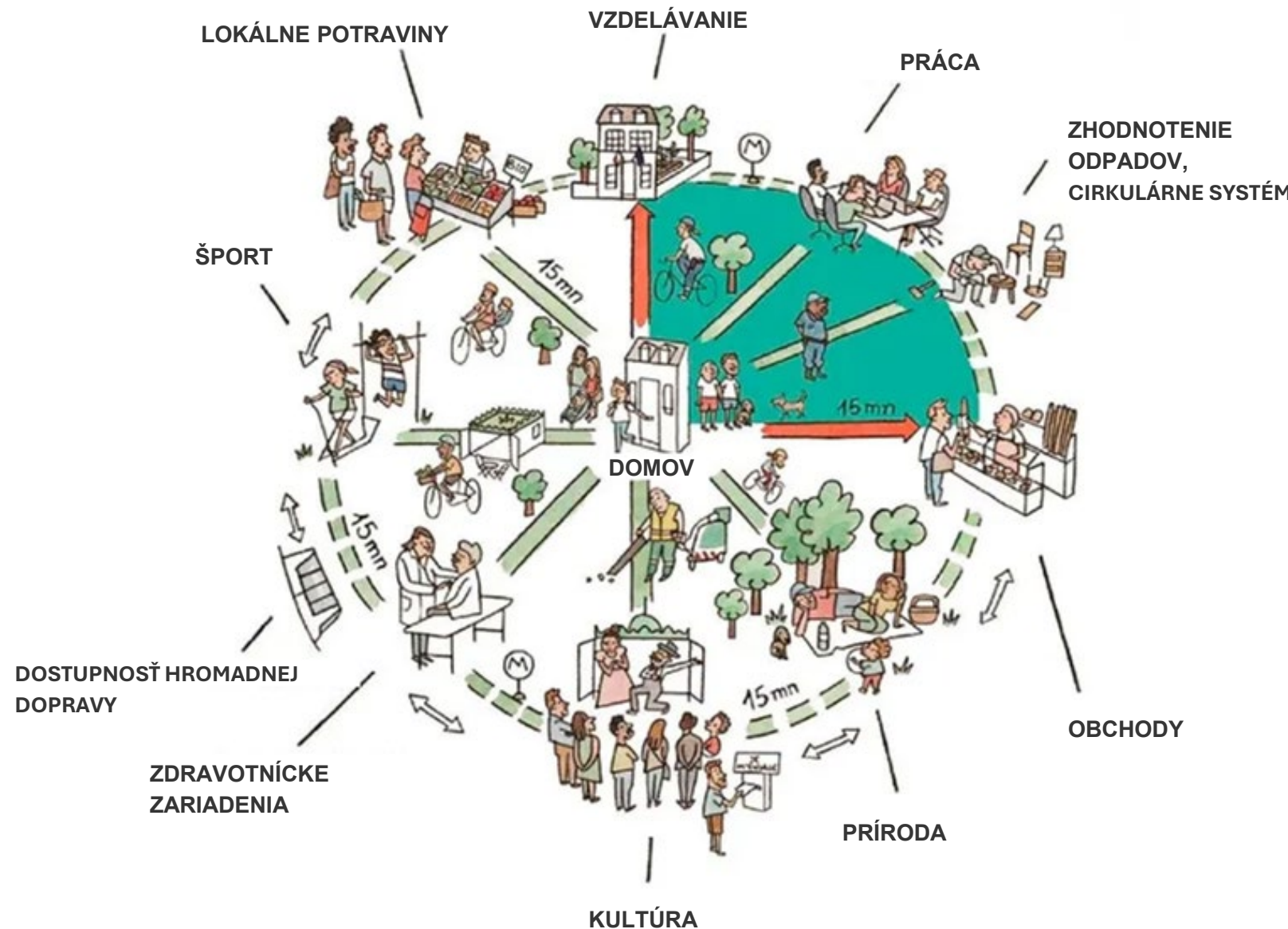
Základné princípy - lepšie plánovanie mesta

