

Uporaba faktorja odprtosti neba za urbanistično načrtovanje termalno ugodnih javnih prostorov

Nejc Demšar, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, oktober 2025
Mentorica: izr. prof. dr. Ilka Čerpes, univ. dipl. inž. arh
Somentorica: asist. Mia Crnić

POVZETEK

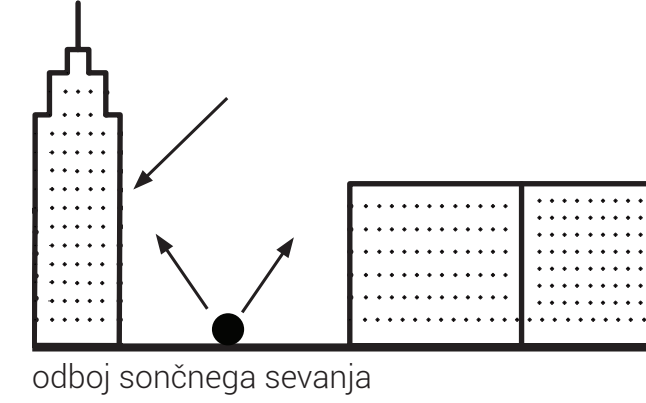
Diplomsko delo obravnava kazalnik Sky View Factor (SVF), ki se v urbanističnem načrtovanju uporablja za vrednotenje vidnosti neba iz posamezne točke v prostoru. Kazalnik pomembno vpliva na mikroklimatske značilnosti urbanega okolja, saj je neposredno povezan s pojavom mestnih toplotnih otokov. Namen naloge je bil raziskati uporabnost SVF pri oblikovanju mestnih ureditev ter preveriti, v kolikšni meri lahko pripomore k prepoznavanju problematičnih območij in oblikovanju izboljšav. V teoretičnem delu so predstavljeni definicija in osnovne značilnosti SVF. Metodološki del obravnava pregled različnih metod določanja SVF, njihovo primerjavo ter podrobnejšo predstavitev ene izmed metod. Projektni del se osredotoča na območje Slovenske ceste v Ljubljani, kjer je bila izvedena analiza SVF in primerjava z obstoječo študijo vročih točk mesta. Na podlagi ugotovitev je bila zasnovana prenova izpostavljenega prostora na Ajdovščini z novo zasaditvijo, ki je bila ponovno preverjena z analizo SVF. Rezultati so pokazali, da se lahko z ustreznimi prostorskimi ukrepi izboljšajo vrednosti SVF in s tem mikroklimatske razmere v mestu. Glavni prispevek naloge je prikaz praktične uporabnosti kazalnika SVF pri prenovi mestnih prostorov ter potrjena povezava med vrednostmi SVF in pojavom toplotnih obremenitev. Delo tako ponuja strokovno podlago za nadaljnje vključevanje kazalnika v urbanistično načrtovanje in trajnostni razvoj mest.

Ključne besede: urbanizem, faktor odprtosti neba, mestni predel Ajdovščina v Ljubljani, javni prostor, termalno ugodje, vroče točke

METODE DOLOČANJA SKY VIEW FACTOR-JA

Poznamo več metod za določanje sky view factorja. V grobem jih lahko razdelimo na pet tipov:

- GEOMETRIJSKE METODE
- METODA Z UPORABO »FISH-EYE« FOTOGRAFIJ
- GPS METODA
- SIMULACIJSKE METODE
- METODA Z UPORABO ULIČNIH PANORAMSKIH FOTOGRAFIJ



VREDNOTENJE METOD DOLOČANJA SKY VIEW FACTOR-JA

	PROGRAMSKA IN DRUGA OPREMA	VHODNI PODATKI	NATANČNOST REZULTATOV	PREDNOSTI	SLABOSTI
GEOMETRIJSKA METODA	Posebna oprema ni potreban	Geometrija uličnega korpusa	Izjemno visoka natančnost pri preprosti geometriji	Predpostavlja teoretično ozadje SVF Visoka natančnost omogoča preveritev delovanja drugih metod Neodvisno od zunanjih virov podatkov	Uporaba možna le na zelo preprostih ali poenostavljenih uličnih korpusih Zahteva časovno zamudni Vegetacija v uradni zemljepisni velika količina obrnjenega dela
METODA Z UPORABO ŠIROKOKOTNIH FOTOGRAFIJ	Fotografska oprema poljubni urjevalni fotografij Programska oprema (RayMan, ipd.)	Širokokotna fotografija izbrane lokacije Podatki o lokaciji in času zajema fotografije	Visoka kvaliteta rezultatov Vpliv raznovrstni izdelovalca	Relativno nizki stroški (fotografska oprema) Zajem realnega stanja, ki vključuje vegetacijo in detaje Poljubna izbira pogledov na lokaciji	Potreben obisk lokacije Slaba osvetlitev ali vreme zmanjšujeta uporabnost podatkov Zamudno pridobivanje in obdelava podatkov
SIMULACIJSKE METODE	GIS orodja 3D modelirski Specializirana orodja za obdelavo podatkov	Digitalni model mesta Digitalni model stavb	Rezultati odvisni od kvalitete podatkov Groba obdelava vegetacije	Možnost analiziranja velikih območij Hitra in pomirljiva obdelava Mogućnost simuliranja različnih urbanističnih scenarijev Fizičen obisk lokacije ni potreben	Zahtevna in pogosto draga programska oprema Potreben dostop do kvalitativnih podatkov Pomankarje vegetacije povzroča velika odstopanja
GPS METODA	GPS naprave z možnostjo beleženja satelitske vidljivosti Programska oprema za obdelavo GNSS signalov	Povezava z vidnimi sateliti na lokaciji Podatki o koordinatah in višini	Groba obdelava podatkov Natančnost odvisna od uporabljene GPS opreme Vpliv vremenskih pogojev	Izračun v realnem času Nadaljnja obdelava podatkov ni potrebna	Potreben obisk lokacije Uporaba drage in zahtevne opreme Omejitve v gosti posadanih območjih
METODA Z UPORABO PANORAMSKIH FOTOGRAFIJ (GOOGLE STREET VIEW)	Street View Download 360 poljubni urjevalni fotografij Hugin RayMan	Panoramska fotografija izbrane lokacije Podatki o lokaciji in času zajema fotografije	Kvaliteta fotografij odvisna od generacije uporabljene kamere Obravnava vegetacije odvisna od letnega časa zajema fotografije Vpliv raznovrstni izdelovalca	Izredno nizki stroški Hitro in enostavno pridobivanje podatkov velikega števila lokacij Fizičen obisk lokacije ni potreben	Odstopanja, kot posledica starih visine kamere (približno 2m) Točni datum zajema fotografije ni naveden Lokacije pogledov omejene Zahtevnost obdelave zahtevna ob običajnem vremenu

