



Mapování sídelní zeleně v ČR

Eva Sojková, Markéta Šantrůčková, Katarína Demková,
Alois Vokoun, Petra Pajmová, Lucie Brzková, Marie Sýkora,
Kristýna Kohoutková, Lucie Medková, Jakub Voska, Mojmír
Polák, Pavel Doubrava, Dušan Romportl (VÚK)



T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život.**

www.tacr.cz

www.mzp.cz

Sídelní zeleň

- Regulace mikroklimatu – ochlazuje vzduch (stín) a zvlhčuje (odpařování vody) → **zmírňuje extrémní teploty** (tepelné ostrovy ve městech, UHI)
- **Zlepšení kvality ovzduší** – produkuje kyslík, váže CO₂, zachycuje prachové částice a škodlivé látky (emise)
- **Hospodaření s vodou** – zadržuje dešťovou vodu, zvyšuje infiltraci, zmírňuje povodně
- **Tlumení hluku** – přirozená zvuková bariéra (hluk z dopravy, stavby atd.)
- **Podpora biodiverzity** – slouží jako domov, útočiště, potrava a migrační koridory pro živé organizmy
- **Sociální a psychologická funkce** – vzdělávání, odpočinek a rekreace, psychická pohoda (snižuje stres, zlepšuje náladu, zlepšuje fyzické zdraví)
- **Estetická funkce** – členění prostor, kryje nevzhledná místa, tvoří prostor – identita (genius loci)
- **Produkční funkce**



Hodnocení sídelní zeleně

1. Evropská data

- celorepubliková úroveň
- pro účely tvorby Národního plánu na obnovu přírody

2. Data dálkového průzkumu Země (DPZ)

- lokální úroveň (zastavěné území obce)
- pro extrakci sídelní zeleně
- různé data a metody

3. Terénní data

- lokální úroveň (zastavěné území obce)
- mapování sídelní zeleně v terénu (sběr dat – kvalitativní charakteristiky)



Hodnocení sídelní zeleně pro Národní plán na obnovu přírody

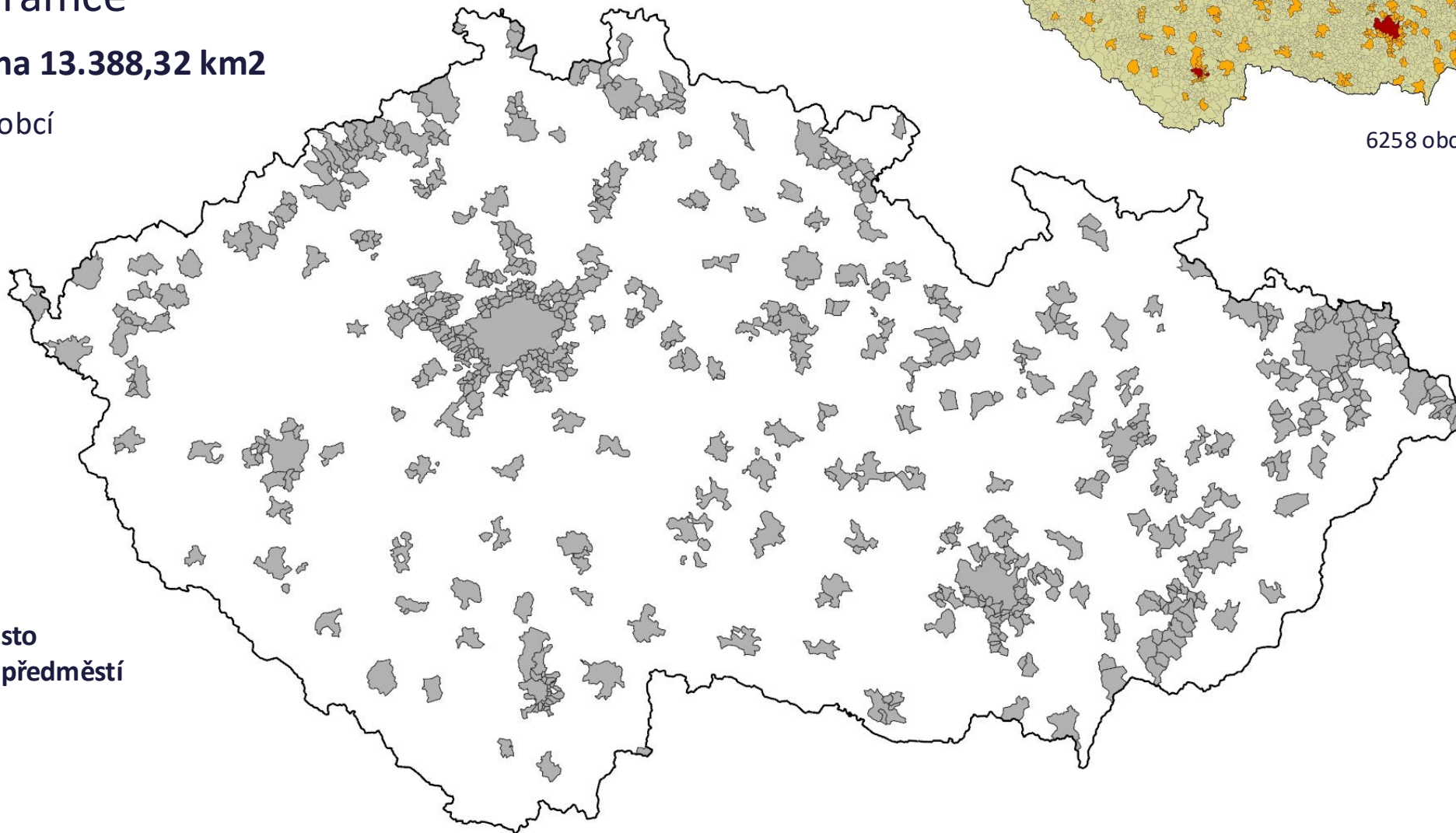
Operativní výzkum v rámci projektu DivLand



Hodnocení sídelní zeleně

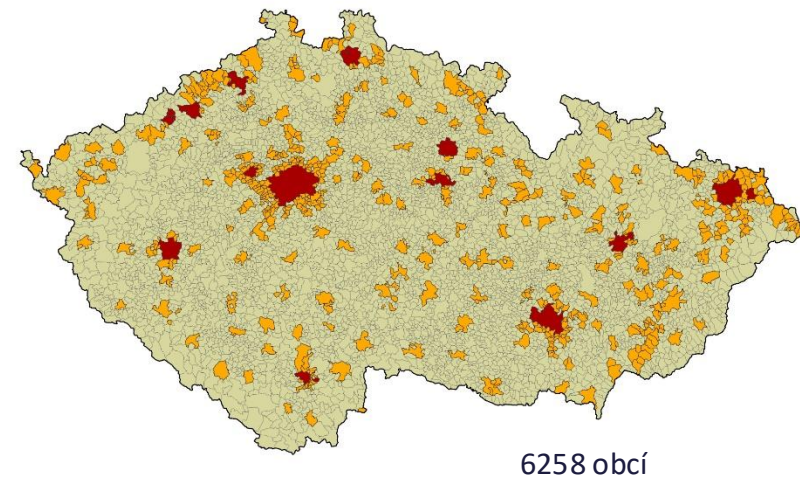
Prostorové rámce

- LAU – rozloha 13.388,32 km²
- 664 obcí



LAU 1 – velkoměsto

LAU 2 – město a předměstí

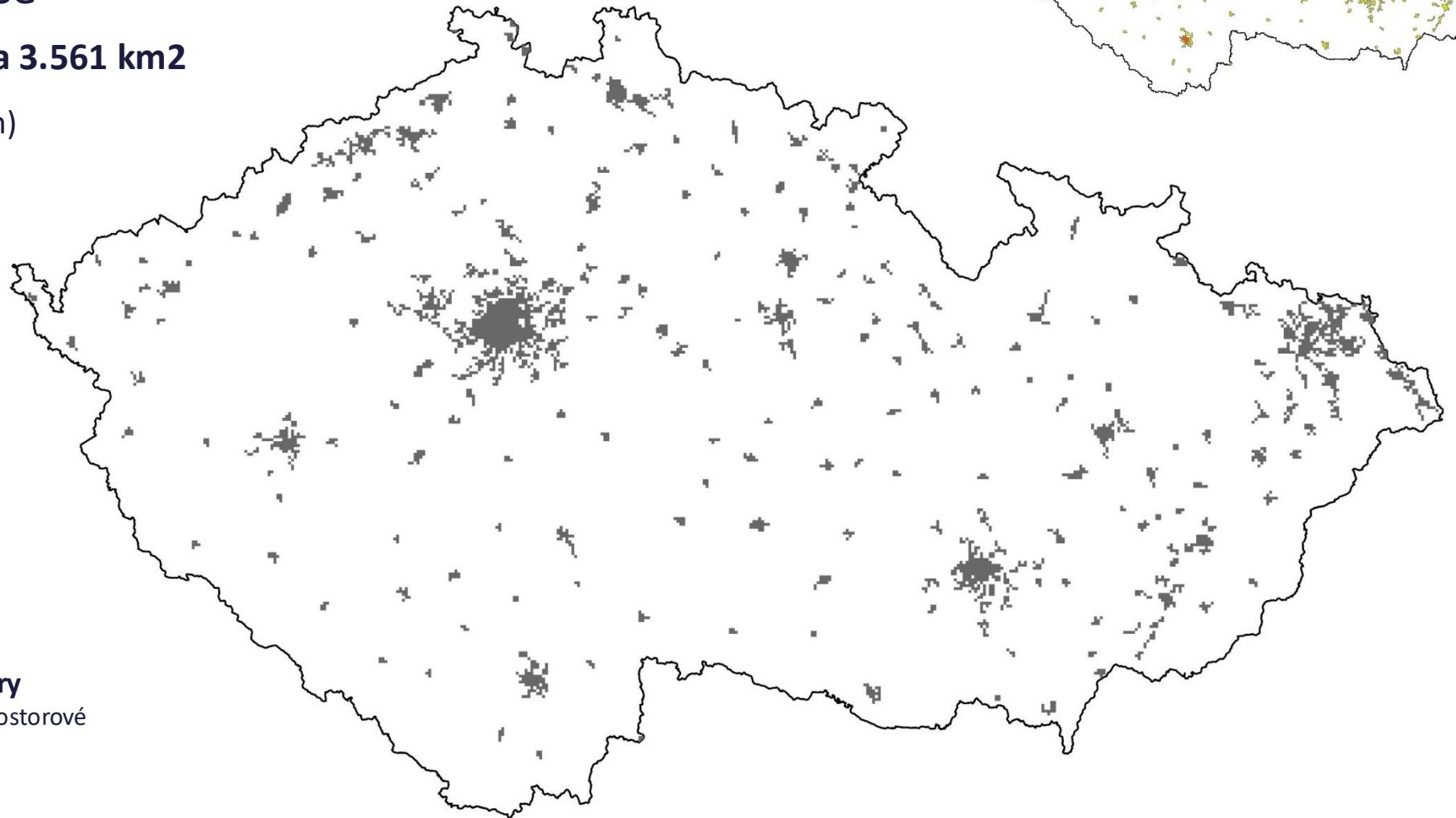


6258 obcí

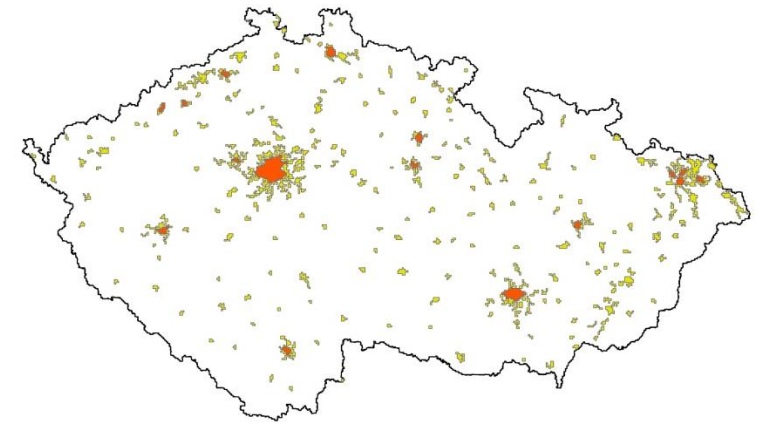
Hodnocení sídelní zeleně

Prostorové rámce

- „TETRIS“ – rozloha 3.561 km²
(pixel 1x1 km)



urbánní centra a klastry
(dle hustoty zalidnění a prostorové
přilehlosti)



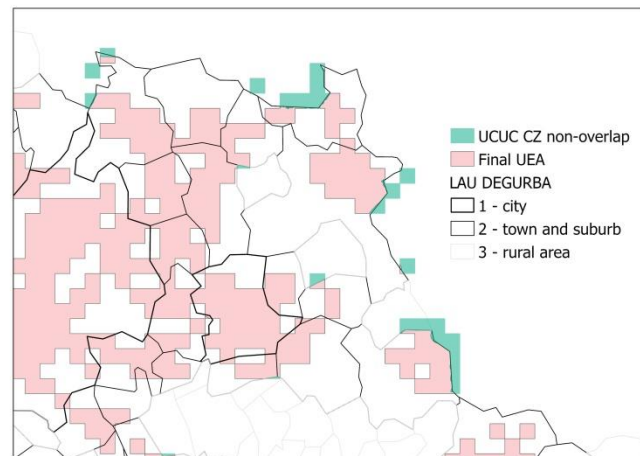
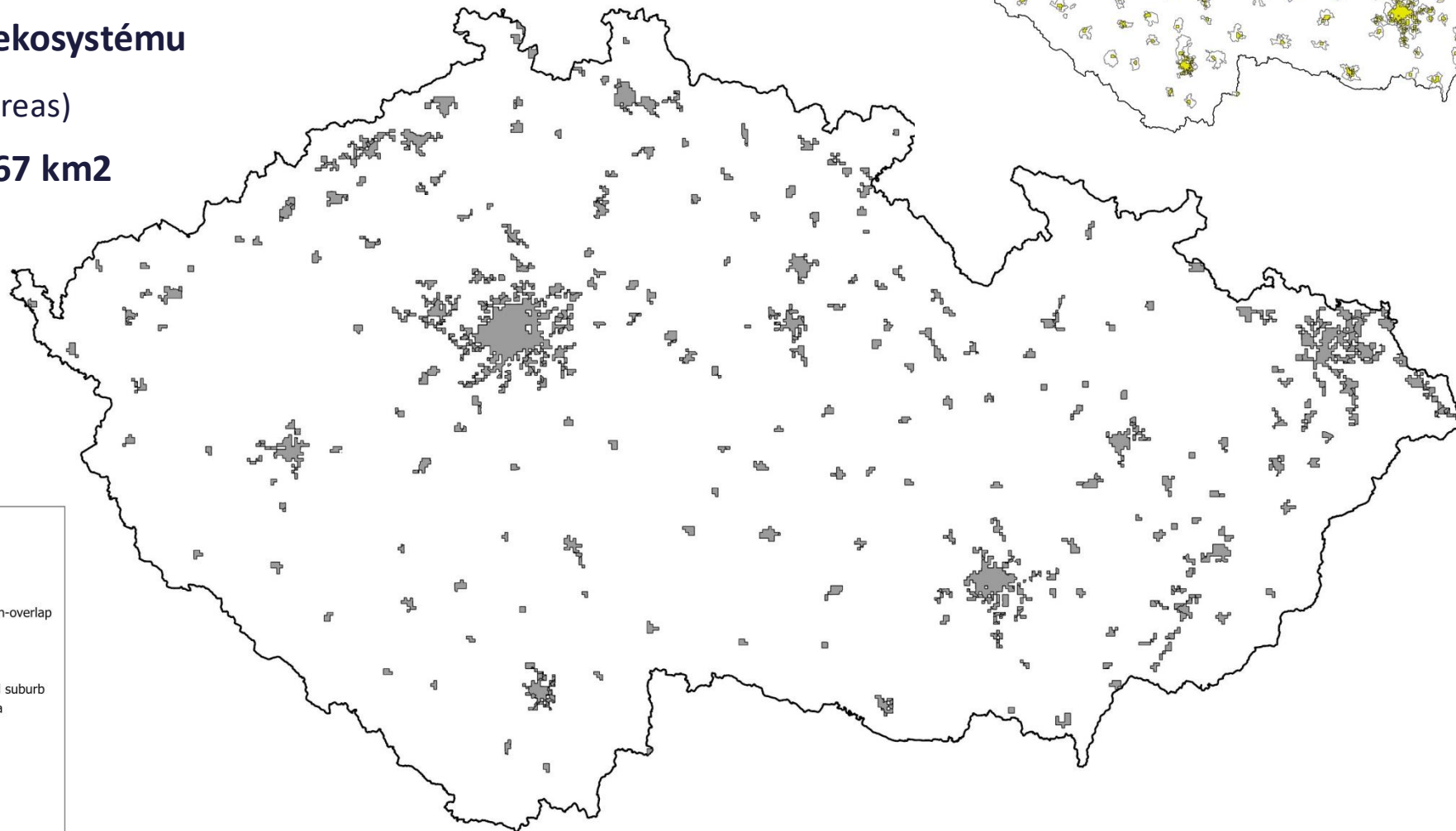
Hodnocení sídelní zeleně