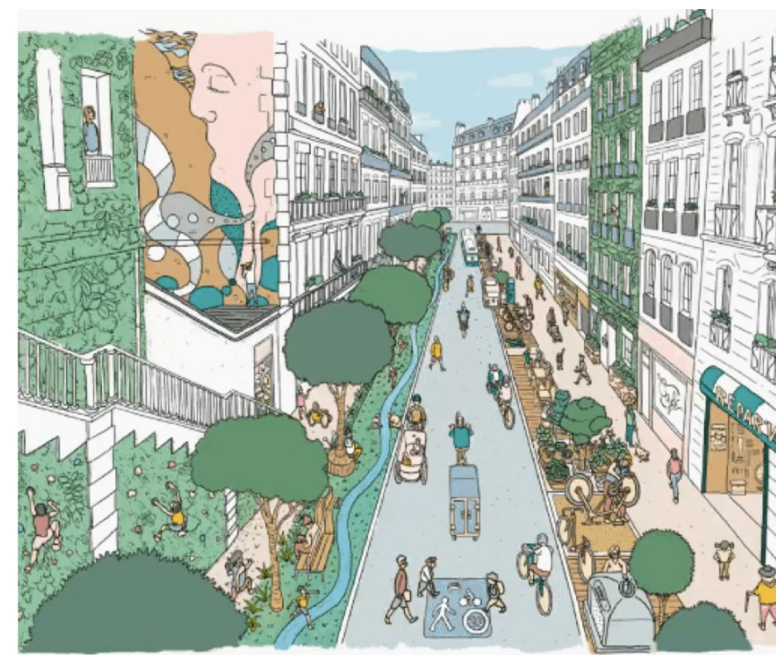
- 15 minútové mesto
- manažment teploty exteriéru a vonkajších povrchov (zeleň, vodné hospodárstvo)
- plánovanie potreby a spotreby
- správna orientácia objektov a miestností vzhľadom na svetové strany, prirodzené vetranie a ochladzovanie
- využívanie OZE