tabela vrednotenja metod določanja Sky View Factor-ja

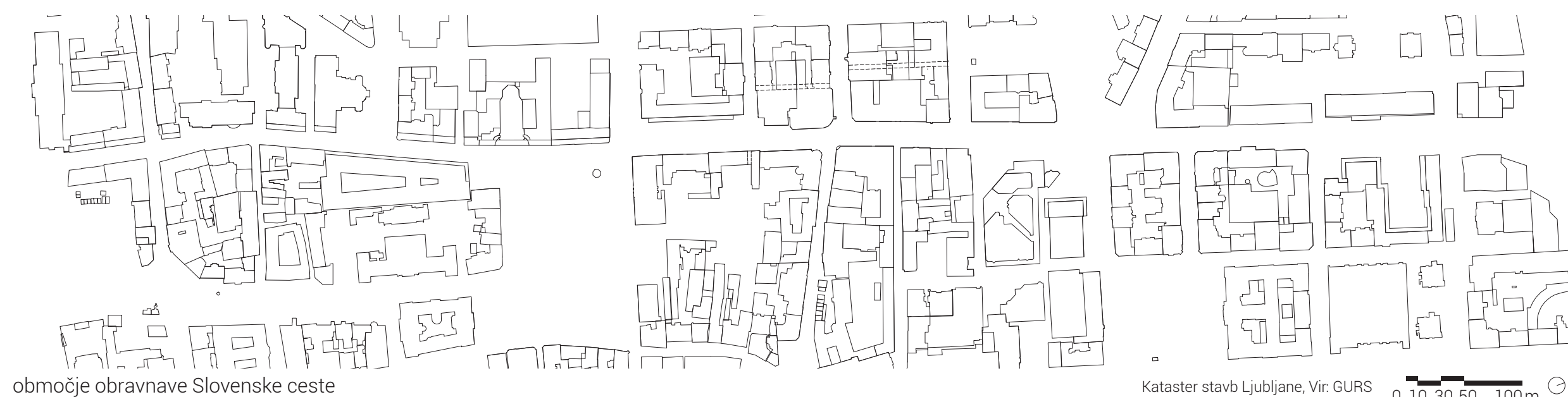
ŠIRŠI PRIKAZ OBMOČJA OBRAVNAVE - LJUBLJANA