Prostorové rámce

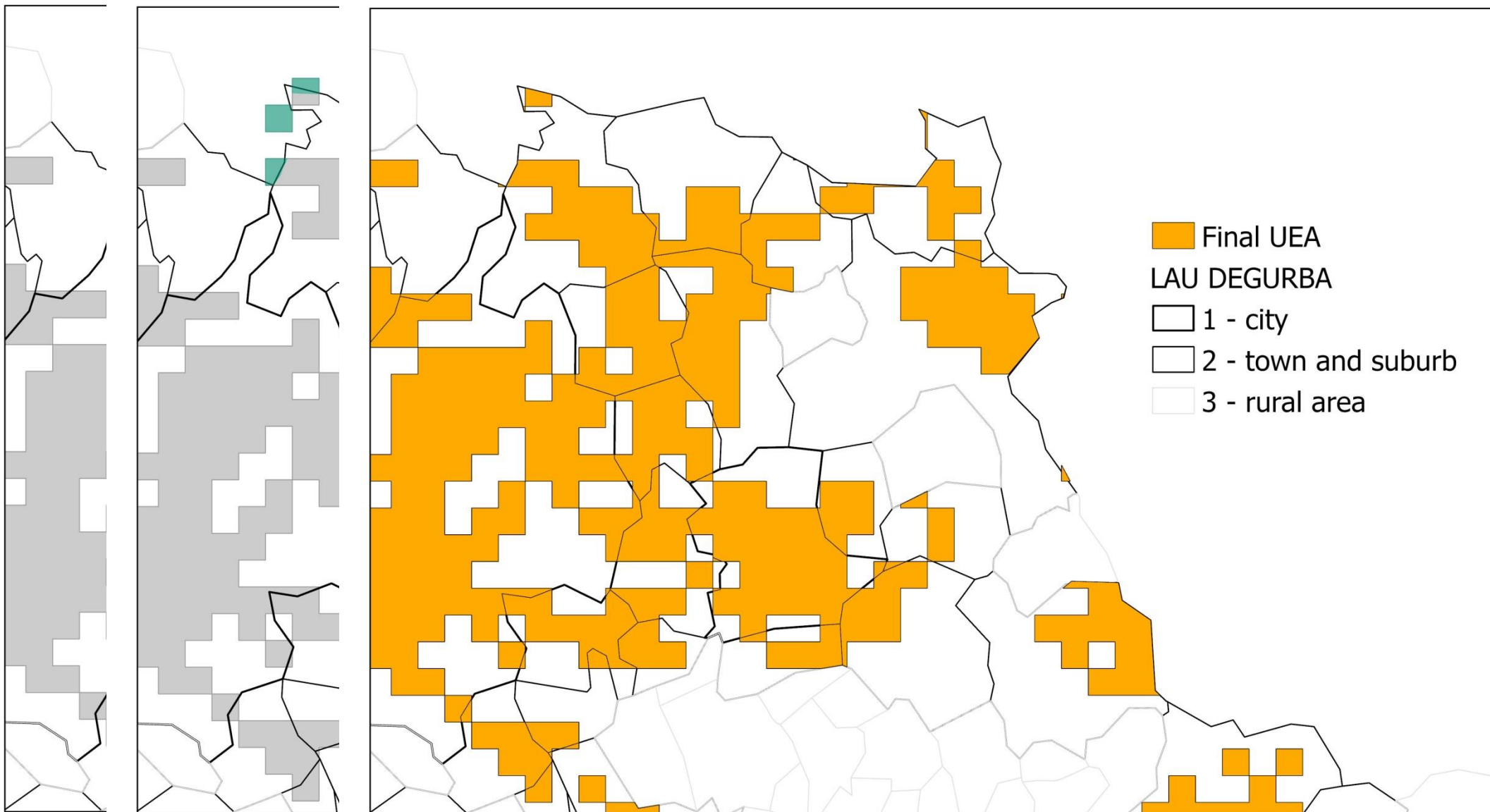
- Oblasti sídelního ekosystému

(urban ecosystem areas)

– rozloha 3.489,67 km²



Proces vzniku oblastí sídelního ekosystému (UEA)



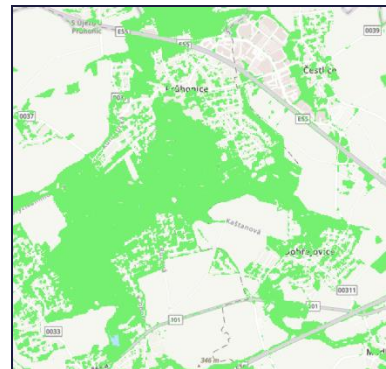
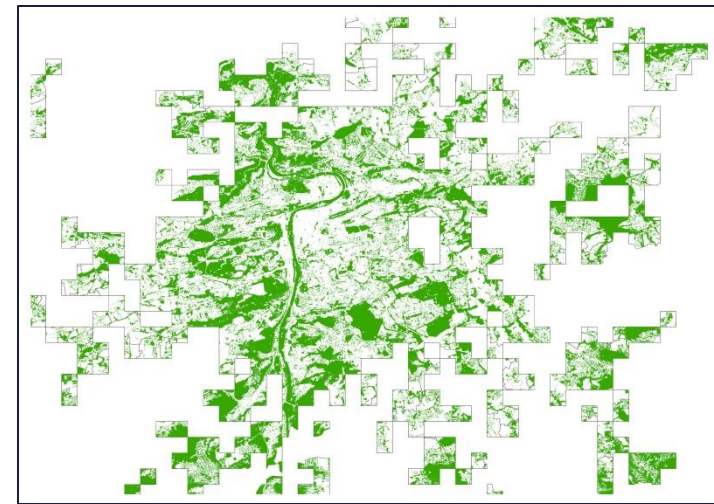
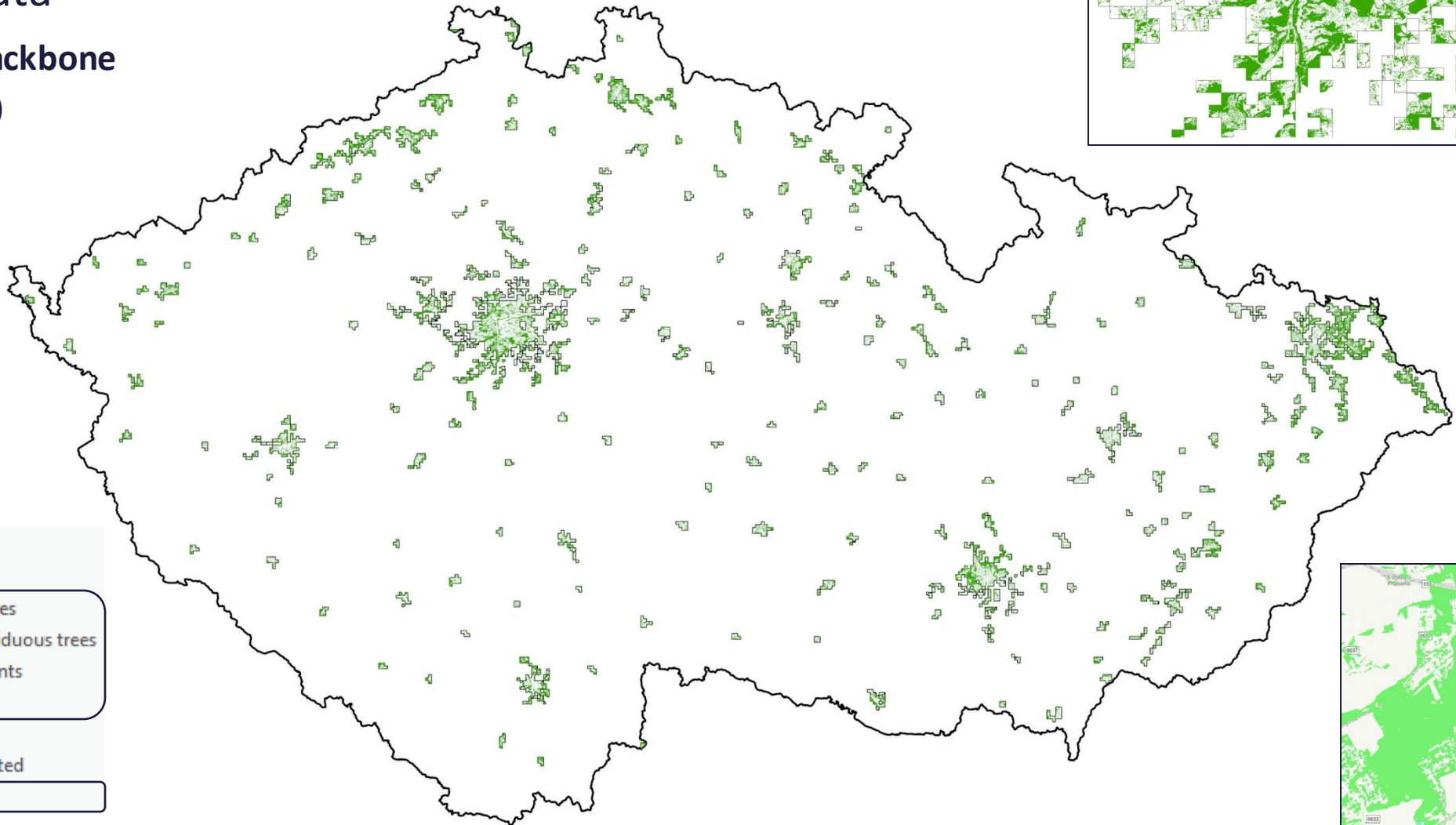
Hodnocení sídelní zeleně

Evropská data

- **CORINE+ Backbone**
(pixel 10 m)

CLASS_NAME

■	Sealed
■	Woody needle leaved trees
■	Woody Broadleaved deciduous trees
■	Low-growing woody plants
■	Permanent herbaceous
■	Periodically herbaceous
■	Non and sparsely vegetated
■	Water

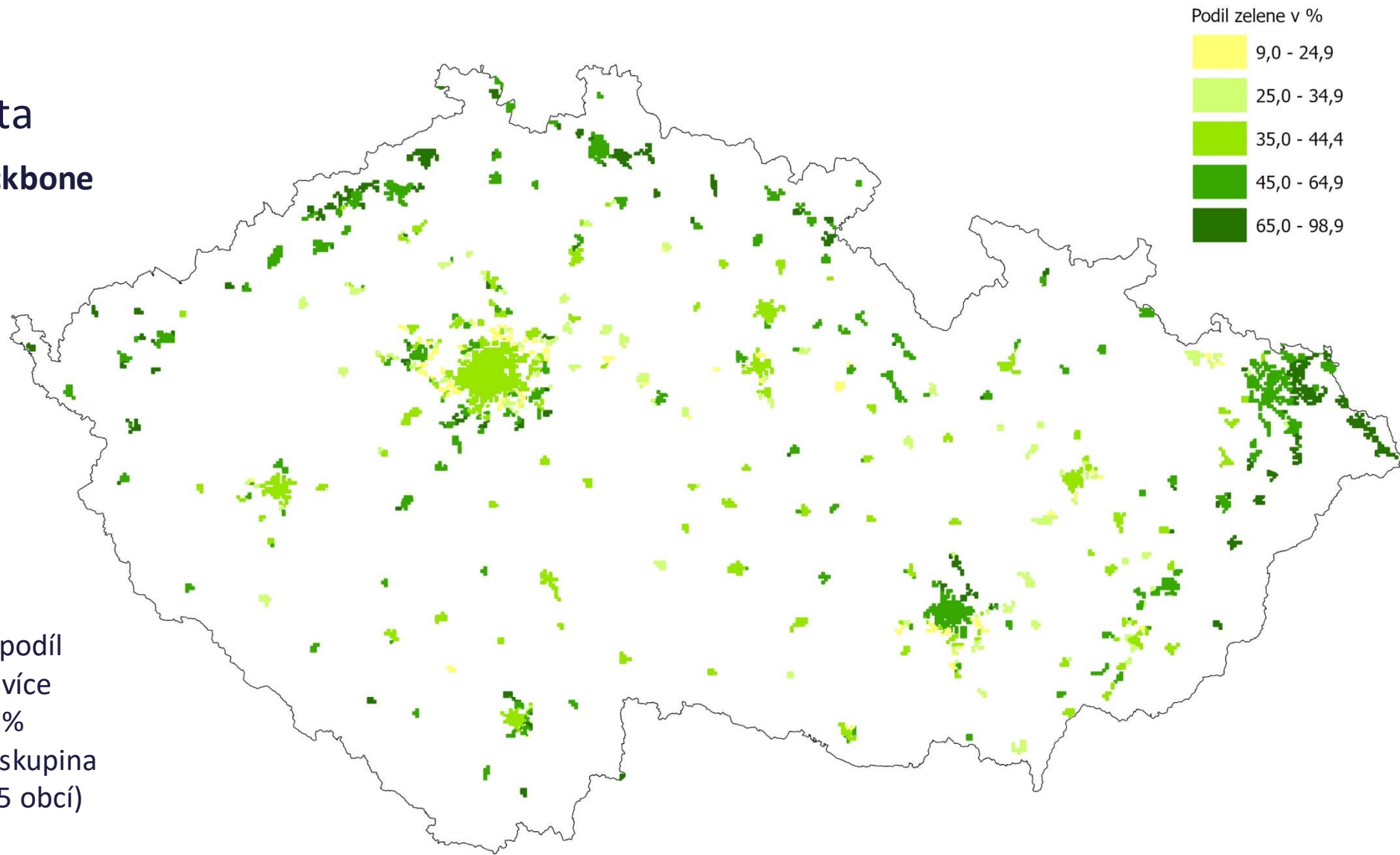


Hodnocení sídelní zeleně

Evropská data

- **CORINE+ Backbone**
(pixel 10 m)

- 331 obcí mají podíl zeleně 45 % a více
- průměr 47,19 %
- nejpočetnější skupina 45-64,9 % (205 obcí)

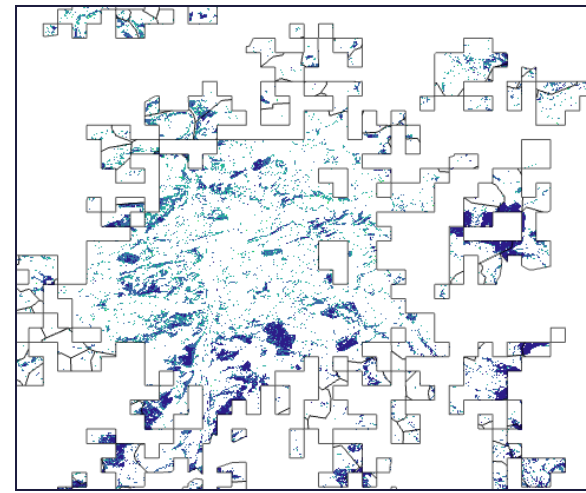
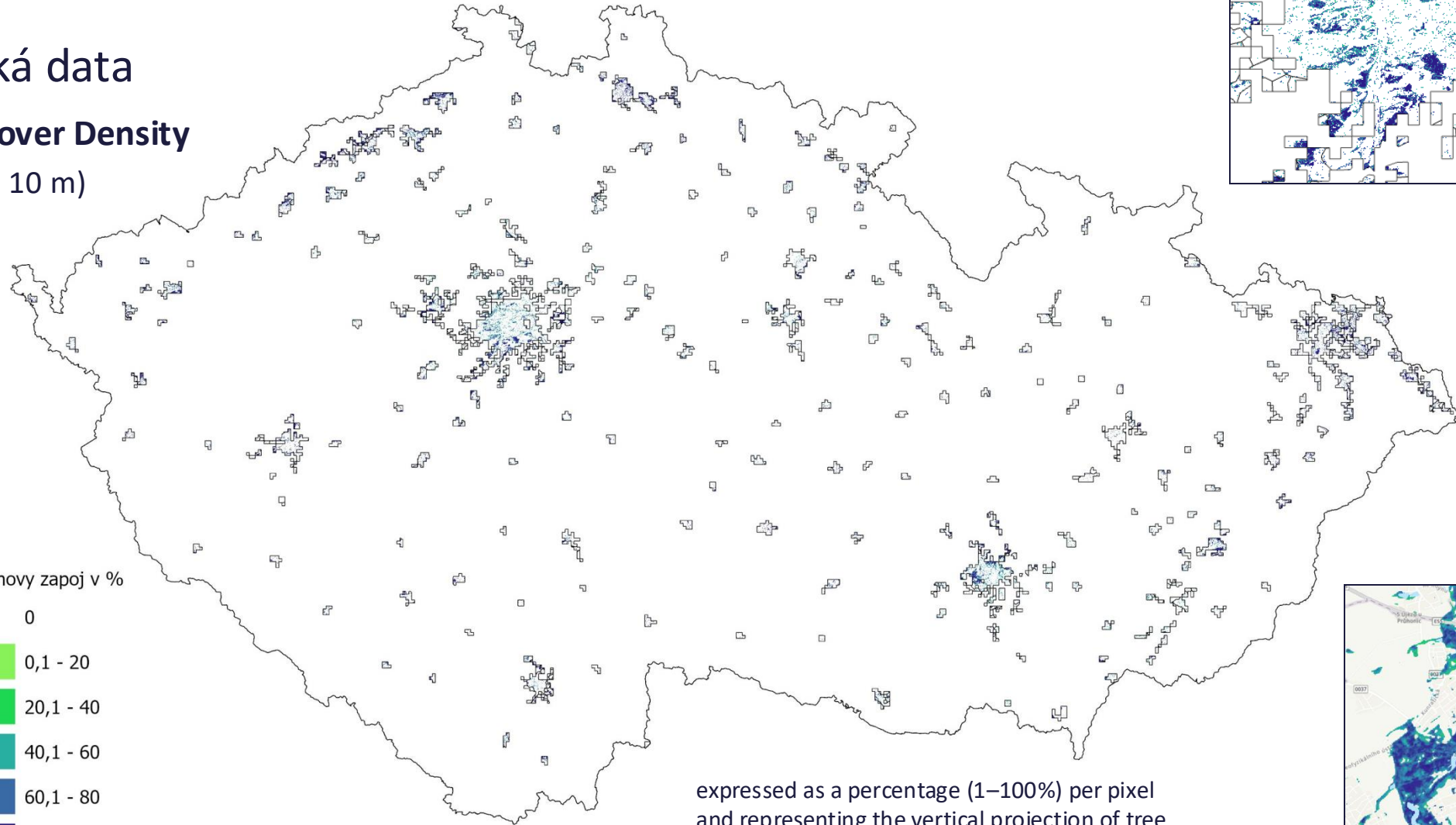
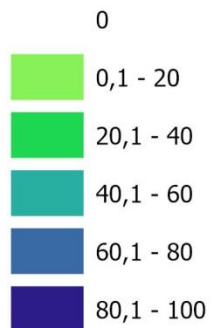