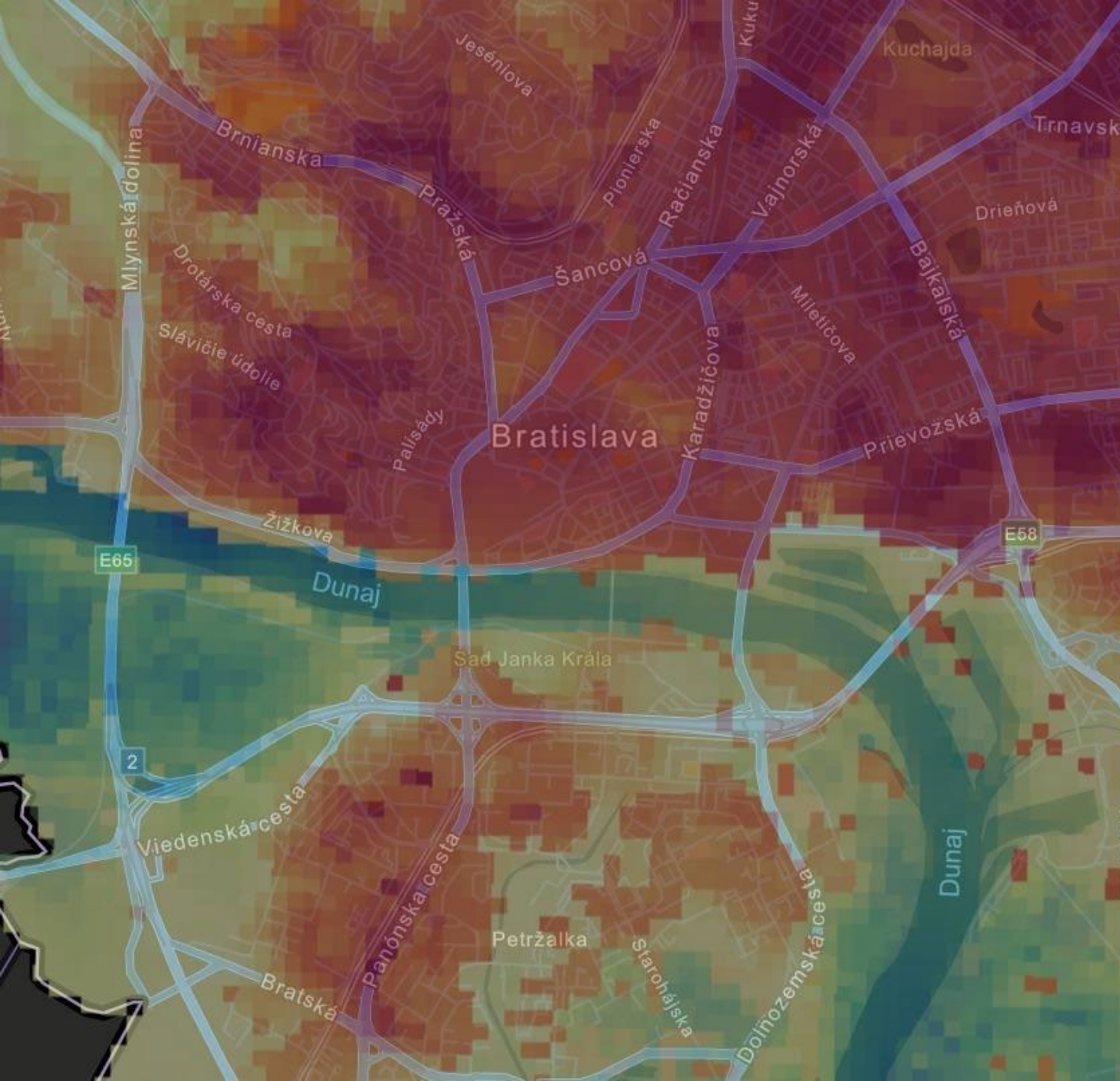
15 minútové mesto

- obyvatelia mali všetko potrebné pre kvalitný život – prácu, školy, obchody, služby, zdravotnú starostlivosť, kultúru, rekreáciu – **dostupné do 15 minút chôdze alebo jazdy na bicykli od domova**
- mix funkcií
- udržateľná mobilita
- Paríž ((starostka Anne Hidalgo)