širši prikaz območja obravnave - Ljubljana

Kataster stavb Ljubljane, Vir: GURS M 1:25 000

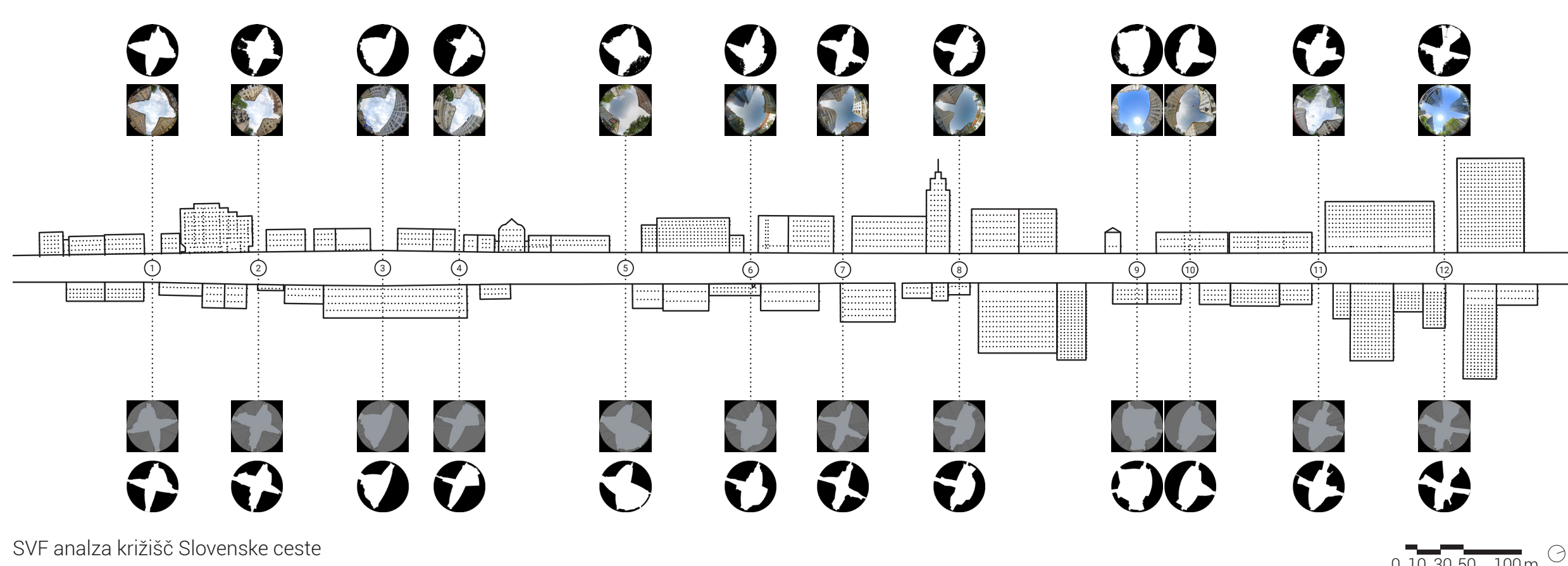
OBMOČJE OBRAVNAVE - SLOVENSKA CESTA



območje obravnave Slovenske ceste

Kataster stavb Ljubljane, Vir: GURS 0 10 30 50 100m

SKY VIEW FACTOR ANALIZA KRIŽIŠČ Z UPORABO PANORAMSKIH FOTOGRAFIJ



SVF analiza križišč Slovenske ceste

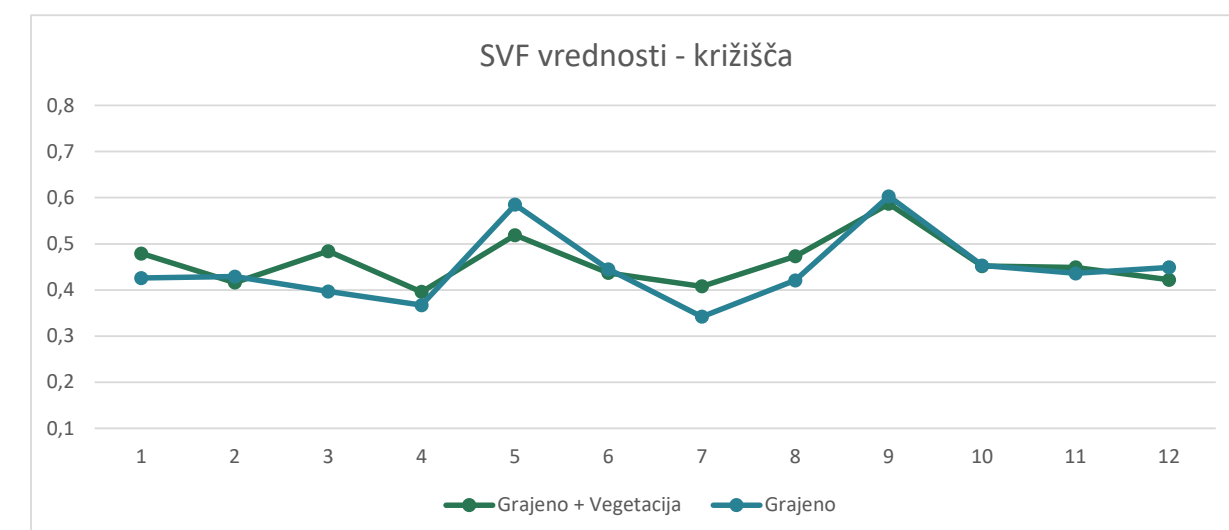
0 10 30 50 100m

	1	2	3	4	5	6
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.479	0.416	0.484	0.396	0.519	0.437
Vrednost SVF (grajeno)	0.426	0.429	0.397	0.367	0.585	0.445

	7	8	9	10	11	12
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.408	0.473	0.587	0.452	0.449	0.422
Vrednost SVF (grajeno)	0.342	0.421	0.603	0.453	0.436	0.449

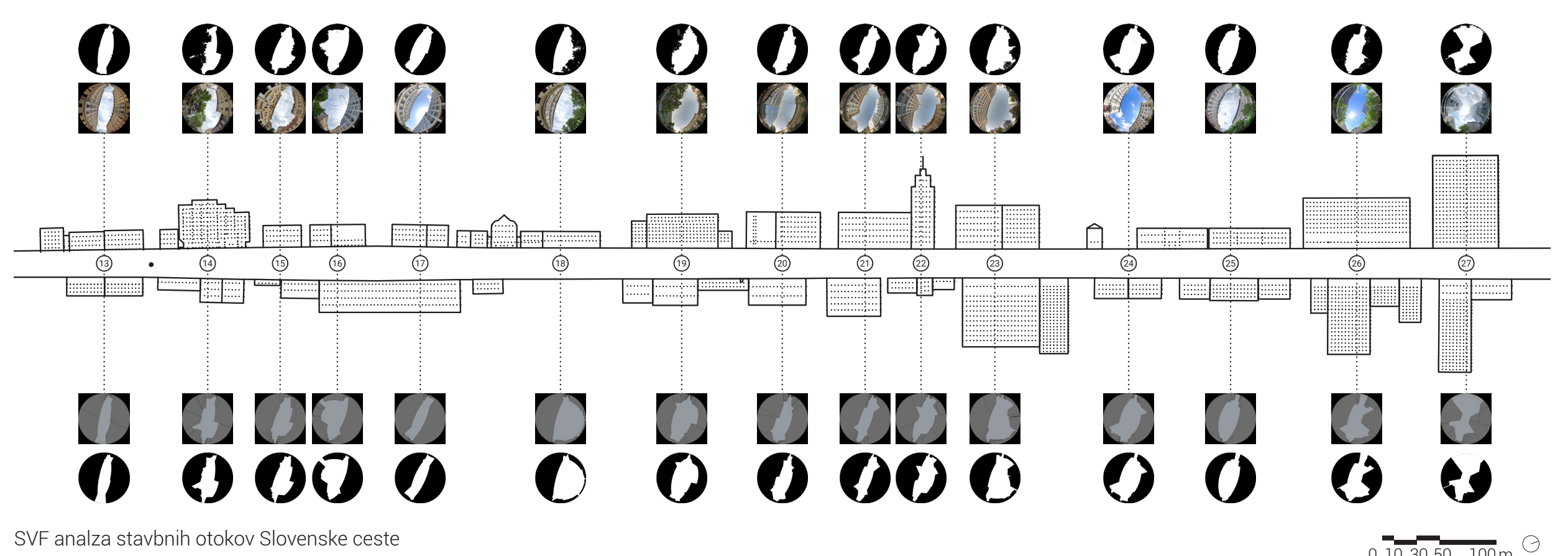
tabela vrednosti SVF analize križišč Slovenske ceste