Hodnocení sídelní zeleně

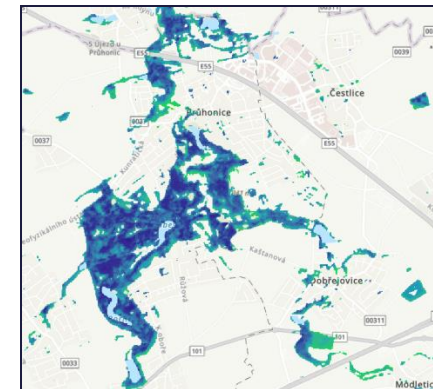
Evropská data

- **Tree Cover Density**
(pixel 10 m)

Korunový zapoj v %



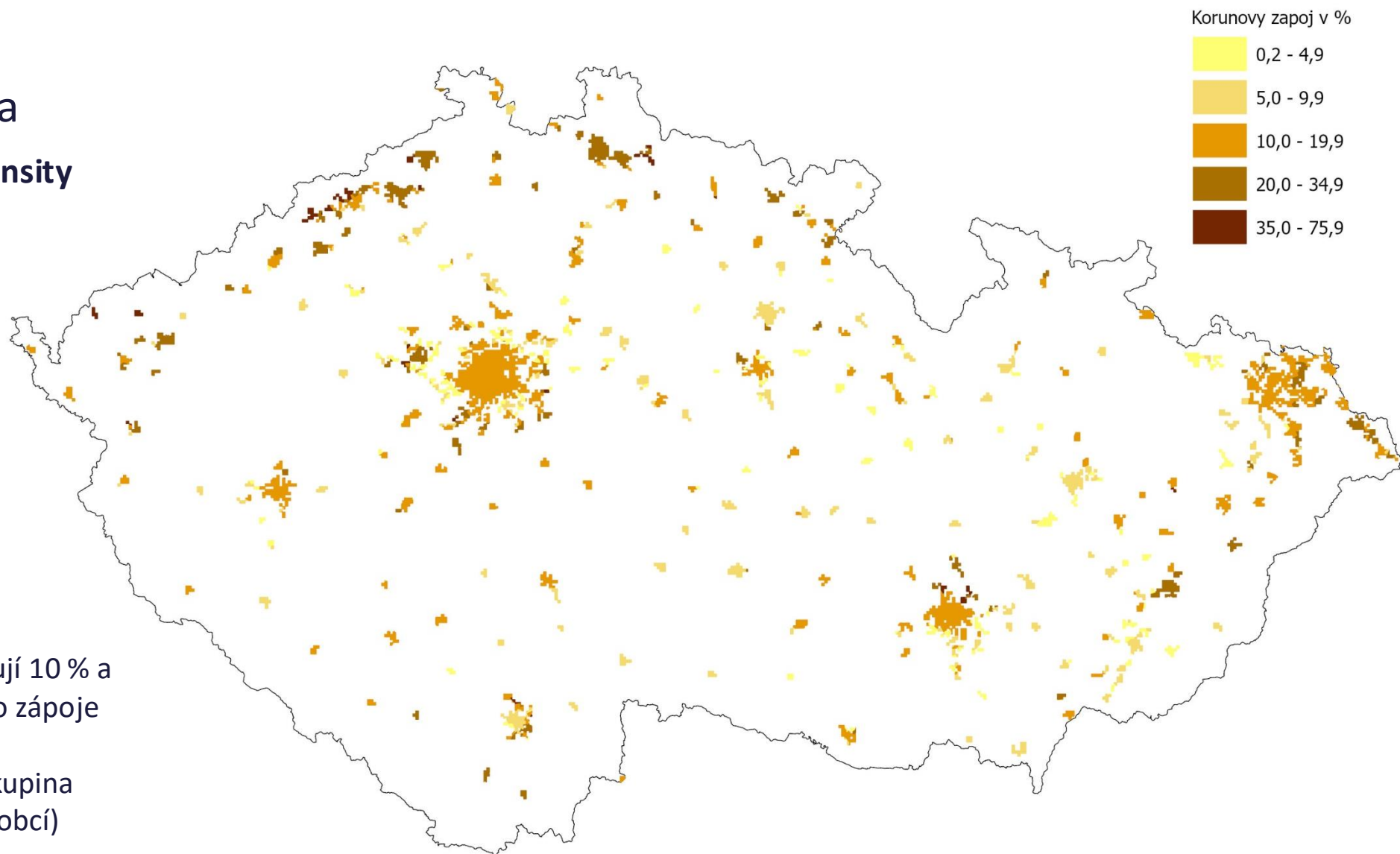
expressed as a percentage (1–100%) per pixel
and representing the vertical projection of tree
crowns onto the ground



Hodnocení sídelní zeleně

Evropská data

- **Tree Cover Density**
(pixel 10 m)

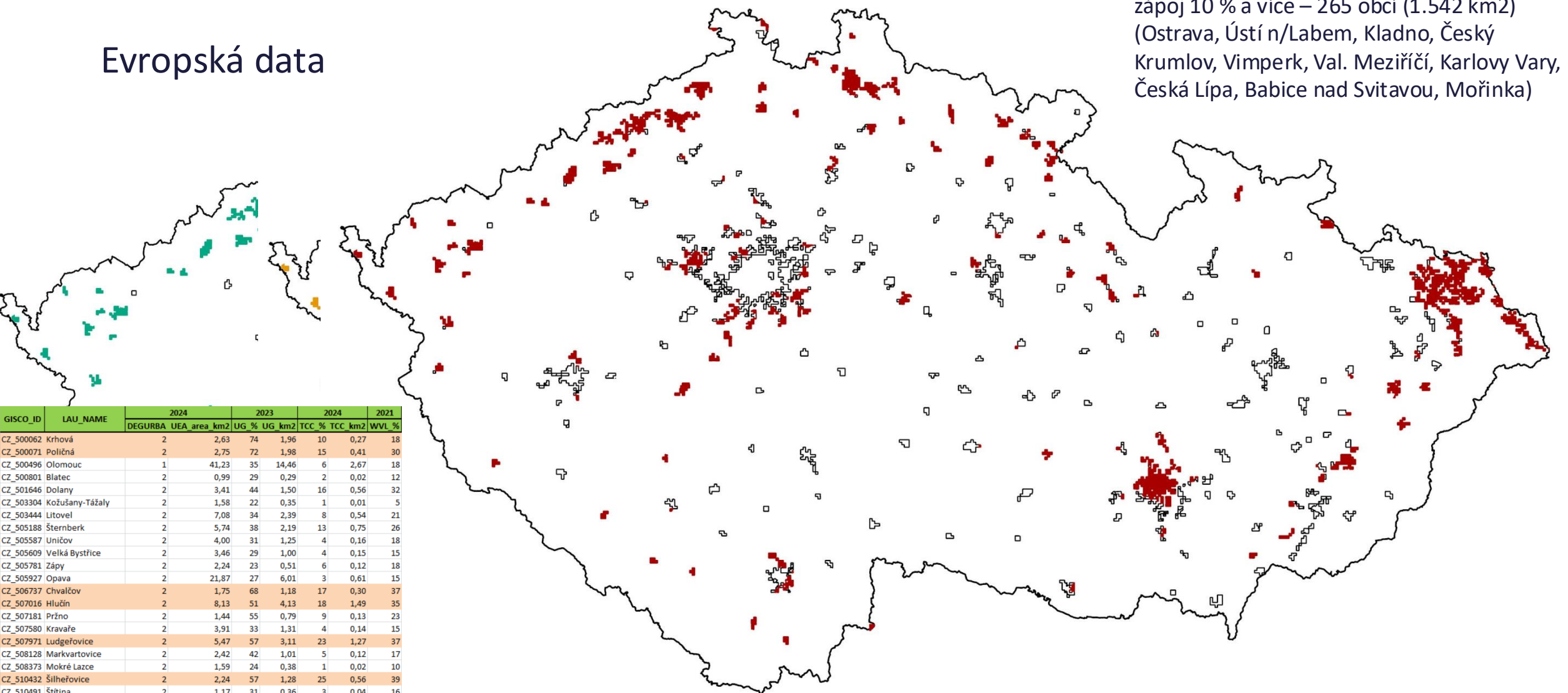


- 315 obcí dosahují 10 % a více korunového zápoje
- průměr 11,97 %
- nejpočetnější skupina 10-19,9 % (209 obcí)

Hodnocení sídelní zeleně

Evropská data

Podíl zeleně 45 % a více a současně korunový zápoj 10 % a více – 265 obcí (1.542 km²)
(Ostrava, Ústí n/Labem, Kladno, Český Krumlov, Vimperk, Val. Meziříčí, Karlovy Vary, Česká Lípa, Babice nad Svitavou, Mořinka)



GISCO_ID	LAU_NAME	2024		2023		2024		2021
		DEGURBA	UEA_area_km2	UG_%	UG_km2	TCC_%	TCC_km2	
CZ_500062	Krhová	2	2,63	74	1,96	10	0,27	18
CZ_500071	Poličná	2	2,75	72	1,98	15	0,41	30
CZ_500496	Olomouc	1	41,23	35	14,46	6	2,67	18
CZ_500801	Blatce	2	0,99	29	0,29	2	0,02	12
CZ_501646	Dolany	2	3,41	44	1,50	16	0,56	32
CZ_503304	Kožušany-Tážaly	2	1,58	22	0,35	1	0,01	5
CZ_503444	Litovel	2	7,08	34	2,39	8	0,54	21
CZ_505188	Šternberk	2	5,74	38	2,19	13	0,75	26
CZ_505587	Uničov	2	4,00	31	1,25	4	0,16	18
CZ_505609	Velká Bystřice	2	3,46	29	1,00	4	0,15	15
CZ_505781	Zápy	2	2,24	23	0,51	6	0,12	18
CZ_505927	Opava	2	21,87	27	6,01	3	0,61	15
CZ_506737	Chvalčov	2	1,75	68	1,18	17	0,30	37
CZ_507016	Hlučín	2	8,13	51	4,13	18	1,49	35
CZ_507181	Pržno	2	1,44	55	0,79	9	0,13	23
CZ_507580	Kravaře	2	3,91	33	1,31	4	0,14	15
CZ_507971	Ludgeřovice	2	5,47	57	3,11	23	1,27	37
CZ_508128	Markvartovice	2	2,42	42	1,01	5	0,12	17
CZ_508373	Mokré Lazce	2	1,59	24	0,38	1	0,02	10
CZ_510432	Šilheřovice	2	2,24	57	1,28	25	0,56	39
CZ_510491	Štítina	2	1,17	31	0,36	3	0,04	16
CZ_510939	Velké Hoštice	2	3,14	24	0,74	7	0,21	16
CZ_511382	Přerov	2	11,94	40	4,81	11	1,33	26

Mapování sídelní zeleně pomocí dálkového průzkumu Země



Mapování krajinného pokryvu pomocí DPZ

- testování vhodného použití dostupných rastrových dat
- testování vhodných metod v závislosti na použitých rastrových datech
- vyhodnocení nejlepšího možného přístupu k mapování městské vegetace

Testované metody

- řízená klasifikace
- prahování hodnot indexu NDVI (Normalised Differencial Vegetation Index)
- prahování hodnot indexu VDVI (Visible-band Difference Vegetation Index)

Testovaná data

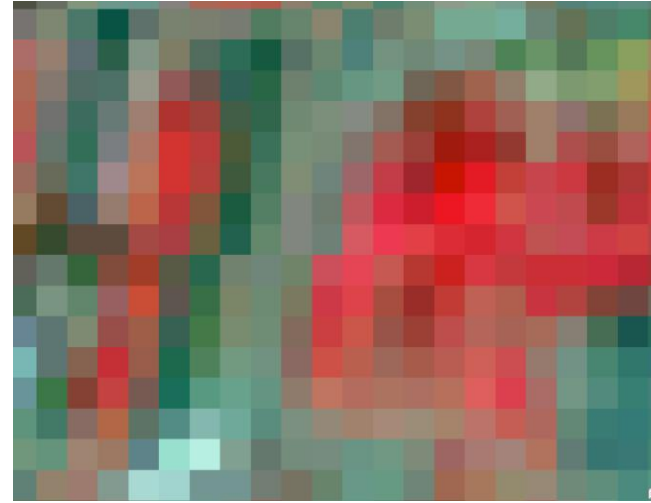
- Ortofoto ČR – rozlišení 12,5 cm, pásma RGB + CIR, dostupné zdarma
- Sentinel – rozlišení 10 m, pásma RGB + NIR, dostupné zdarma
- Pléiades – rozlišení 50 cm, pásma RGB + IR, placená data
- SPOT 6 – rozlišení 1,5 m, pásma RGB + IR, placená data



Přehled testovaných dat



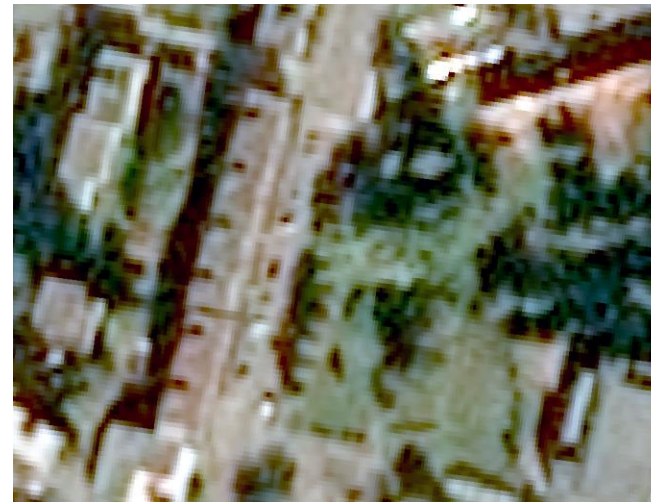
- Ortofoto ČR



- Sentinel 2



- Pléiades



- SPOT 6



Extrakce sídelní vegetace

- Ortofoto CIR (ČÚZK)
- vegetační index NDVI
- efektivní oddělení vegetačních a nevegetačních ploch
- 93 měst

+++

- Volně dostupná data
- Vysoká přesnost
- Časově méně náročné než tradiční klasifikace

- Nedostatky v rastrových datech (mozaikování, georeferenece)
- Nalítnutí celé ČR trvá dlouho – vegetace není ve stejném stádiu
- Nemožnost oddělení travnatých ploch od stromů s vysokou přesností

PŘEHLEDOVÁ MAPA

měst zpracovaných pro účely KVES

seznam zpracovaných měst:

Benešov
 Beroun
 Bohumín
 Brandýs nad Labem
 Breclav
 Brno
 Bruntál
 Čáslav
 Černošice
 Česká Lípa
 České Budějovice
 Český Krumlov
 Český Tešín
 Děčín
 Dobruška
 Dolní Poustevna (x)
 Dvůr Králové nad Labem
 Frýdek Místek
 Havířov
 Havlíčkův Brod