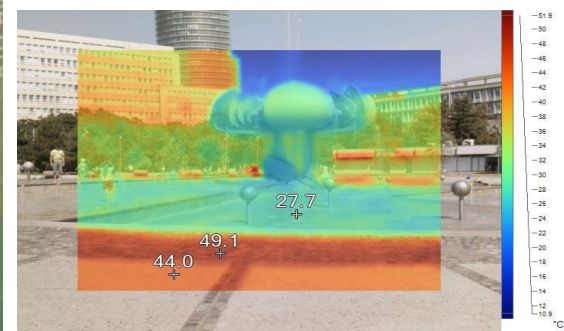
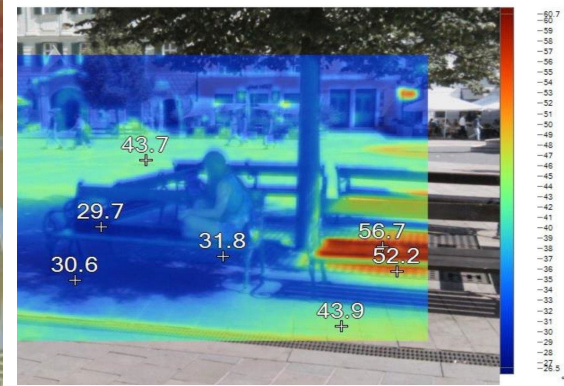
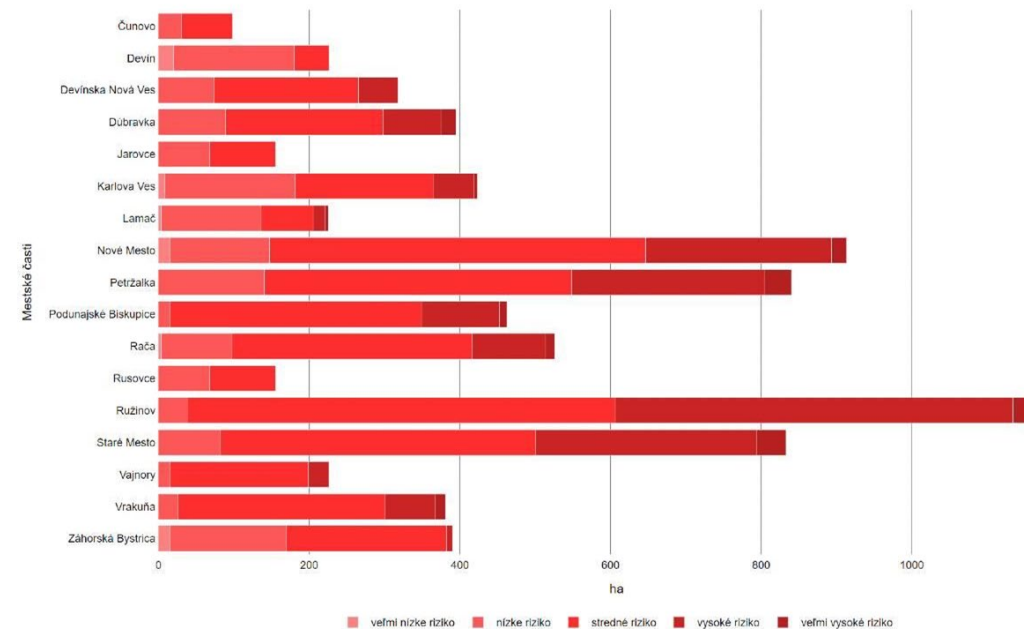




Paríž, plán na implementáciu 15min mesta a jeho postupná realizácia



Riziko horúčav pre deti a seniorov - rozloha v rámci obývaného územia mestských častí



Merania teplôt v centre Bratislavy

Zdroj: MIB a PriF UK

Vic na:

https://geoportal.bratislava.sk/pfo/apps/storymaps/stories/0b1c183f6cf74a86884ba250f95a6d69?fbclid=IwY2xjawGLA2pleHRuA2FlbQixMAABHeBMZ_S8P3FSTv2yEUysLiByl4EGV4sDGRxPBZgaTV8B5-ZIHQth0JoL_Q_aem_pXNOVudgP55Rwrg-ZIE1IA

Zelená infraštruktúra

- Zeleň na reguláciu teplôt, vrátane vodných plôch (fotnány, zadržiavanie vody v území dažďovými záhradami) →, aby prispieva k ochladzovaniu exteriérov, najmä v letných mesiacoch
- Zeleň podporujúca zdravie a wellbeing → vytvárame priestory, ktoré zlepšujú kvalitu ovzdušia a podporujú fyzické aj duševné zdravie
- Produktívna zeleň pre potravinovú sebestačnosť → mestské farmy, komunitné záhrady a jedlé krajinárske prvky, ktoré znižujú potrebu dovozu potravín





“Plávajúce záhrady na parkoviskách”, Japonsko

Tieto záhrady nielen skrášľujú mestské prostredie, ale poskytujú aj kľúčové biotopy pre včely a iné opel'ovače, ktoré sú nevyhnutné pre biodiverzitu.

Táto zelená iniciatíva sa snaží zmierniť negatívne účinky spevnených plôch v mestách, ponúka útočisko pre živočíchy a zlepšuje kvalitu ovzdušia.