SVF vrednosti - križišča



grafični prikaz vrednosti SVF analize križišč Slovenske ceste

SKY VIEW FACTOR ANALIZA STAVBNIH OTOKOV Z UPORABO PANORAMSKIH FOTOGRAFIJ



SVF analiza stavbnih otokov Slovenske ceste

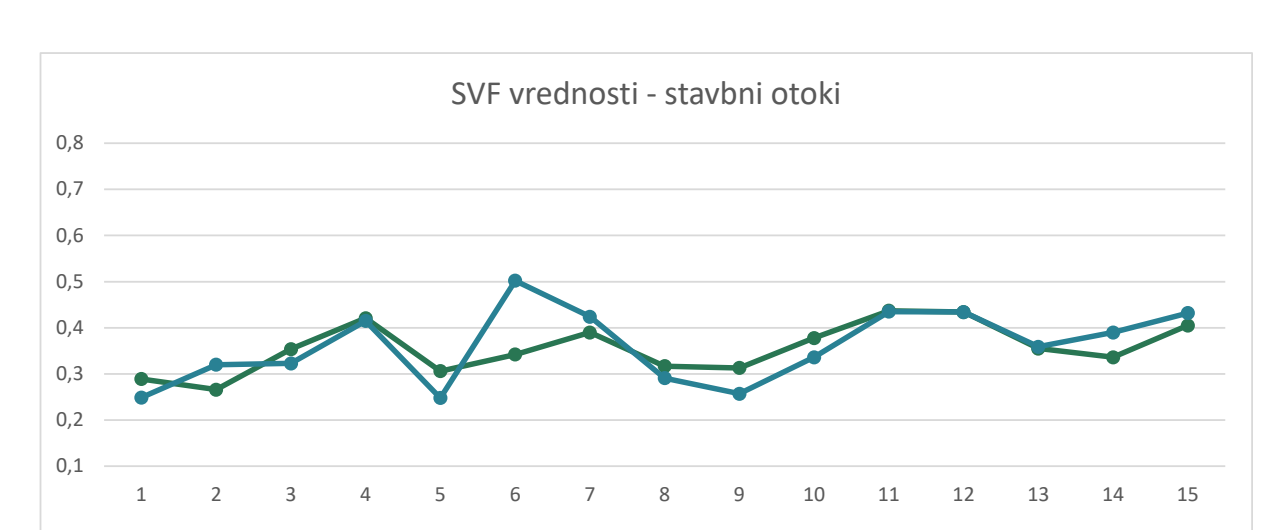
0 10 30 50 100m

	13	14	15	16	17	18	19	20
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.289	0.266	0.354	0.421	0.306	0.342	0.390	0.317
Vrednost SVF (grajeno)	0.249	0.320	0.323	0.415	0.248	0.502	0.424	0.291

	21	22	23	24	25	26	27
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.313	0.378	0.437	0.434	0.355	0.336	0.405
Vrednost SVF (grajeno)	0.257	0.336	0.435	0.434	0.359	0.390	0.432

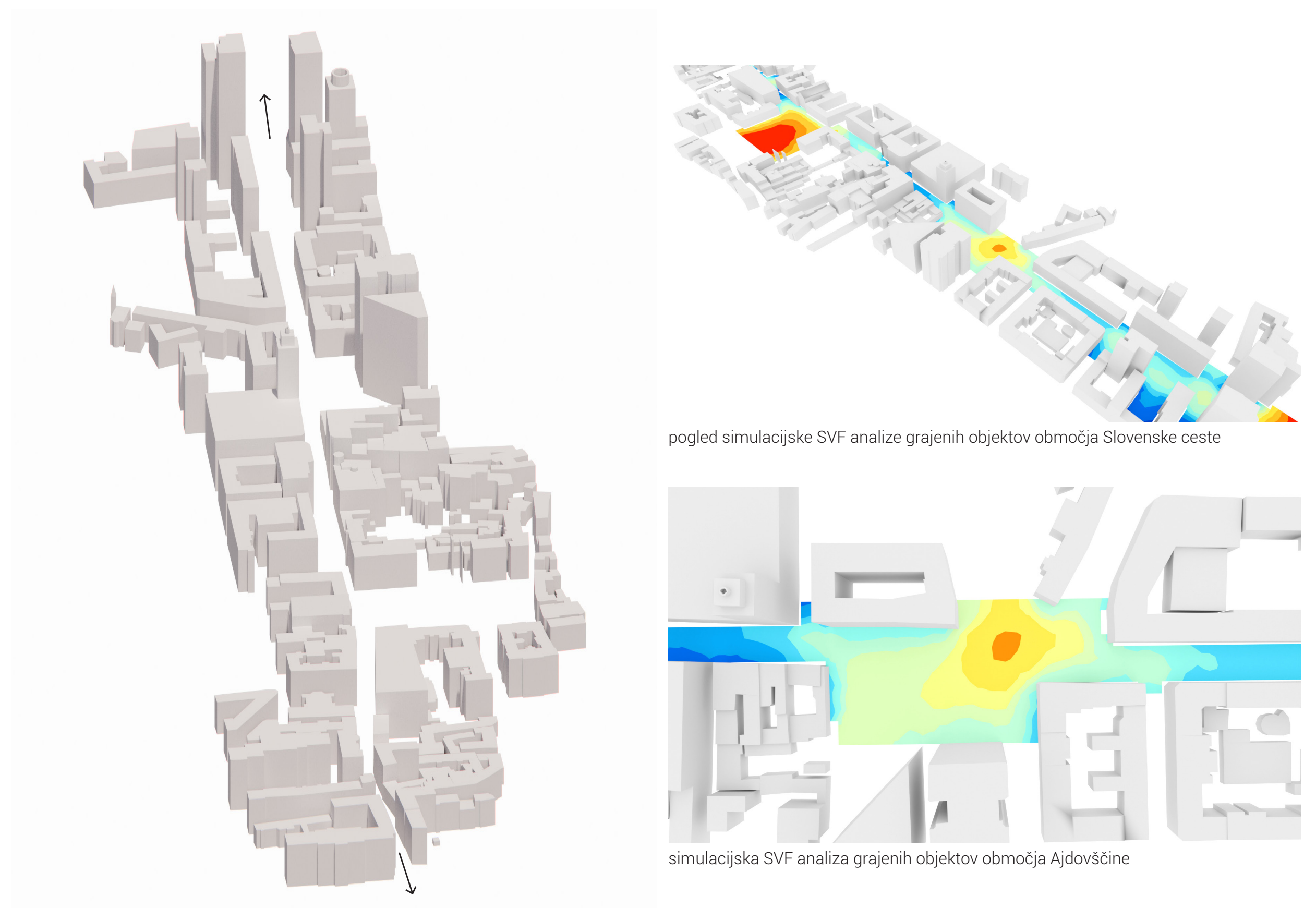
tabela vrednosti SVF analize stavbnih otokov Slovenske ceste