Hodonín	Kroměříž
Holešov	Kutná Hora
Hradec Králové	Liberec
Hranice (x)	Litomyšl
Cheb	Litvínov
Chomutov	Mělník
Chrudim	Mladá Boleslav
Jaroměř	Most
Jeseník	Náchod
Jičín	Neratovice
Jindřichův Hradec	Nymburk
Jirřikov (x)	Olomouc
Karlovy Vary	Opava
Karvíná	Orlová
Kladno	Ostrava město
Klatovy	Ostrava Poruba
Kolín	Otrokovice
Kopřivnice	Písek
Kralupy nad Vltavou	Plzeň
Krnov	Praha

Kroměříž	
Kutná Hora	
Liberec	
Litomyšl	
Litvínov	
Mělník	
Mladá Boleslav	
Most	
Náchod	
Neratovice	
Nymburk	Přerov
Olomouc	Příbram
Opava	Prostějov
Orlová	Příhonice
Ostrava město	Říčany
Ostrava Poruba	Rokycany
Otrokovice	Rožnov pod Radhoštěm
Písek	Roztoky
Plzeň	Rumburk-Varnsdorf
Praha	Šestajovice

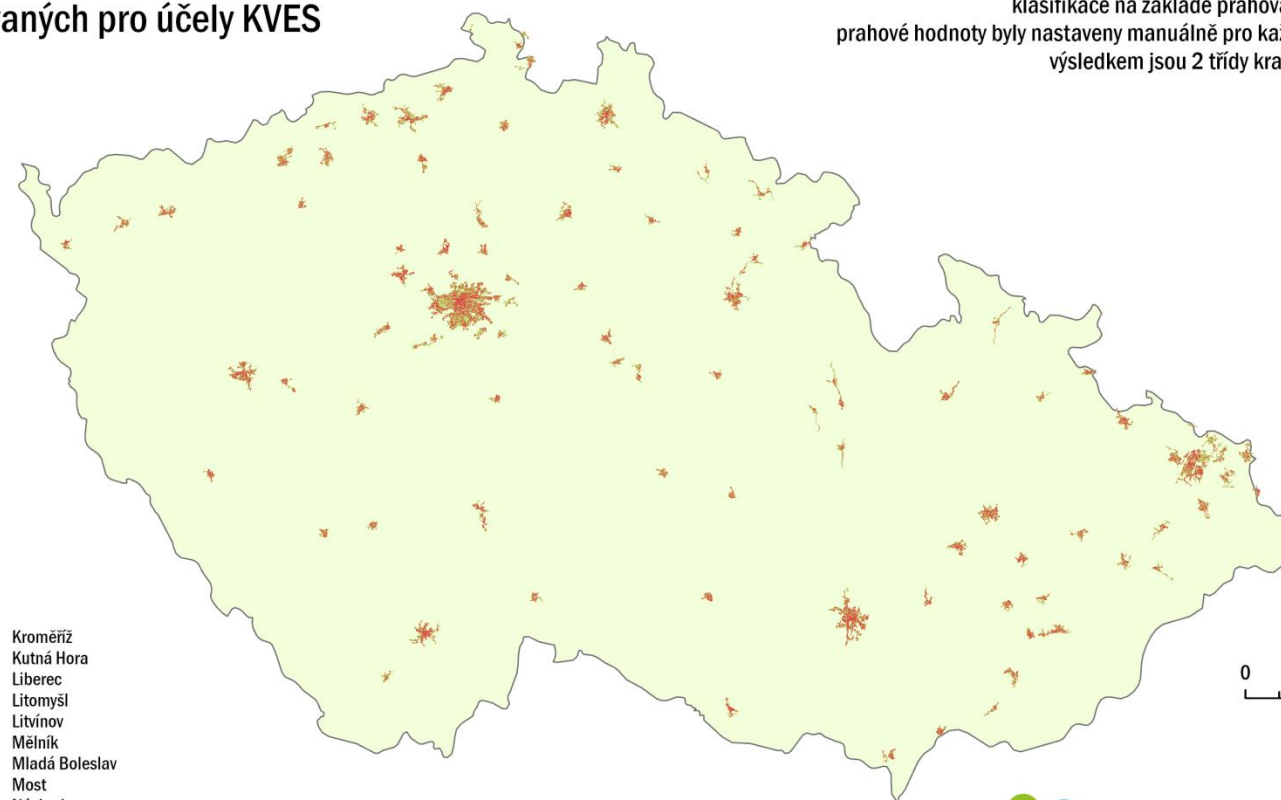
Slaný
Sokolov
Strakonice
Šumperk
Svitavy
Tábor-Sezimovo Ústí
Teplice
Terežín
Třebíč
Trutnov

Turnov
 Uherské Hradiště
 Ústí nad Labem
 Ústí nad Orlicí
 Valašské Meziříčí
 Veselí nad Moravou
 Vrchlabí
 Vyškov
 Žatec
 Žďár nad Sázavou

Zlín
Znojmo

Land Cover klasifikace rastrových dat ortofoto ČR s infračerveným pásmem

klasifikace na základě prahování hodnot NDVI
prahové hodnoty byly nastaveny manuálně pro každé území zvlášť
výsledkem jsou 2 třídy krajinného pokryvu



0 25 50 km



**Výzkumný
ústav pro
krajinu**

T
Č

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život.**

www.fai.cz www.mzp.cz

Extrakce sídelní vegetace

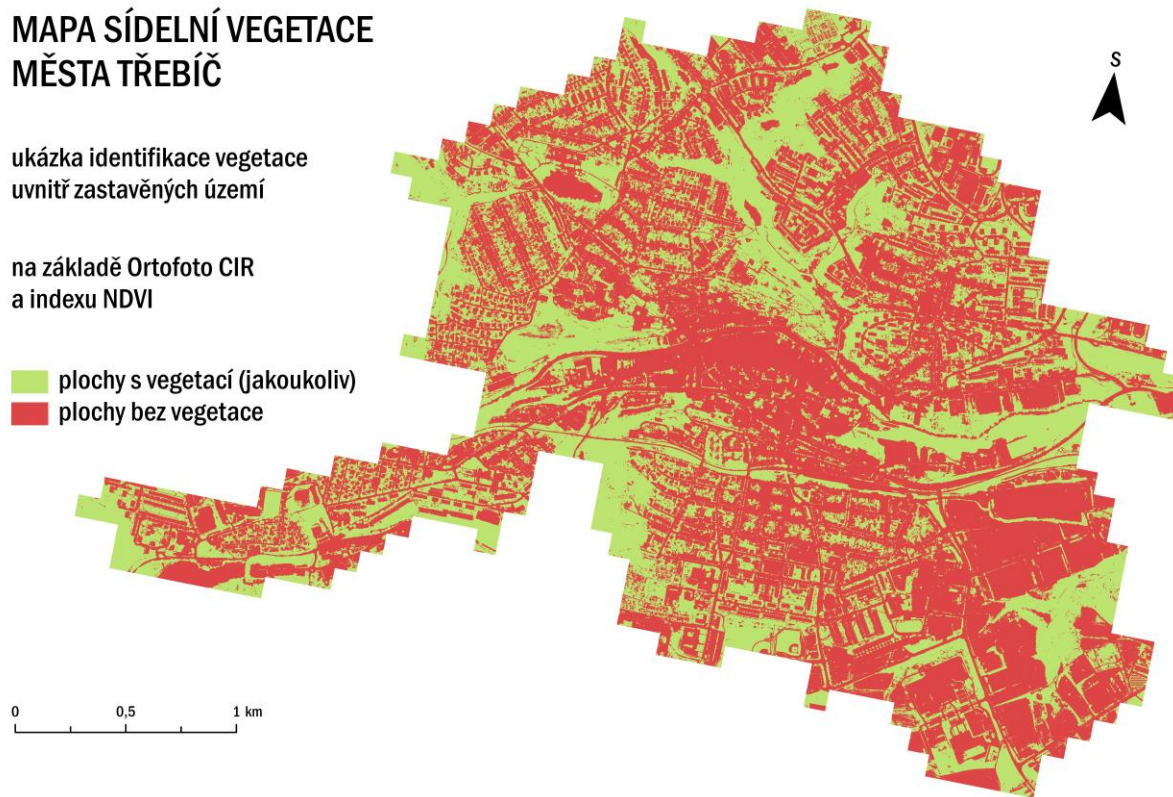
- Výstupem je binární maska zastavěného území, která rozlišuje dvě třídy:
 - Zeleň (vegetační plochy)
 - Nevegetační plochy – veškeré ostatní povrchy – voda, zástavba, komunikace, holá půda a další umělé nebo jiné plochy bez vegetace

MAPA SÍDELNÍ VEGETACE MĚSTA TŘEBÍČ

ukázka identifikace vegetace
uvnitř zastavěných území

na základě Ortofoto CIR
a indexu NDVI

- plochy s vegetací (jakoukoliv)
- plochy bez vegetace

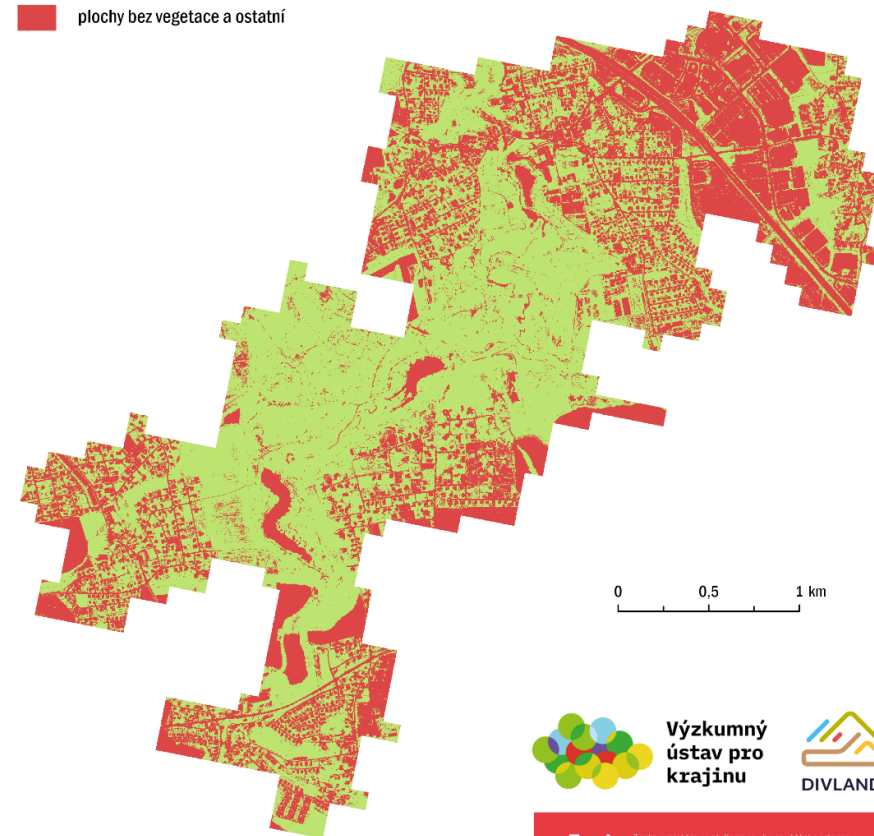


VEGETAČNÍ MAPA města Příhonice

Land Cover klasifikace rastrových dat ortofoto ČR s infračerveným pásmem
klasifikace na základě prahování hodnot NDVI
prahové hodnoty byly nastaveny manuálně pro každé území zvlášť
výsledkem jsou 2 třídy krajinného pokryvu

třídy krajinného pokryvu:

- plochy pokryté vegetací
- plochy bez vegetace a ostatní



Výzkumný
ústav pro
krajinu



T
Č

A
R

Tento projekt je spolufinancován ze státní podpory
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci Programu Prostředí pro život.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Mapování krajinného pokryvu pomocí DPZ

Klasifikace

- Nejlepší v kombinaci s daty SPOT 6 a Pléiades
- Použití řízená i neřízená klasifikace
- Pomocí klasifikátorů dostupných v ArcGIS Pro (Support Vector Machine)
- Potřeba trénovacích a testovacích dat
 - Trénovací a testovací polygony pro každé území jiné
 - Tvoří se manuálně uživatelem
 - Mění se v závislosti na obrazových datech
 - Úprava polygonů po prvních výsledcích klasifikace
 - Časová náročnost
- Výsledek
 - Mapa krajinného pokryvu
 - Zastoupení všech tříd



VEGETAČNÍ MAPA

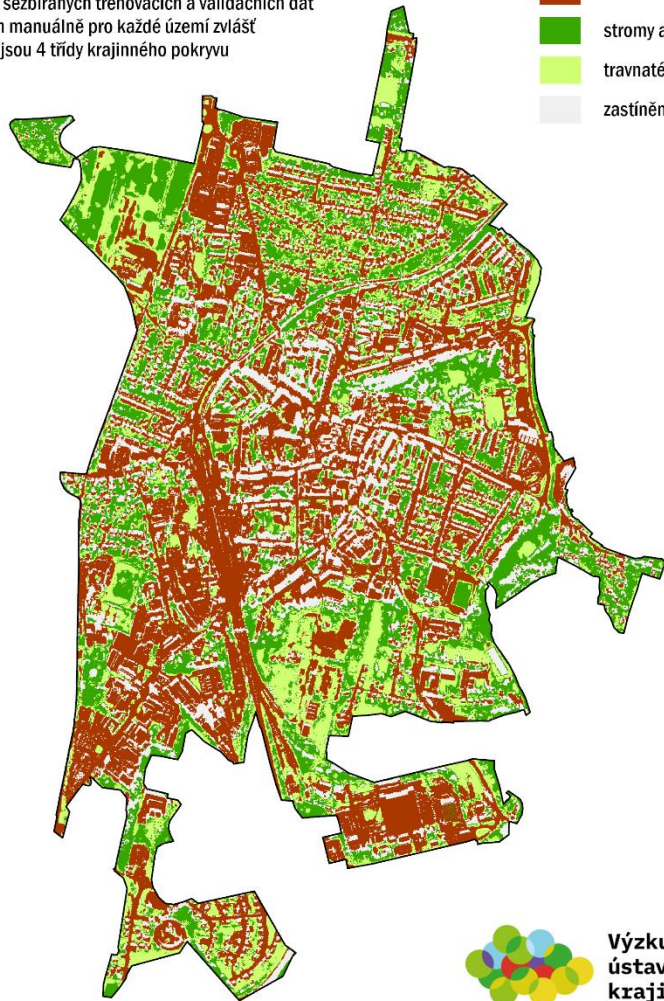
města Benešov

Land Cover klasifikace rastrových dat družice SPOT 6/Pléiades

řízená klasifikace pomocí algoritmu Support Vector Machine
na základě sezíraných trénovacích a validačních dat
vytvořených manuálně pro každé území zvlášť
výsledkem jsou 4 třídy krajinného pokryvu

třídy krajinného pokryvu:

- zastavěné a umělé plochy
- stromy a keře, vysoká vegetace
- travnaté plochy, nízká vegetace
- zastíněné plochy



0 0,5 1 km



Výzkumný
ústav pro
krajinu



DIVLAND

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován ze státní podpory
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci Programu Prostorů pro život.