Manažment prítalových dažďov - Tokyo (AVAUNT FLOOD DEFENCE)

Zdroj: [Christoffer Rudquist](https://christoffer.co/avaunt-flood-defence) (<https://christoffer.co/avaunt-flood-defence>)



Manažment prívalových dažďov - technológia



Zdroj: https://www.pipelife.com/infrastructure/stormwater-management.html?fbclid=IwY2xjawGMKEdlcHRuA2FlbQlxMAABHUrTrUDPfiEiYkGAa31_6tr9o0PnvMH_uBw4yA062QhastYvZK4EDILQIB3B3Laem_bjvyED6Juy_pQelHyKYH9w

Manažment prívalových dažďov - tvorba





Testovanie autonómne riadeného autobusu, Talin

Dostupné na: www.estonianworld.com

← **Stuttgart, Nemecko**
MHD a podpora cyklodopravy



Najstaršia mimoúrovňňová MhD na svete, Wuppertal

Dostupné na: www.theguardian.com

+ koncepty
zdieľanej
dopravy



Testovanie mimoúrovňňovej MhD v Číne

Dostupné na: www.bbc.com

Ako riadiť takéto mesto?



Sao Paulo, Brazília (Zdroj: https://www.reddit.com/r/UrbanHell/comments/eq48nt/sao_paulo_brazil/)