SVF vrednosti - stavbni otoki



grafični prikaz vrednosti SVF analize stavbnih otokov Slovenske ceste

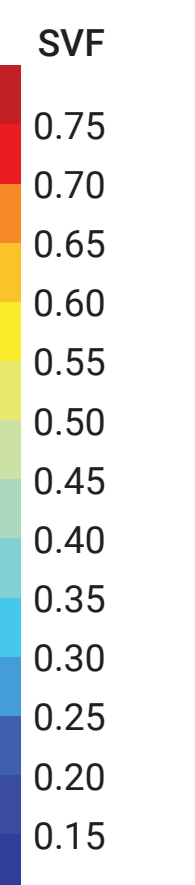
SIMULACIJSKA SKY VIEW FACTOR ANALIZA 3D MODELA SLOVENSKE CESTE



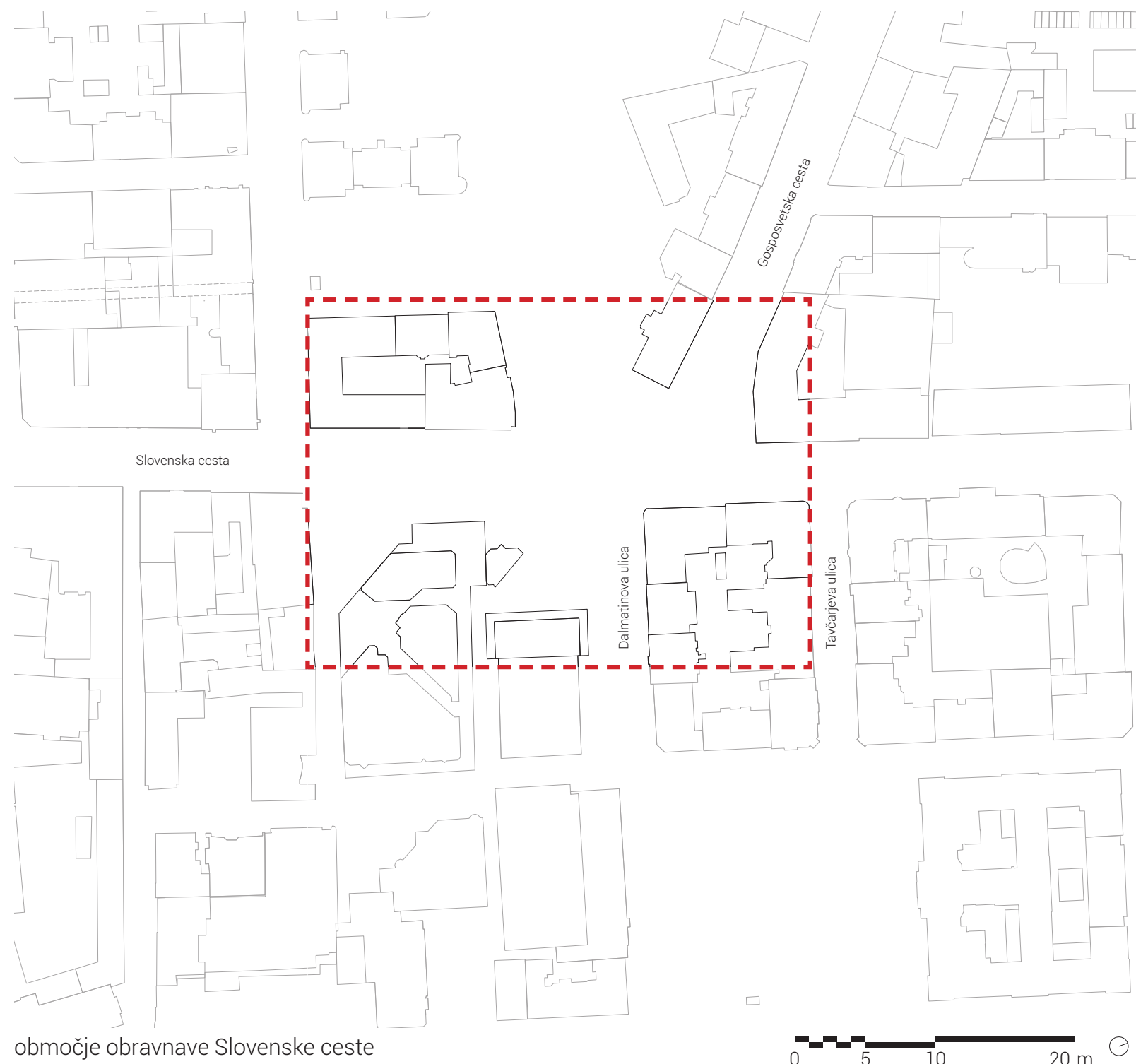
severni pogled 3D modela Slovenske Ceste