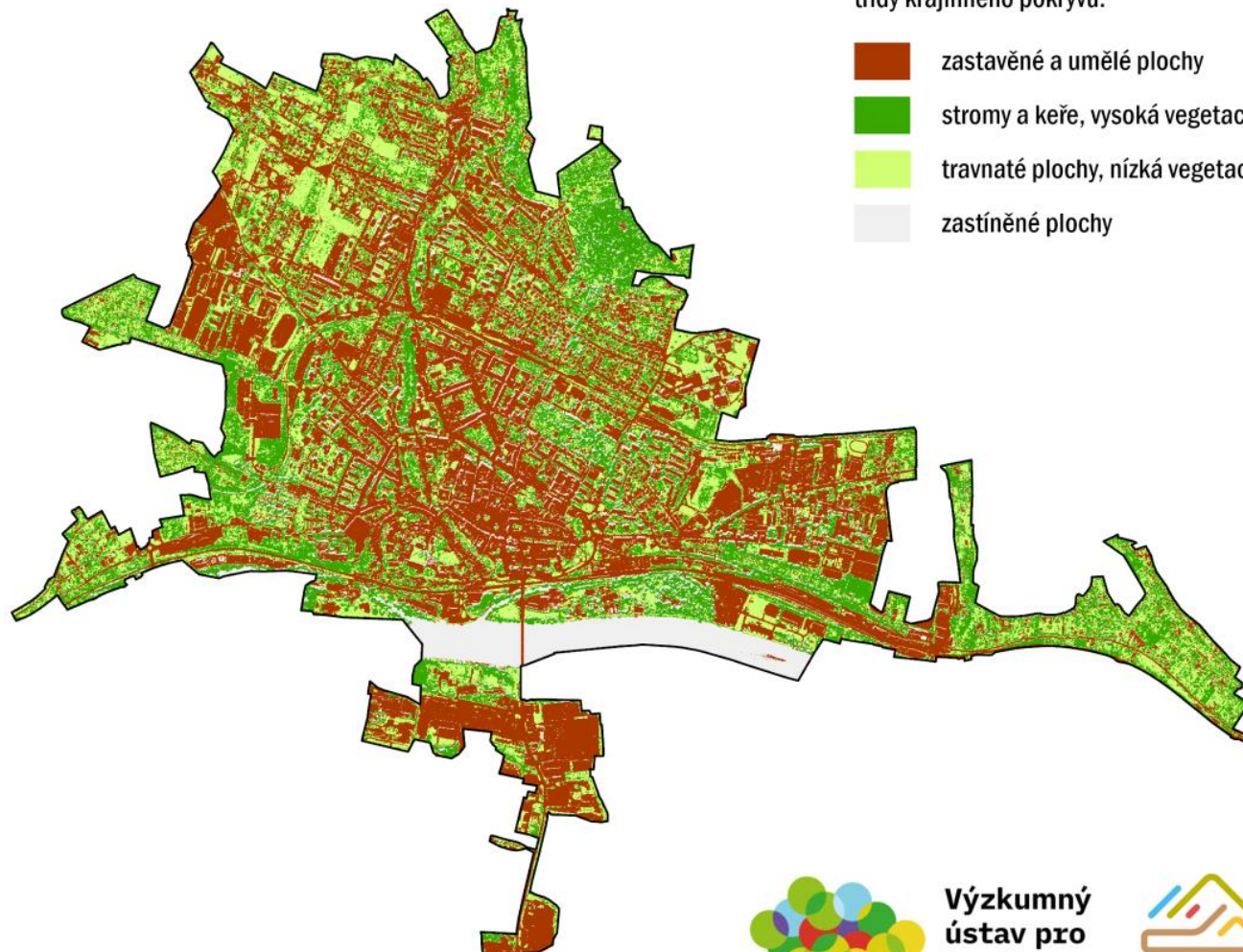
www.tacr.cz www.mzp.cz

VEGETAČNÍ MAPA

města Litoměřice

třídy krajinného pokryvu:

- zastavěné a umělé plochy
- stromy a keře, vysoká vegetace
- travnaté plochy, nízká vegetace
- zastíněné plochy



0 0,5 1 km



Výzkumný
ústav pro
krajinu



DIVLAND

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován ze státní podpory
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci Programu Prostorů pro život.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Mapování krajinného pokryvu pomocí DPZ

Výpočet indexů

- Spektrální vegetační indexy určené pro RGB snímky

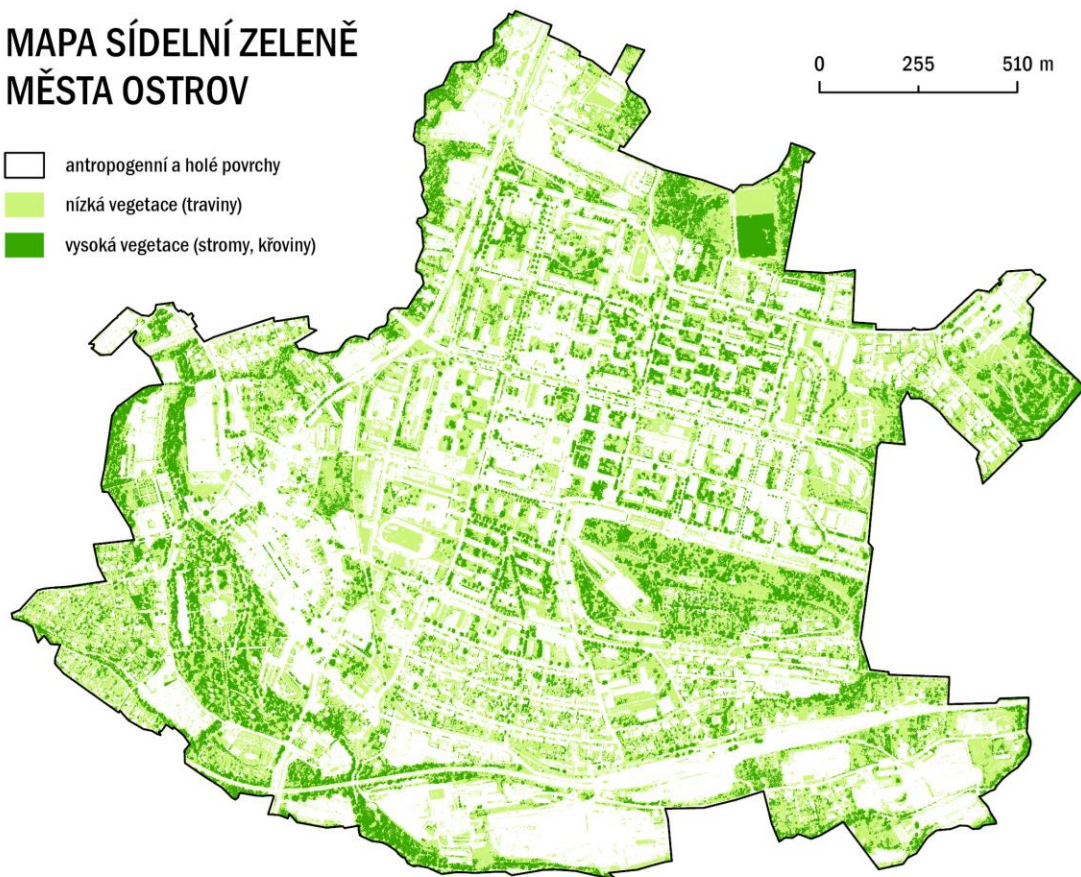
Visible-band difference vegetation index	$VDVI = (2 * G - R - B) / (2 * G + R + B)$
Normalized green-red difference index	$NGRDI = (G - R) / (G + R)$
Visible atmospherically resistant index	$VARI = (G - R) / (G + R - B)$
Green-red ratio index	$GRRi = G/R$
Vegetativen	$VEG = G / (R^a * B^{(1-a)})$ $a = 0.667$
Modified green blue vegetation index	$MGRVI = (G^2 - R^2) / (G^2 + R^2)$
<i>MS-VIs</i>	
Normalized difference spectral index	$NDSI = (R_{\lambda 1} - R_{\lambda 2}) / (R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2})$
Simple ratio index	$SR = R_{\lambda 1} / R_{\lambda 2}$
Modified normalized difference spectral index	$MNDSI = (R_{\lambda 1} - R_{\lambda 2}) / (R_{\lambda 1} - R_{\lambda 3})$

- Časově mnohem méně náročné než klasifikace
- Není potřeba vytvořit trénovací a validační polygony
- Výsledky
 - Extrakce pouze vegetace
 - Méně přesné výsledky
 - Důležitost volby vhodného indexu
- $VDVI = \frac{(2 * Green + Red + Blue)}{(2 * Green - Red - Blue)}$



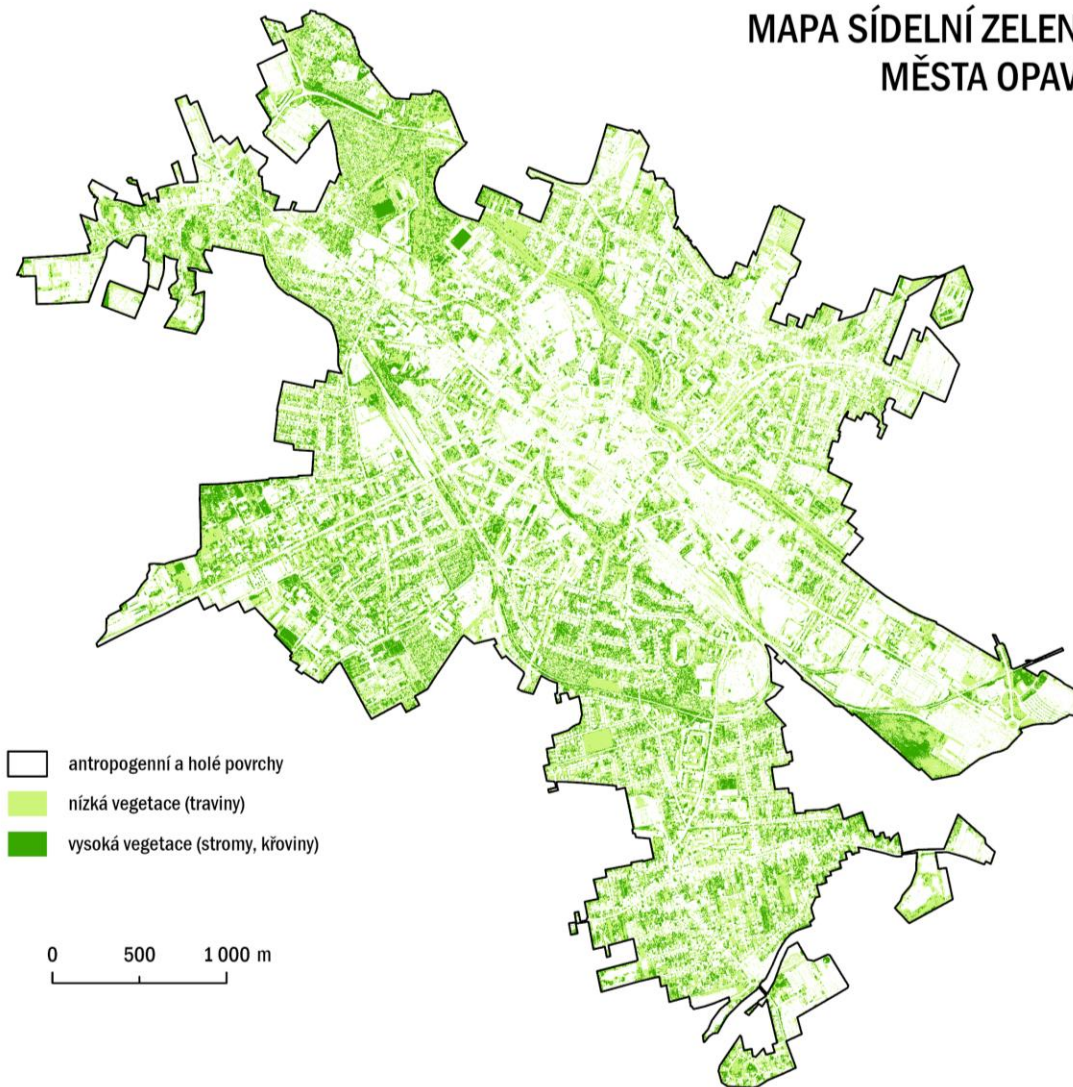
MAPA SÍDELNÍ ZELENĚ MĚSTA OSTROV

-  antropogenní a holé povrchy
-  nízká vegetace (traviny)
-  vysoká vegetace (stromy, křoviny)



MAPA SÍDELNÍ ZELENĚ MĚSTA OPAVA

-  antropogenní a holé povrchy
-  nízká vegetace (traviny)
-  vysoká vegetace (stromy, křoviny)



Mapování teploty povrchu sídel pomocí DPZ

- Teplota povrchu je vypočtena na základě dat Landsat 8 a 9
 - Rozlišení výsledné mapy je 30 m
 - Výpočet ze spektrálních pásem 10 a 11 (dlouhovlnné infračervené pásmo)
- Pro výpočet byla použita cloudová platforma Google Earth Engine
- Výsledná teplota povrchu
 - medián dosažených teplot
 - hodnoty teplot jsou sbírány od června do srpna
 - po dobu 3 let - 2023 až 2025



MAPA VZTAHU VEGETAČNÍHO POKRYVU A TEPLoty POVRCHU

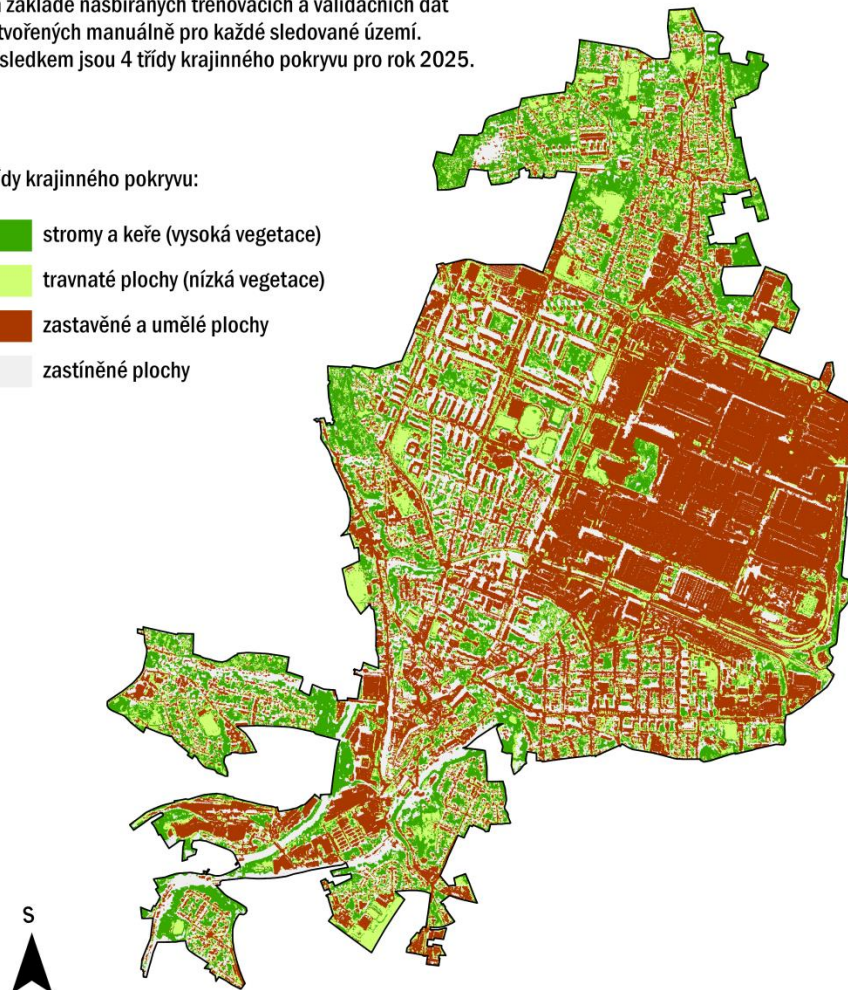
Města Mladá Boleslav

Land Cover klasifikace rastrových dat družice SPOT6/Pléiades.

Řízená klasifikace pomocí algoritmu Support Vector Machine na základě nasbíraných trénovacích a validačních dat vytvořených manuálně pro každé sledované území. Výsledkem jsou 4 třídy krajinného pokryvu pro rok 2025.

Třídy krajinného pokryvu:

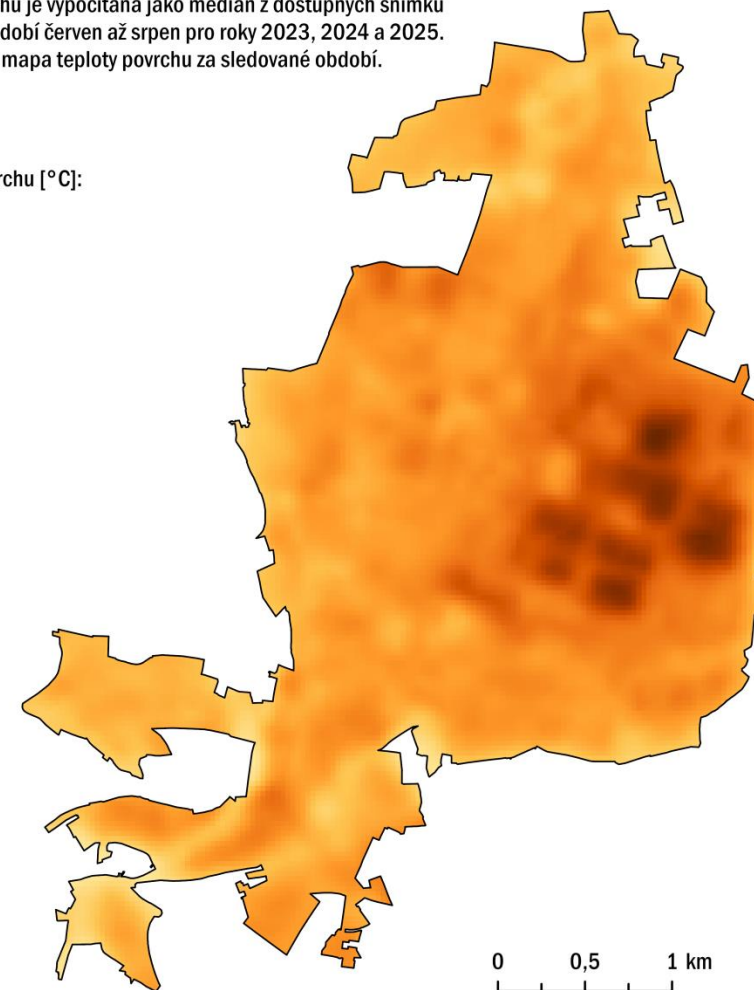
-  stromy a keře (vysoká vegetace)
-  travnaté plochy (nízká vegetace)
-  zastavěné a umělé plochy
-  zastíněné plochy



Mapa povrchové teploty (LST) z rastrových dat družic Landsat8/9.