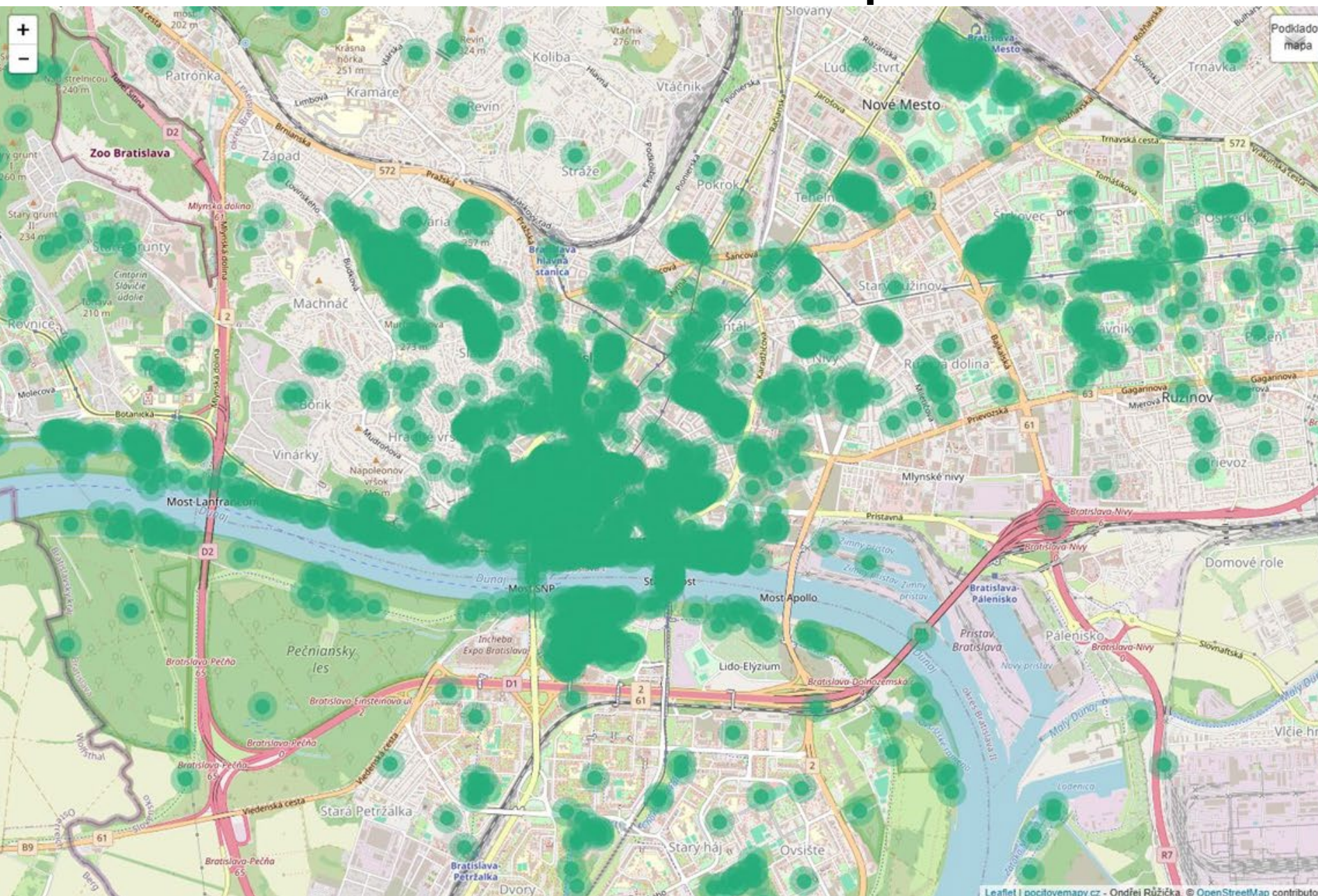
CENTRO DE OPERAÇÕES PREFEITURA DO RIO



IBM Intelligent Operations Center in Rio de Janeiro, Brazil

(Zdroj: <https://blog.fabric.ch/index.php/?archives/2536-Big-Data,-Big-Questions-smart-data-monitoring.html>)

Pocitová mapa - Bratislava



Pocitová mapa - Bratislava

Na čo nám posľúžia výstupy?

Vaše odpovede nám pomáhajú pri plánovaní rekonštrukcií verejných priestorov a tvorbe Manuálu tvorby verejných priestranstiev mesta Bratislava. Ďakujeme Vám.