pogled simulacijske SVF analize grajenih objektov območja Slovenske ceste

simulacijska SVF analiza grajenih objektov območja Ajdovščine

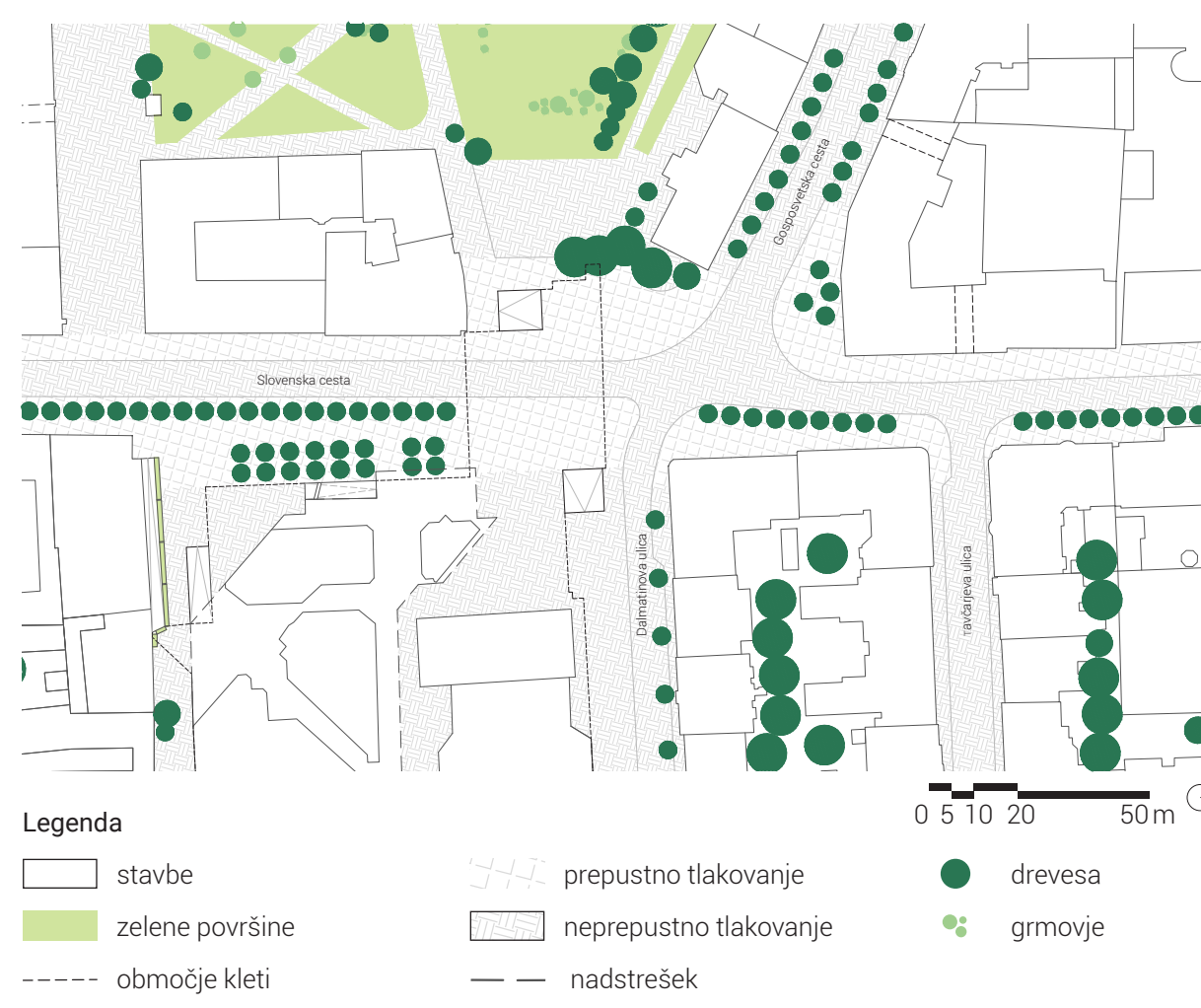


OŽJE OBMOČJE OBRAVNAVE - AJDOVŠČINA

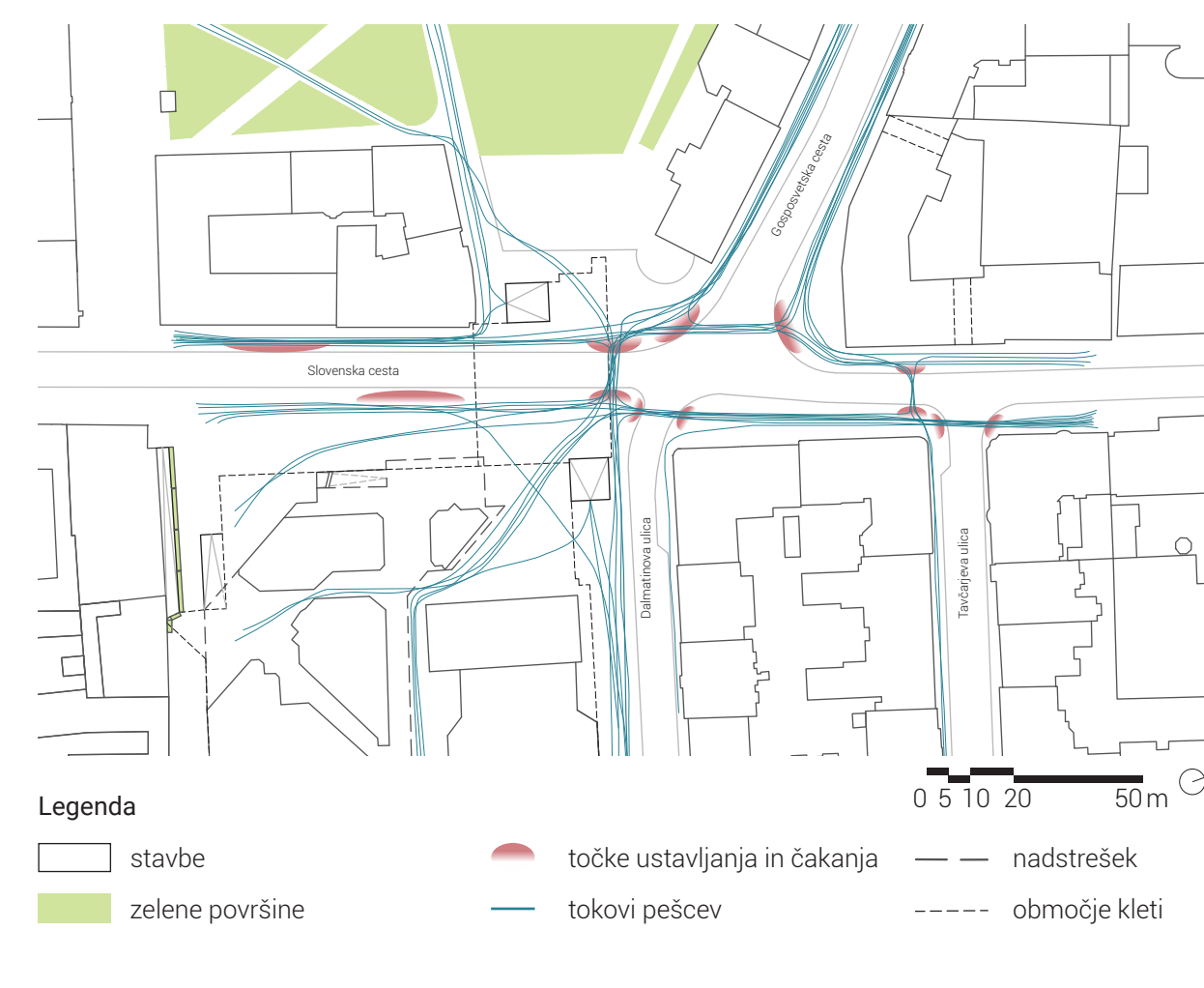


Obraavnano območje se nahaja v mestnem predelu Ajdovščina, ki spada pod četrtno skupnost Center Mestne občine Ljubljana. Območje stoji ob pomembnem križišču, ki povezuje Slovensko cesto z Gosposvetsko cesto na zahodu ter Dalmatinovo ulico na vzhodu. Območje obravnave obsega odprte prostore med zgradbo