Výpočet pomocí tepelného pásma a následné korekce vlivu atmosféry. Teplota povrchu je vypočítána jako medián z dostupných snímků v časovém období červen až srpen pro roky 2023, 2024 a 2025. Výsledkem je mapa teploty povrchu za sledované období.

Teplota povrchu [°C]:



MAPA VZTAHU VEGETAČNÍHO POKRYVU A TEPLoty POVRCHU

Města Plzeň



Výzkumný
ústav pro
krajinu

T A
Č R

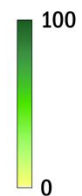
Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci Programu Prostor pro život.

www.tacrcz www.mzp.cz

0 1,5 3 km



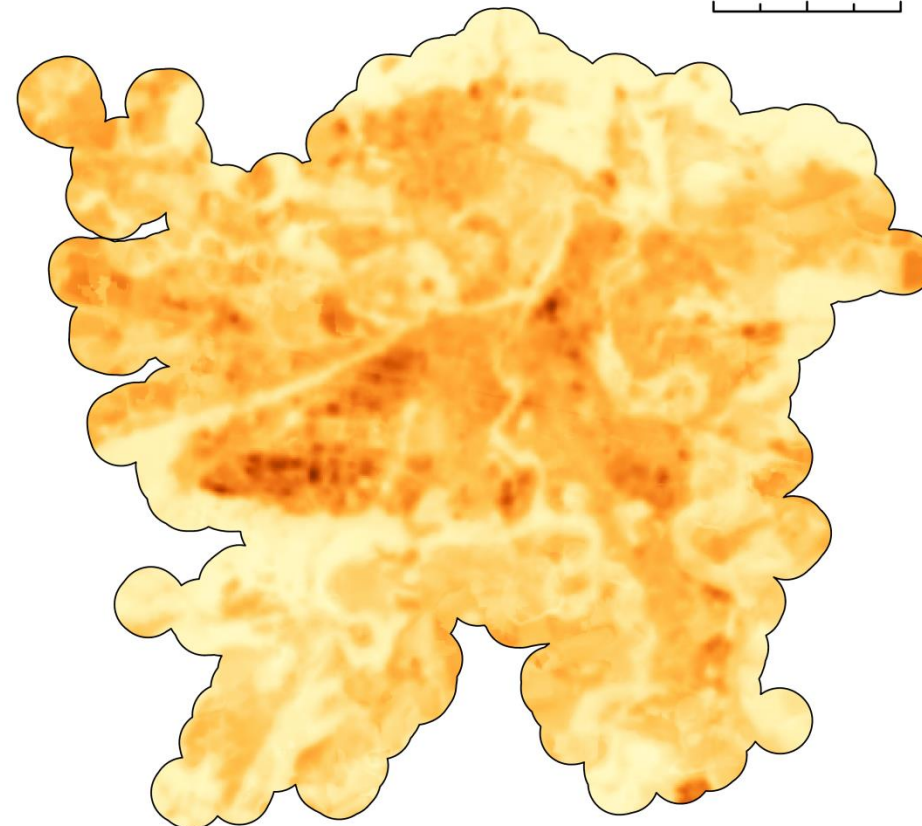
Tree Cover Density [%]:



Rastrová vrstva Tree Cover Density programu Copernicus.

Automatizovaná kvantitativní klasifikace
odvozená ze satelitních dat Sentinel-2
pro referenční rok 2021.

Výsledkem je procentuální zápoj korun stromů (0–100 %).



Teplota povrchu [°C]:



Mapa povrchové teploty (LST) z rastrových dat družic Landsat8/9.

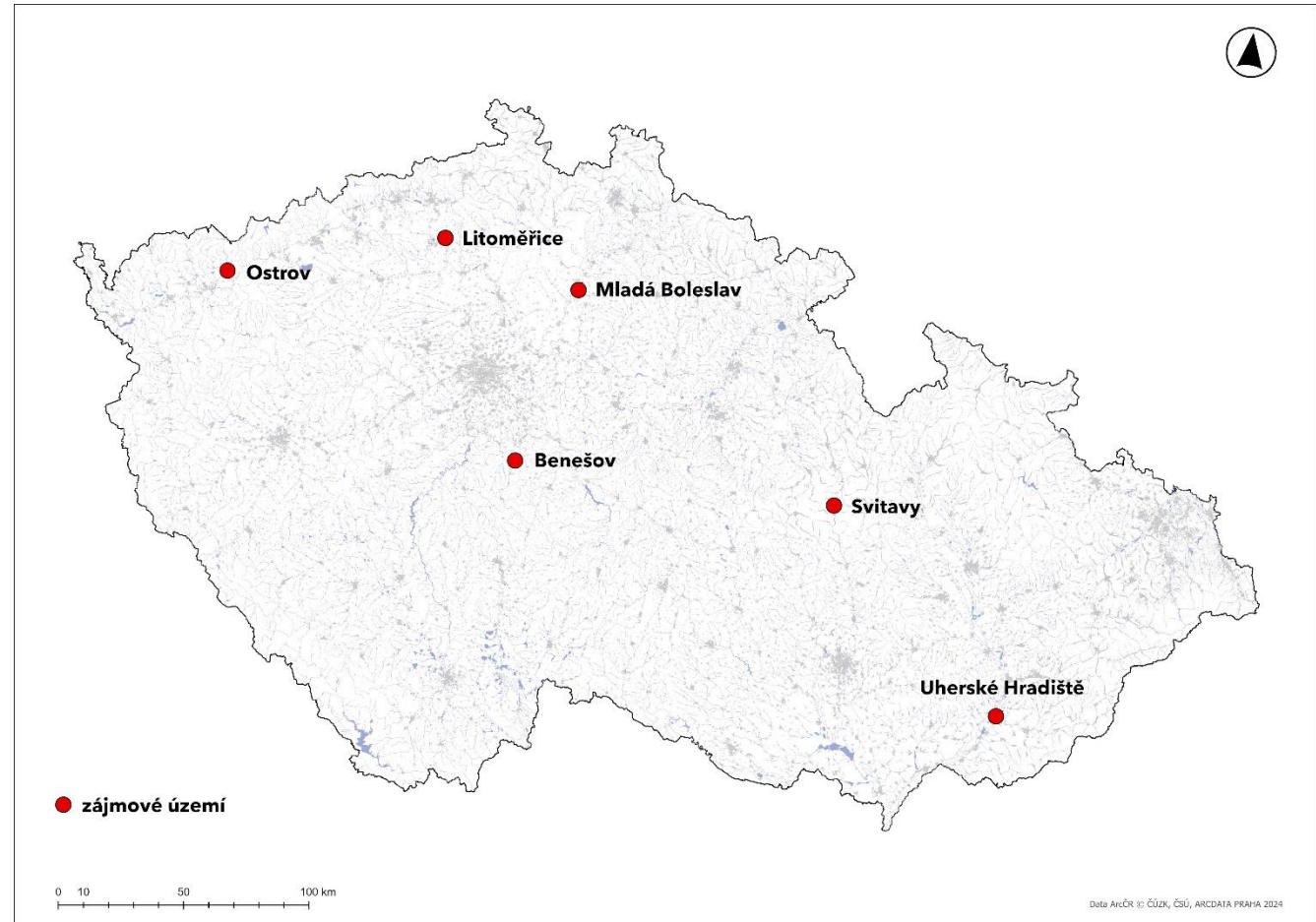
Výpočet pomocí tepelného pásma a následné korekce vlivu atmosféry.
Teplota povrchu je vypočítána jako medián z dostupných snímků
v časovém období červen až srpen pro roky 2023, 2024 a 2025.
Výsledkem je mapa teploty povrchu za sledované období.

Mapování zelené infrastruktury



Mapování zelené infrastruktury

- **Modelová území** (zčásti zachovaná historická struktura):
 - ❖ 10 000 – 20 000 obyv. – Benešov, Ostrov nad Ohří, Svitavy
 - ❖ 20 000 – 40 000 obyv. – Litoměřice, Uherské Hradiště
 - ❖ 40 000 – 60 000 obyv. – Mladá Boleslav
- Terénní mapování
 - podrobné data, časově náročné
 - pouze **veřejnosti přístupné plochy**
 - kvalitativní charakteristiky



Vyhodnocení kvantitativních a kvalitativních parametrů prvků ZI

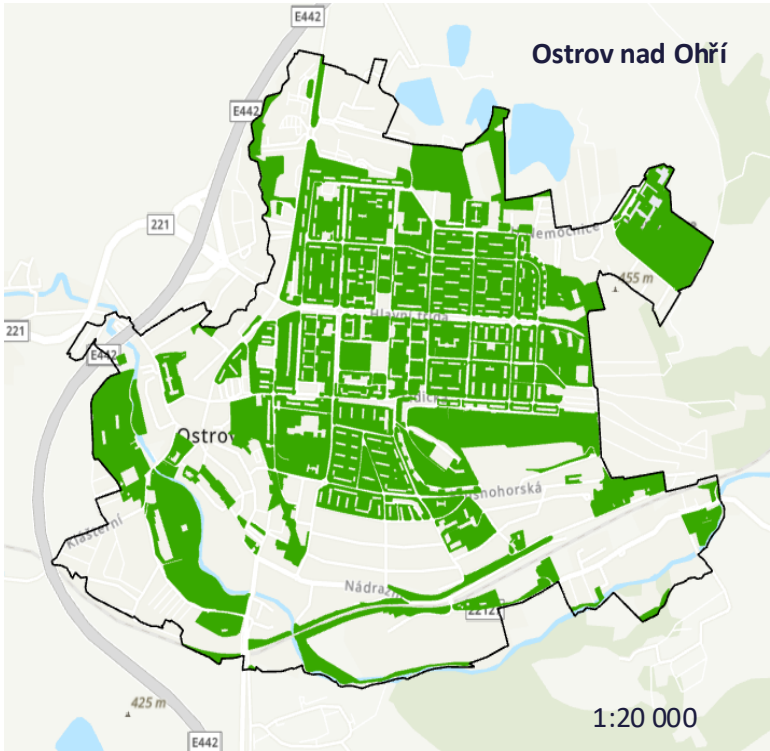
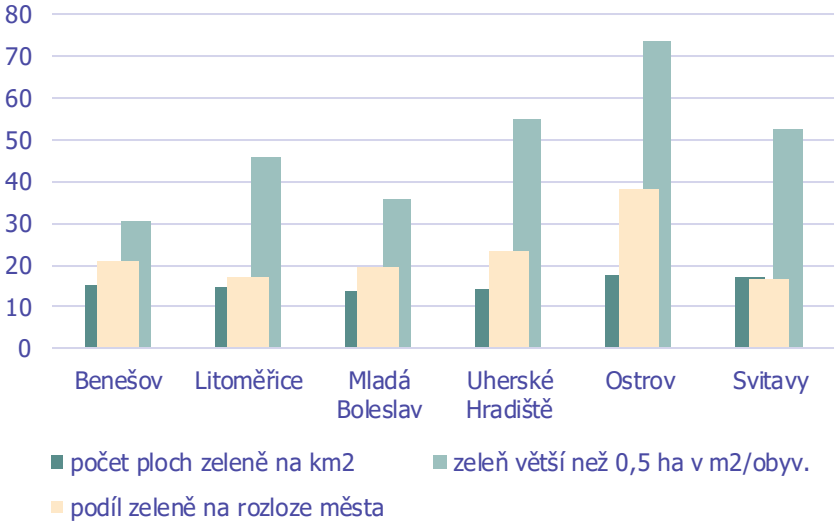
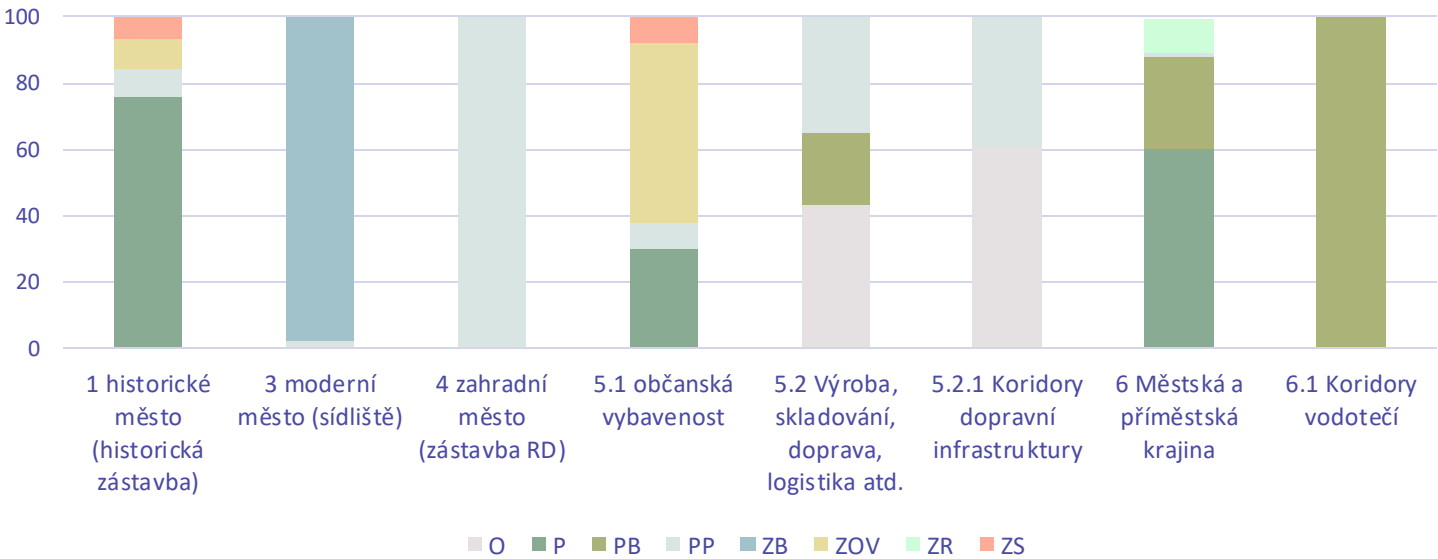
Kvalitativní charakteristiky

- druh zeleně
- provozní řešení a vybavení
- struktura porostů
- vhodnost sortimentní skladby,
- kvalita porostů,
- kvalita údržby,
- intenzita využívání,
- hodnocení stability plochy ve funkci a významu

P	Park
PP	Menší parkově upravená plocha
ZB	Zeleň obytné zástavby
ZR	Zeleň rekreační zástavby
ZOV	Zeleň objektů občanské vybavenosti
ZS	Zeleň rekreačních a sportovních objektů
ZH	Zeleň hospodářská
ZO	Zeleň ostatní
ZK	Zeleň krajinná
O	ostatní zeleň
PB	Přírodě blízká zeleň