Prvky

Hexagony

Heatmapa

Počet respondentov: 993

Počet pocitov: 3819

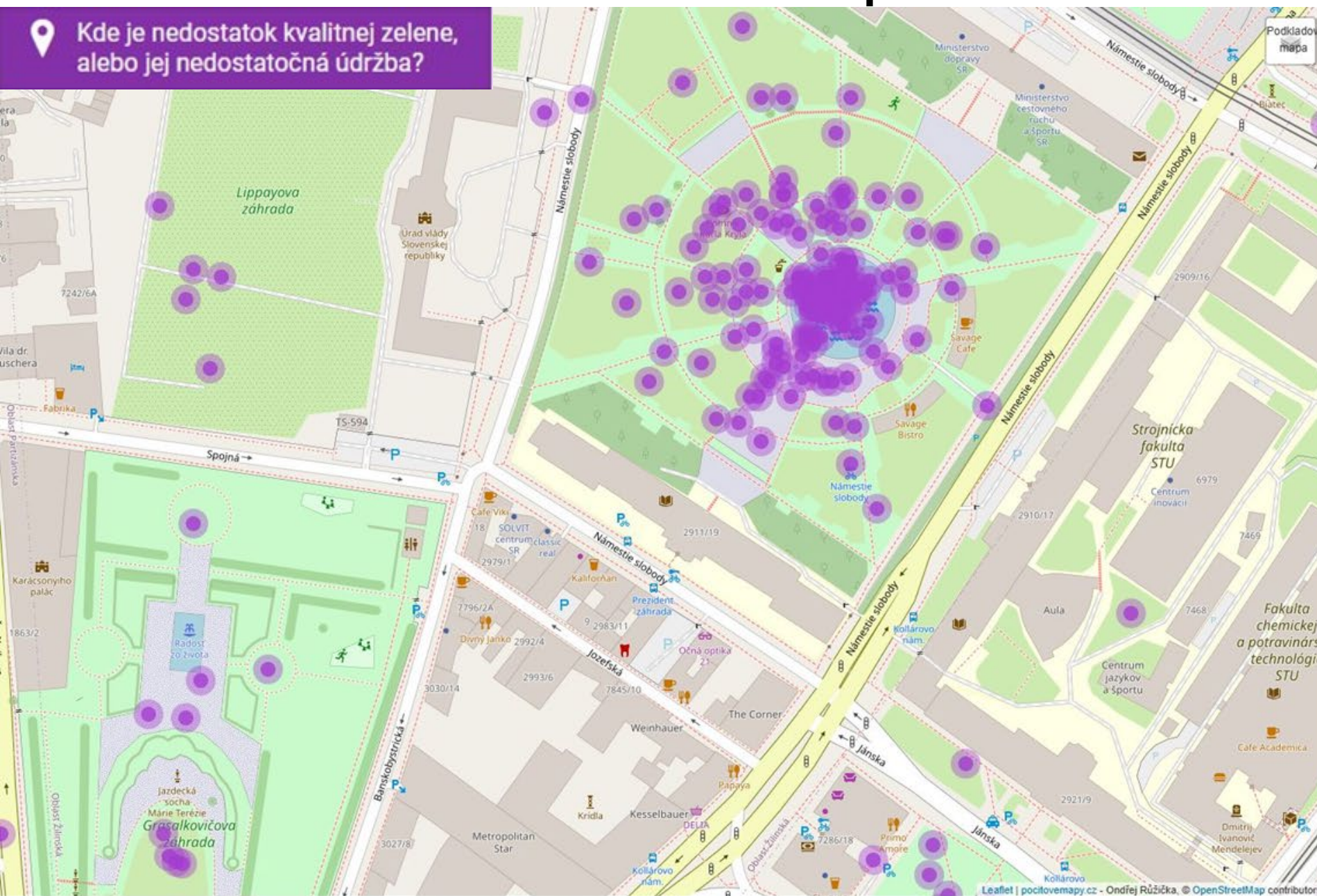
Filter dát

všetky vrstvy

Ktoré verejné priestory radi navštevujete vzhľadom na celkovú kvalitu priestoru?

Ktoré verejné priestory sa vám nepáčia kvôli celkovému zanedbaniu (povrchy, lavičky, koše, funkcie, iné)?

Pocitová mapa - Bratislava



Prvky Hexagony Heatmapa

Počet respondentov: 993

Počet pocitov: 2359

Filter dát

všetky vrstvy

Ktoré verejné priestory radi navštevujete vzhľadom na celkovú kvalitu priestoru?

Ktoré verejné priestory sa vám nepáčia kvôli celkovému zanedbaniu (povrchy, lavičky, koše, funkcie, iné)?

V ktorých miestach sa vám dobre pohybuje pešo a na bicykli?

Kde vnímate dopravné ohrozenie alebo bariéry v pohybe (priechody, parkovanie, cyklotrasy, chodníky, iné)?

V ktorých miestach pociťujete nedostatok kvalitnej a upravenej zelene?

Kde je nedostatok kvalitnej zelene, alebo jej nedostatočná údržba?

V ktorých miestach sa cítite bezpečne? (osvetlenie a tmavé kúty, dopravná bezpečnosť, hra s deťmi, iné)

V ktorých miestach sa necítite bezpečne (osvetlenie a tmavé kúty, dopravná bezpečnosť, hra s deťmi, iné)

posun od termínu *Smart City* k ...

“odolnosti (*resiliency*)”

“odolnému mestu (*resilient city*)”



Informačné technológie priamo ovplyvňujú vnímanie nášho okolia.
Prežívanie okamihu v reálnej chvíli je nahrádzané jeho ukladaním a zdieľaním na
sociálnych sieťach.
Jeho plnohodnotná percepcia sa vytráca.

vzdelávanie, osveta, uvedomelosť, zodpovednosť,

Kultúrna udržateľnosť a udržateľné šťastie

d'akujem



Peter Morgenstein

Fakulta architektúry a dizajnu

Ústav ekologickej a experimentálnej architektúry

peter.morgenstein@stuba.sk