Metalka, poslovalnico SKB banka ter Parkom slovenske reformacije. V projektne delu naloge sem se osredotočil na to območje in povzel ukrepe iz referenčne raziskave za to lokacijo. Dalmatinova, Gosposvetska in Slovenska ulica so bile nedavno prenovljene. V okviru prenove je bil zasajen nov javorjev drevored na Gosposvetski in Slovenski. Vodoprepustnih površin na tem območju ni, primanjkuje zelenja, vročini pa se je skoraj nemogoče izogniti.

ANALIZA ZELENIH POVRŠIN IN TLAKOV



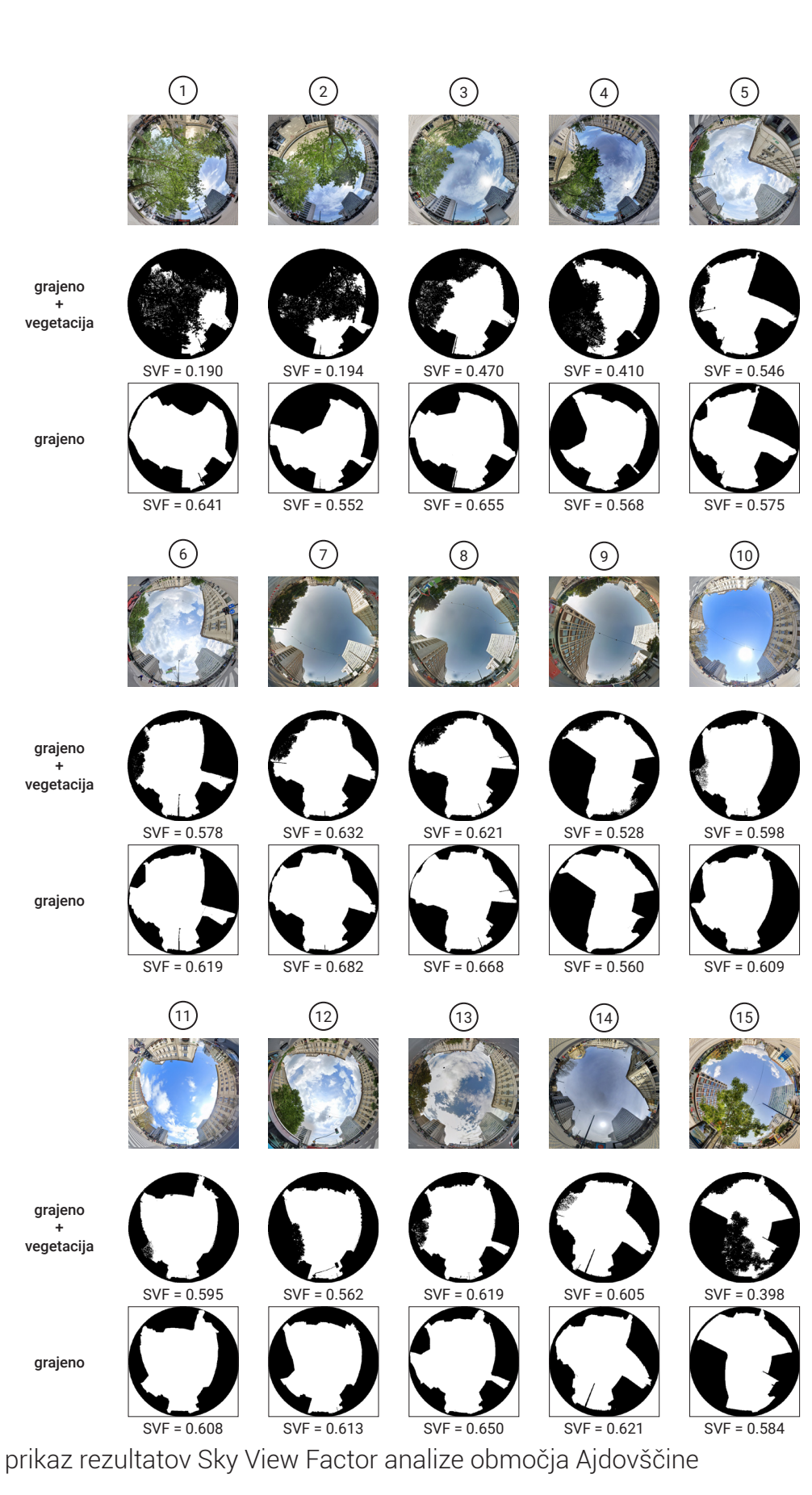
ANALIZA TOKOV UPORABNIKOV JAVNEGA PROSTORA