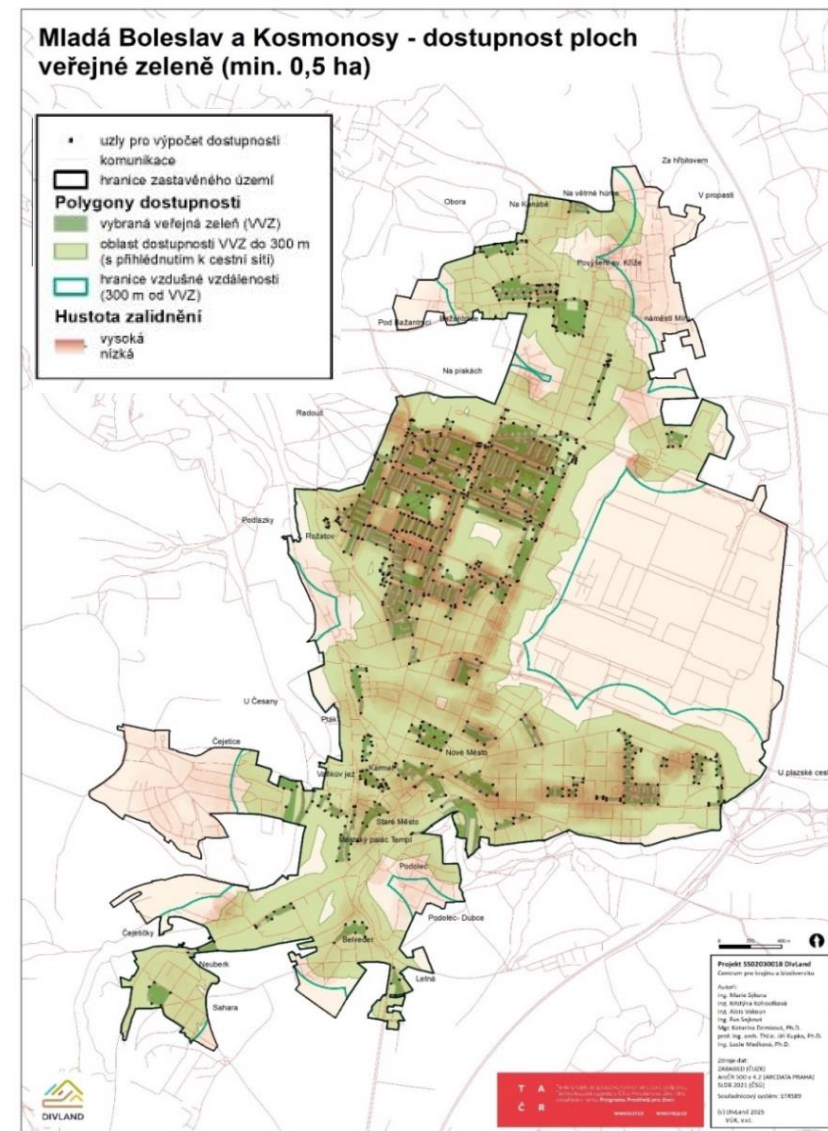
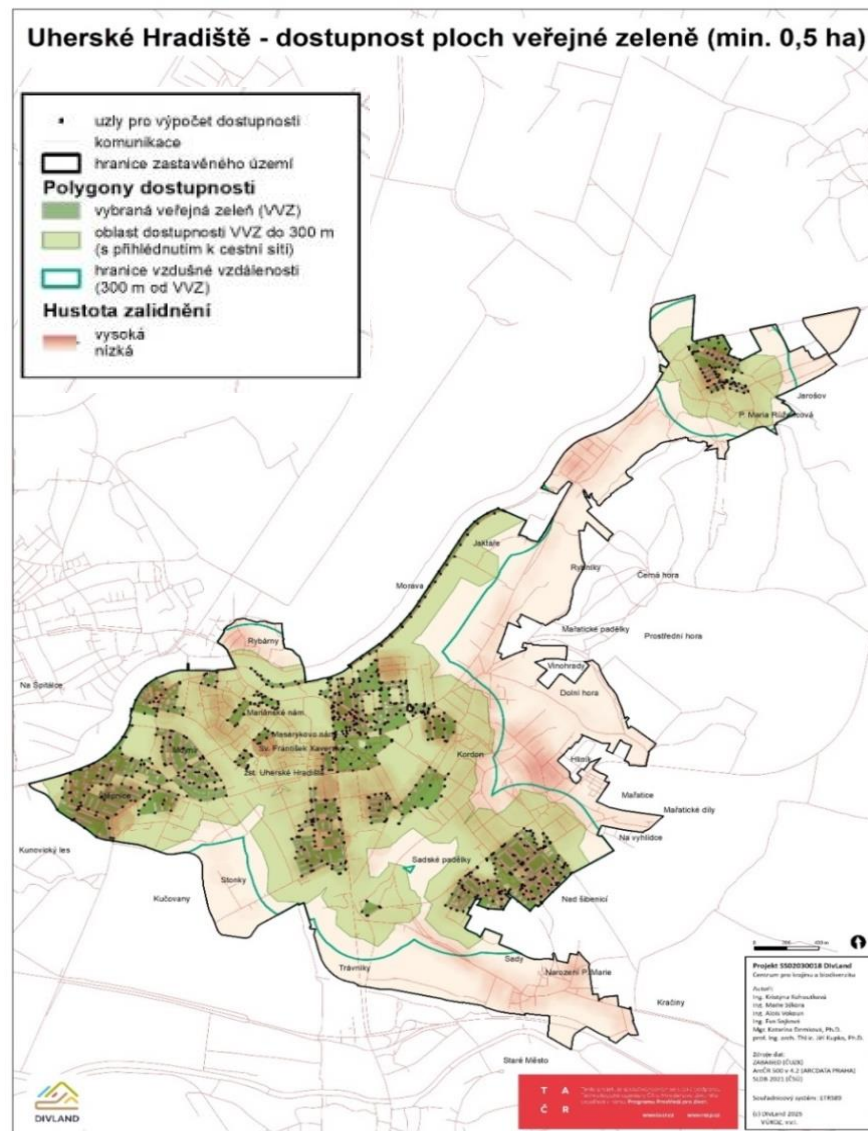


Zastoupení zeleně (v %) podle urbanistické typologie města Ostrov nad Ohří



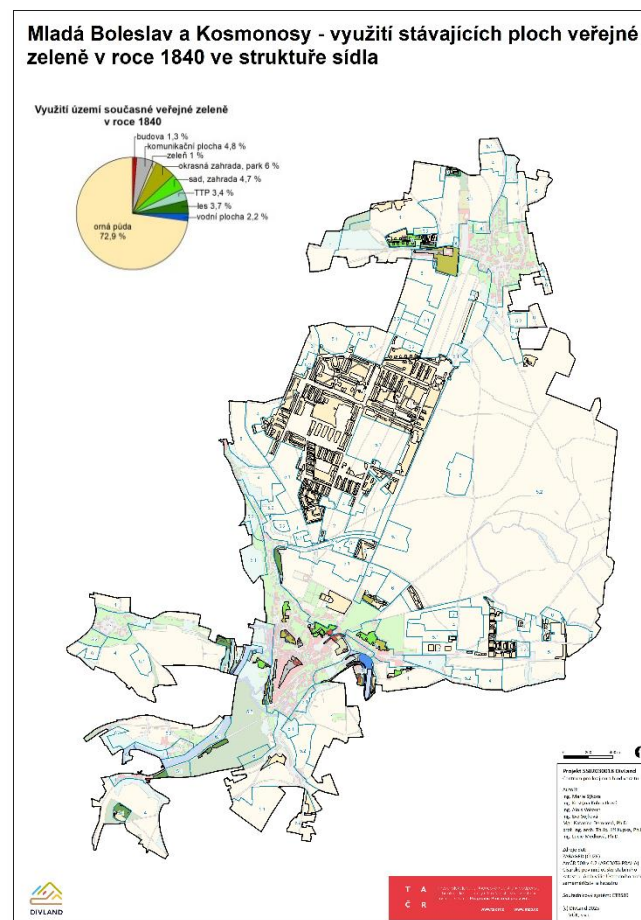
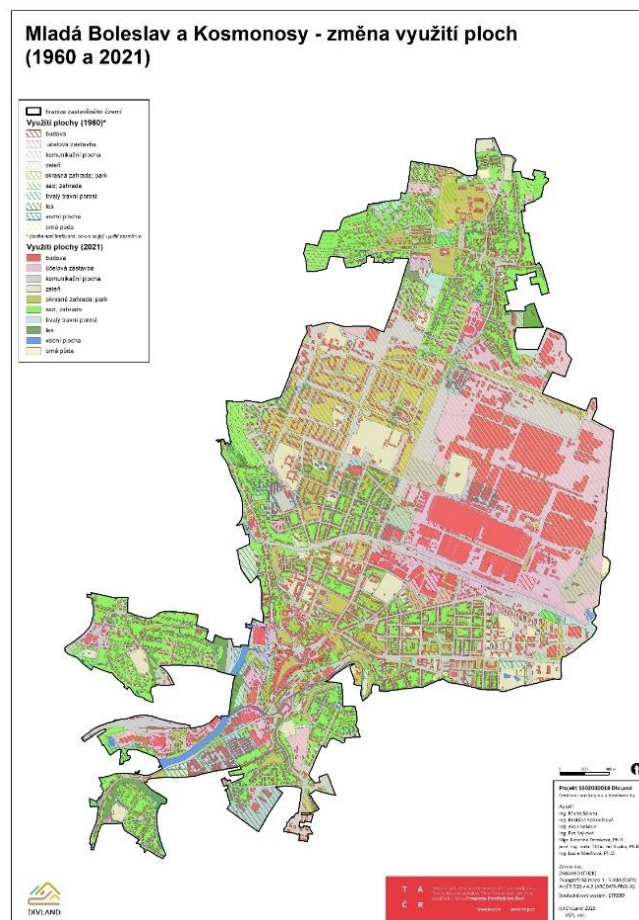
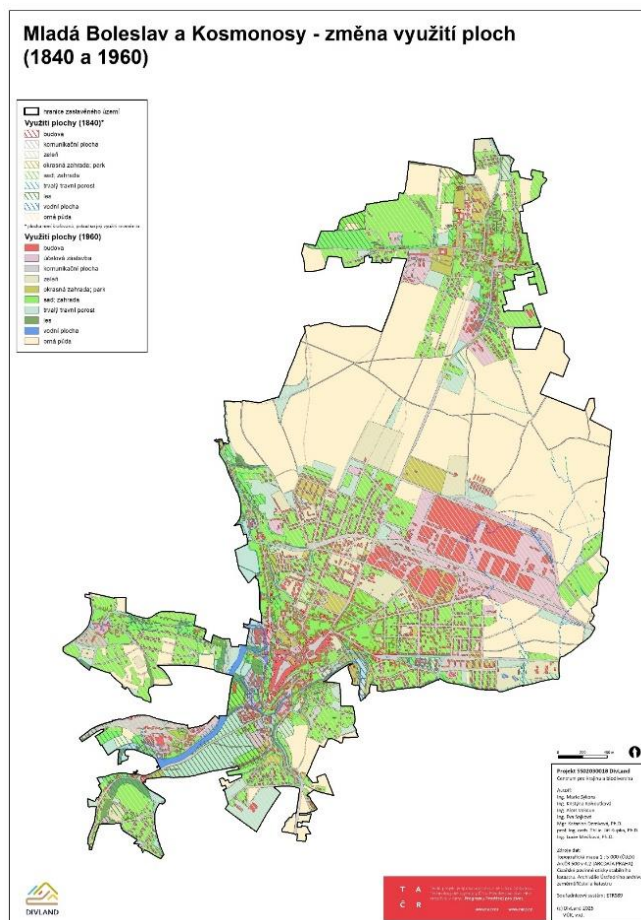
Indikátor dostupnosti veřejné zeleně

- dostupnost ploch sídelní zeleně (veřejně přístupné, větší než 0,5 ha), které plní kulturní ekosystémové služby (park, menší parkově upravená plocha, zeleň obytné zástavby, zeleň rekreačních a sportovních areálů)
- dostupnost do 300 m pěší chůze od uzlů (černé tečky) s přihlédnutím k cestní síti
- identifikace potenciálních ploch pro zlepšení dostupnosti – plochy ostatní a přírodě blízké zeleně veřejně přístupná větší než 0,5 ha



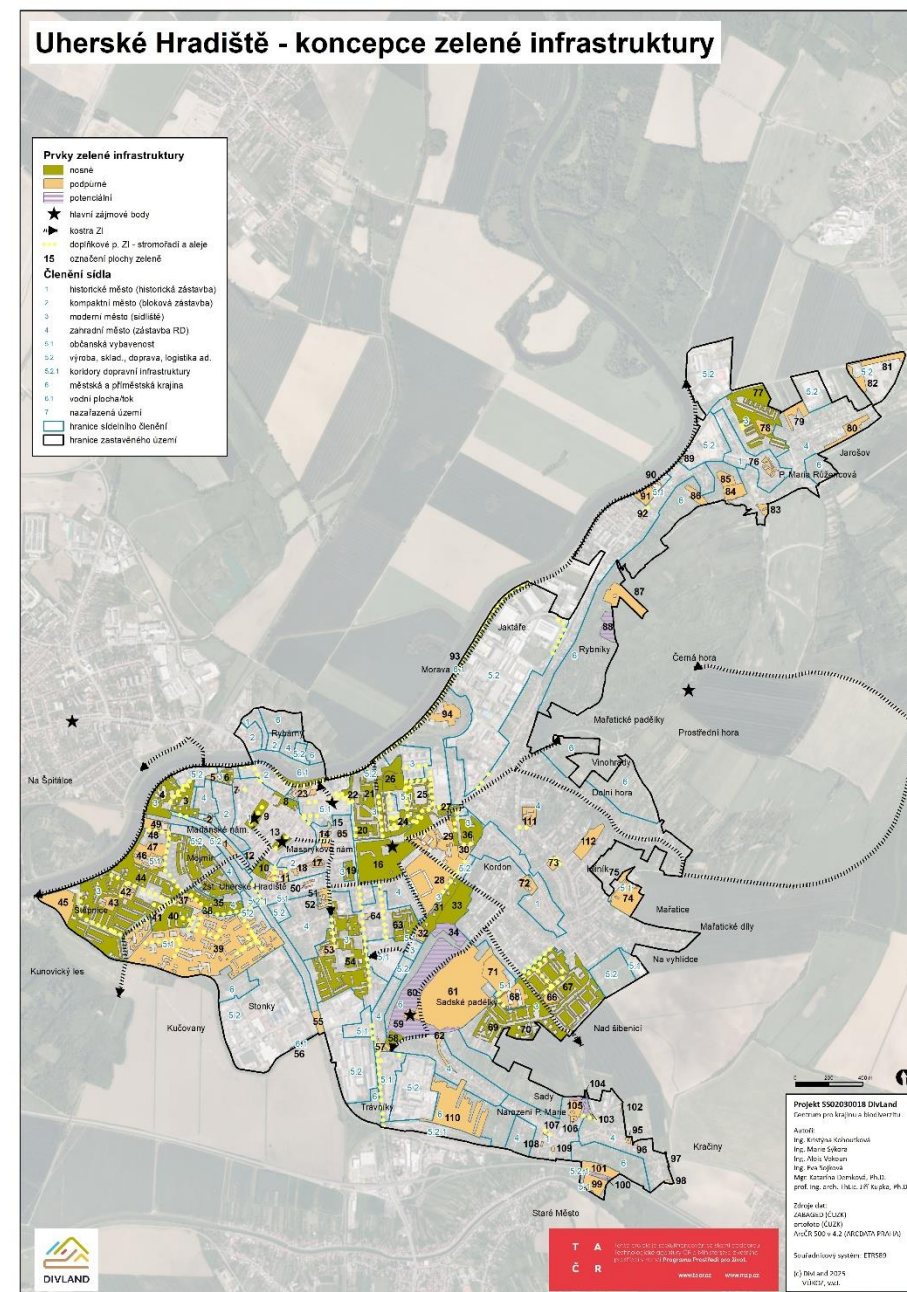
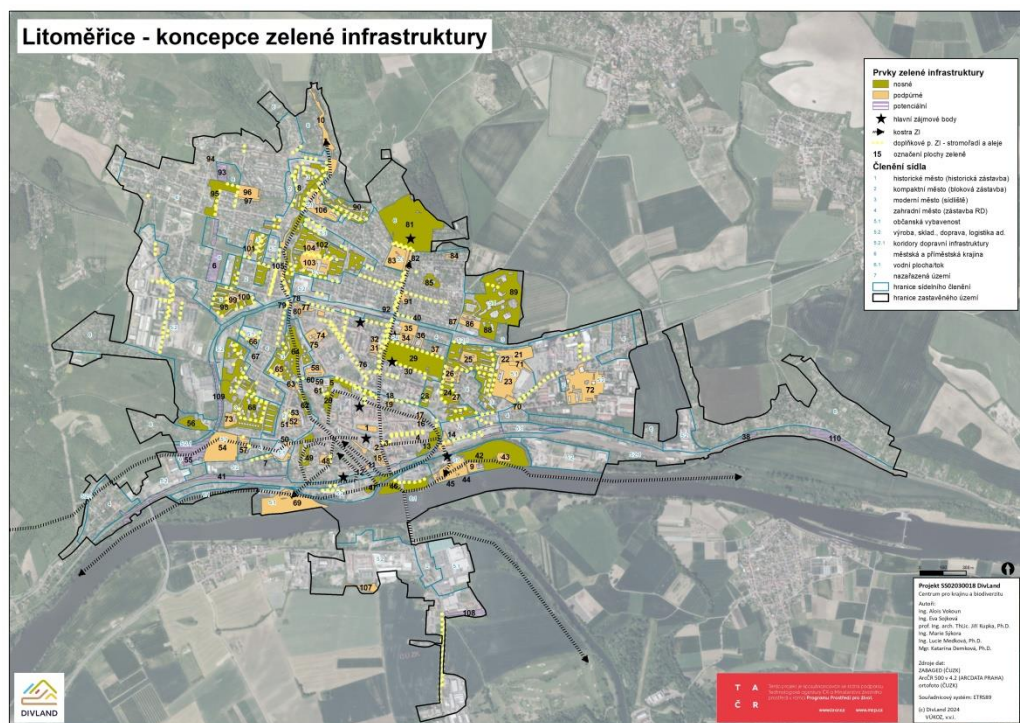
Hodnocení „land use“ v čase se zaměřením na plochy zeleně

- ve 3 časových horizontech (ZABAGED 2021, topografické mapy 1951–1971, stabilní katastr 1826–1843)
- analýzy představují, ze kterých ploch vznikaly současné parkové plochy, které plochy zůstaly stabilní po celou dobu sledování apod.
- dnešní zeleň historických center (Benešov, Litoměřice, Ml. Boleslav, Uh. Hradiště) – nejhodnotnější a nejstabilnější plochy zeleně mají historický základ



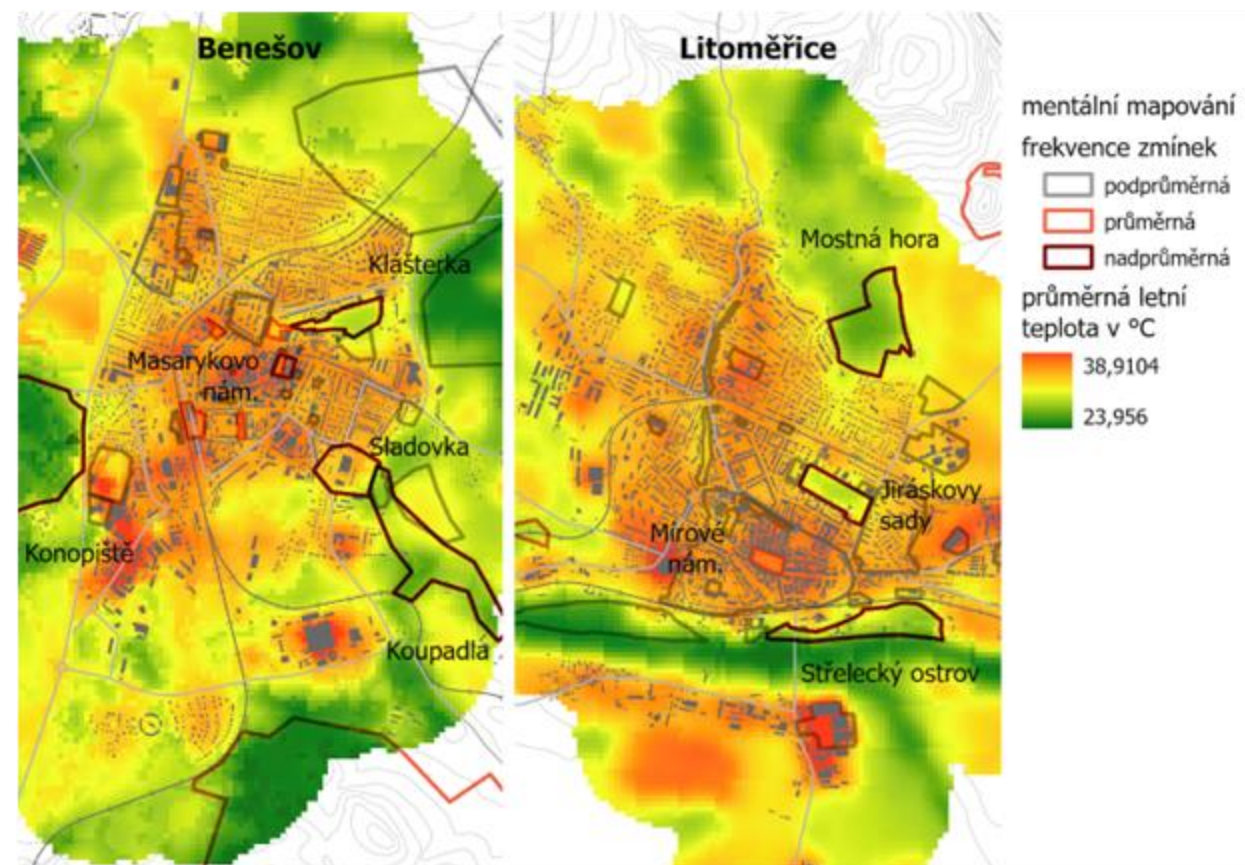
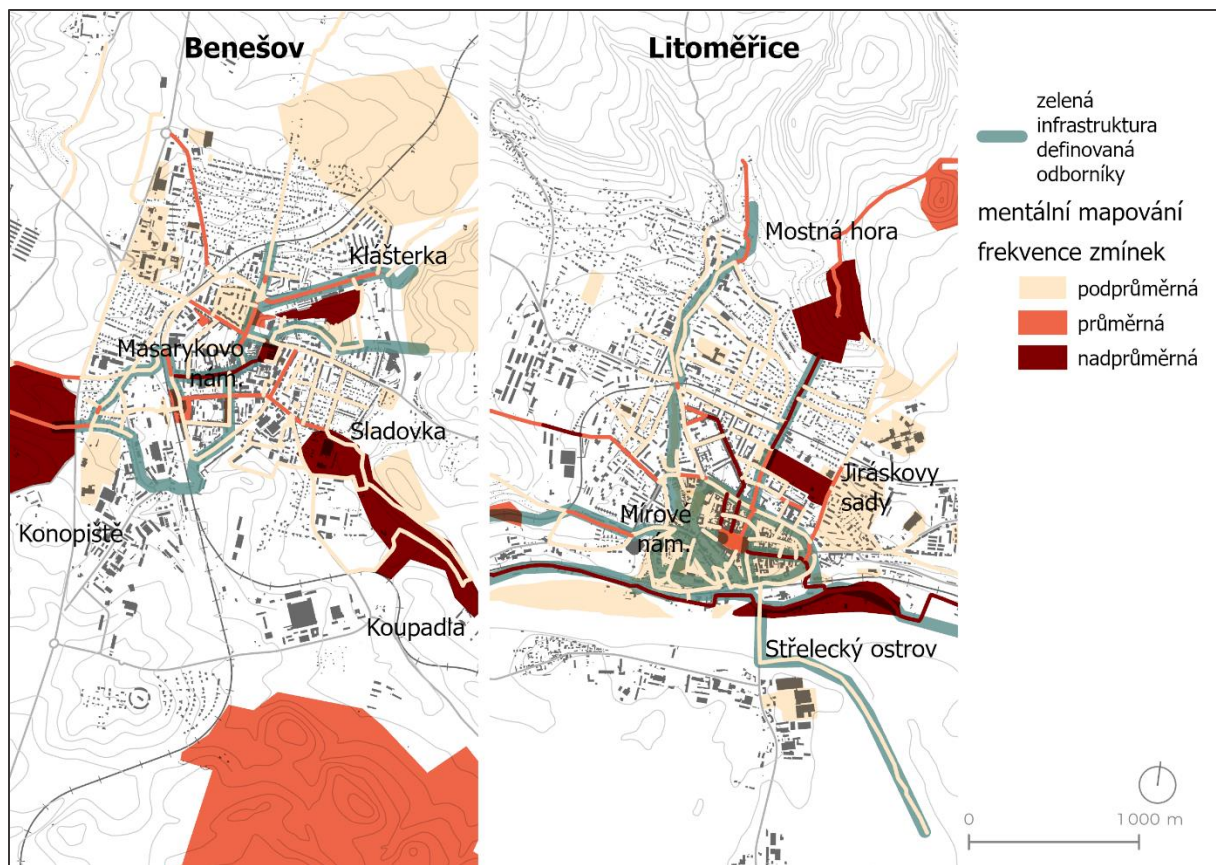
Koncepce zelené infrastruktury

- zpracování konceptu ZI – identifikace nosných a podpůrných prvků ZI (dle Kučera a kol. 2023)
- **Nosné prvky** - veřejně přístupná zeleň větší než 0,5 ha, zahrnující parky, zeleň obytné zástavby (sídliště) a zeleň rekreačních a sportovních objektů
- **Podpůrné prvky** - o rozloze do 0,5 ha, zahrnovaly menší parkově upravené plochy, zeleň obytné zástavby (sídlištní zeleň), zeleň rekreační zástavby, zeleň objektů občanské vybavenosti, zeleň speciálního určení a zeleň hospodářská
- Doplňkové prvky – aleje a stromořadí

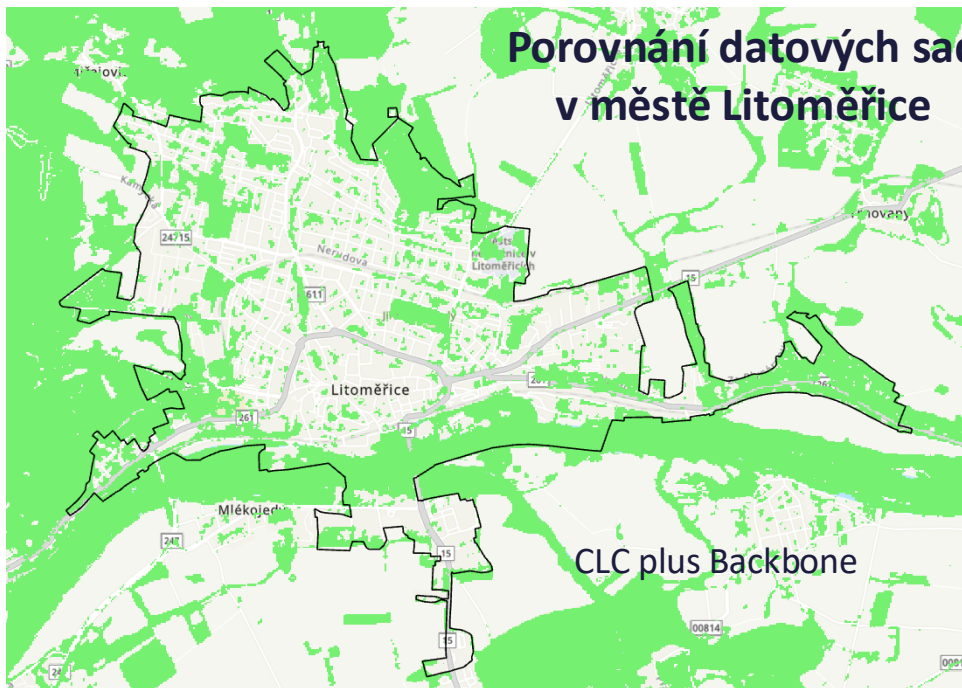


Mentální mapování

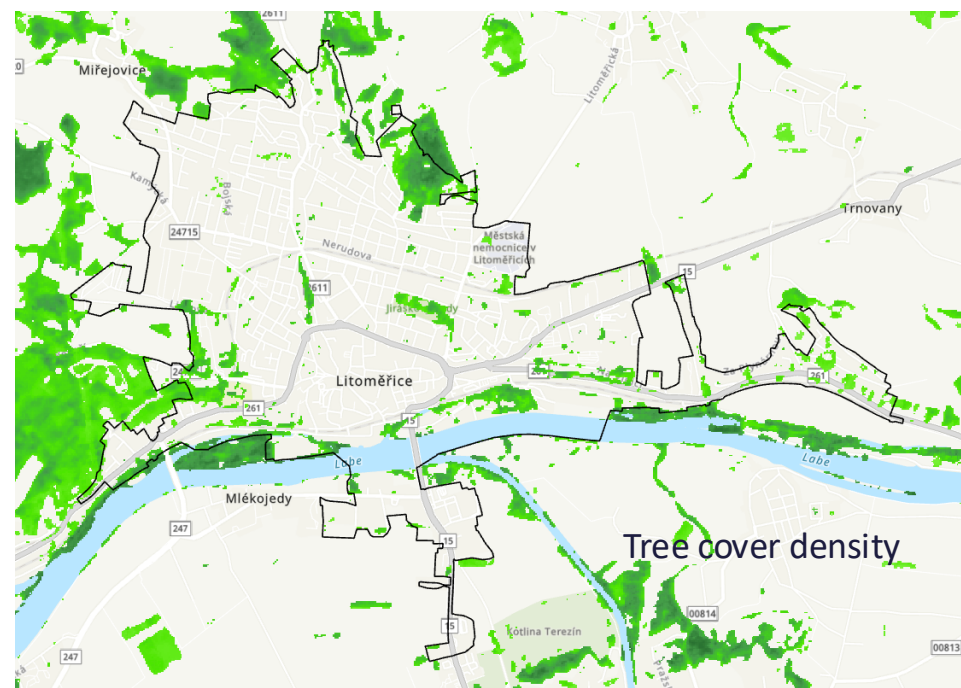
- sociologický průzkum zaměřený na každodenní využívání městského prostoru jeho obyvateli
- prostorové preference obyvatel zjišťované formou strukturovaného rozhovoru
- otázky: Jaká jsou pro vás nejdůležitější místa ve městě? Jaké je vaše nejoblíbenější místo, kam chodíte?
- nejčastěji zmiňované plochy (parky, lesoparky) se shodují s „chladnými“ ostrovy ve městě



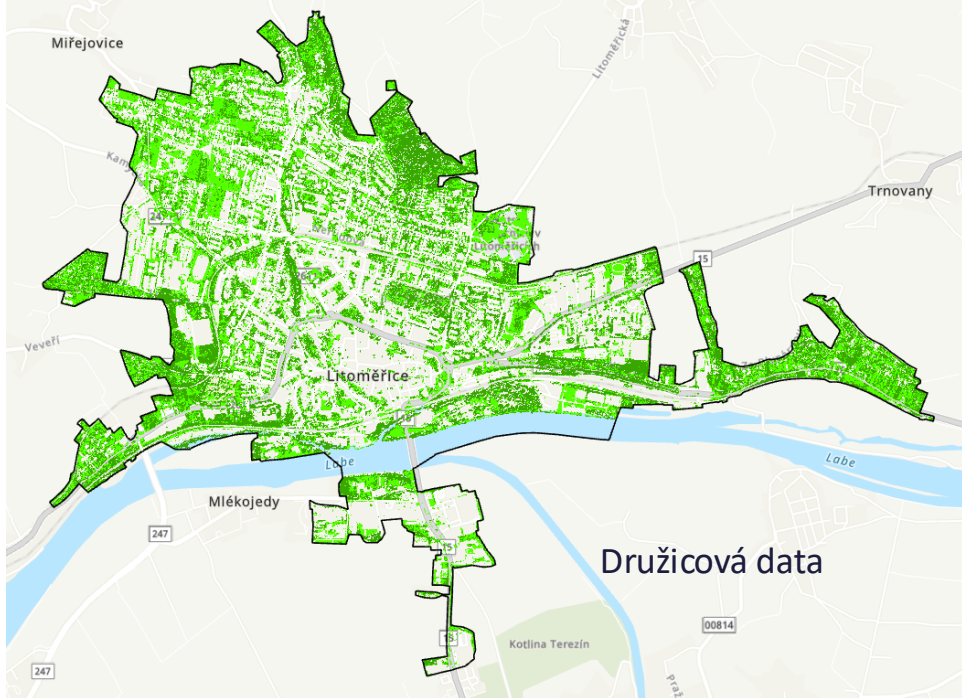
Porovnání datových sad v městě Litoměřice



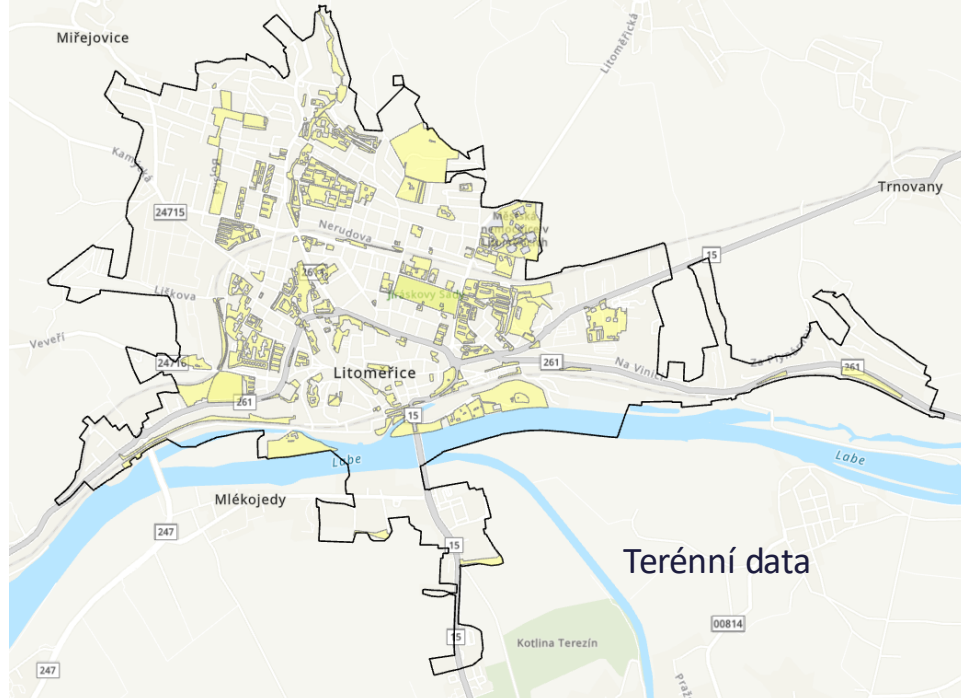
CLC plus Backbone



Tree cover density



Družicová data



Terénní data



Děkujeme za pozornost



T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz

www.mzp.cz