območje obravnave Slovenske ceste

0 5 10 20 m

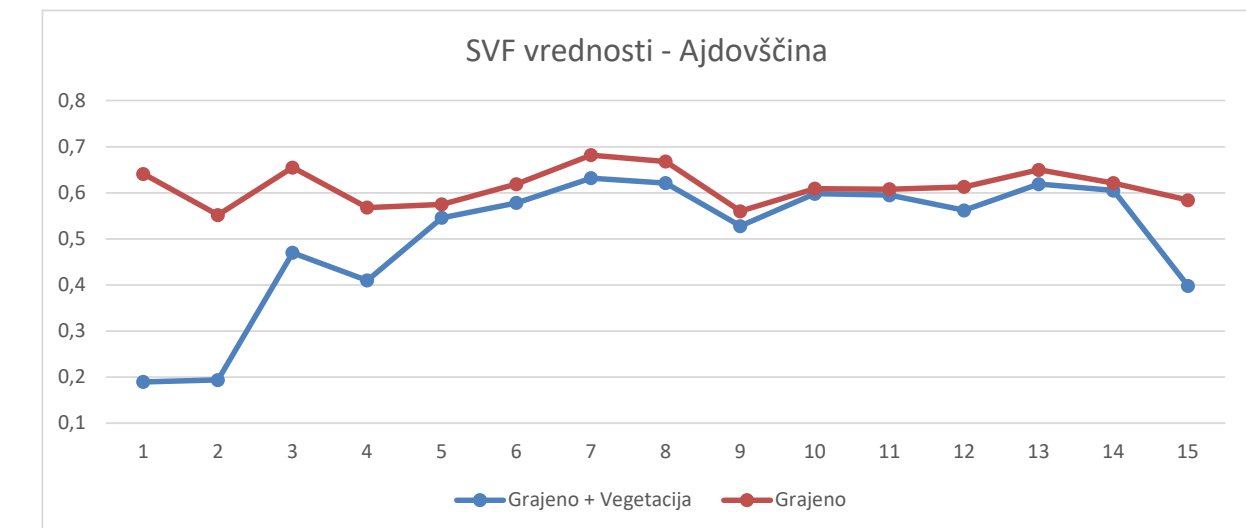
PODROBNA SKY VIEW FACTOR ANALIZA - AJDOVŠČINA



	1	2	3	4	5	6	7	8
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.190	0.194	0.470	0.410	0.546	0.578	0.632	0.621
Vrednost SVF (grajeno)	0.641	0.552	0.655	0.568	0.575	0.619	0.682	0.668

	9	10	11	12	13	14	15
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.528	0.598	0.595	0.562	0.619	0.605	0.398
Vrednost SVF (grajeno)	0.560	0.609	0.608	0.613	0.650	0.621	0.584

tabela vrednosti SVF analize območja Ajdovščina

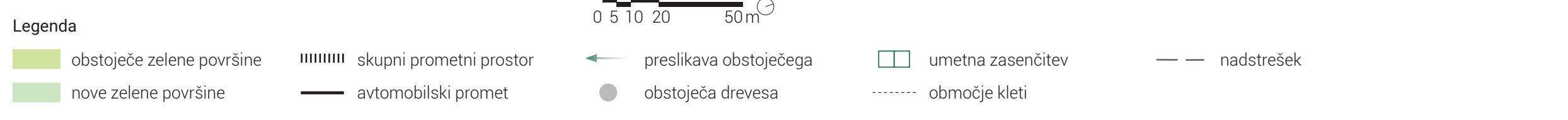


grafični prikaz vrednosti SVF analize območja Ajdovščina

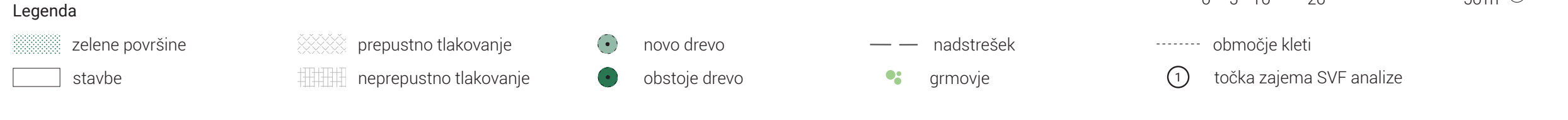
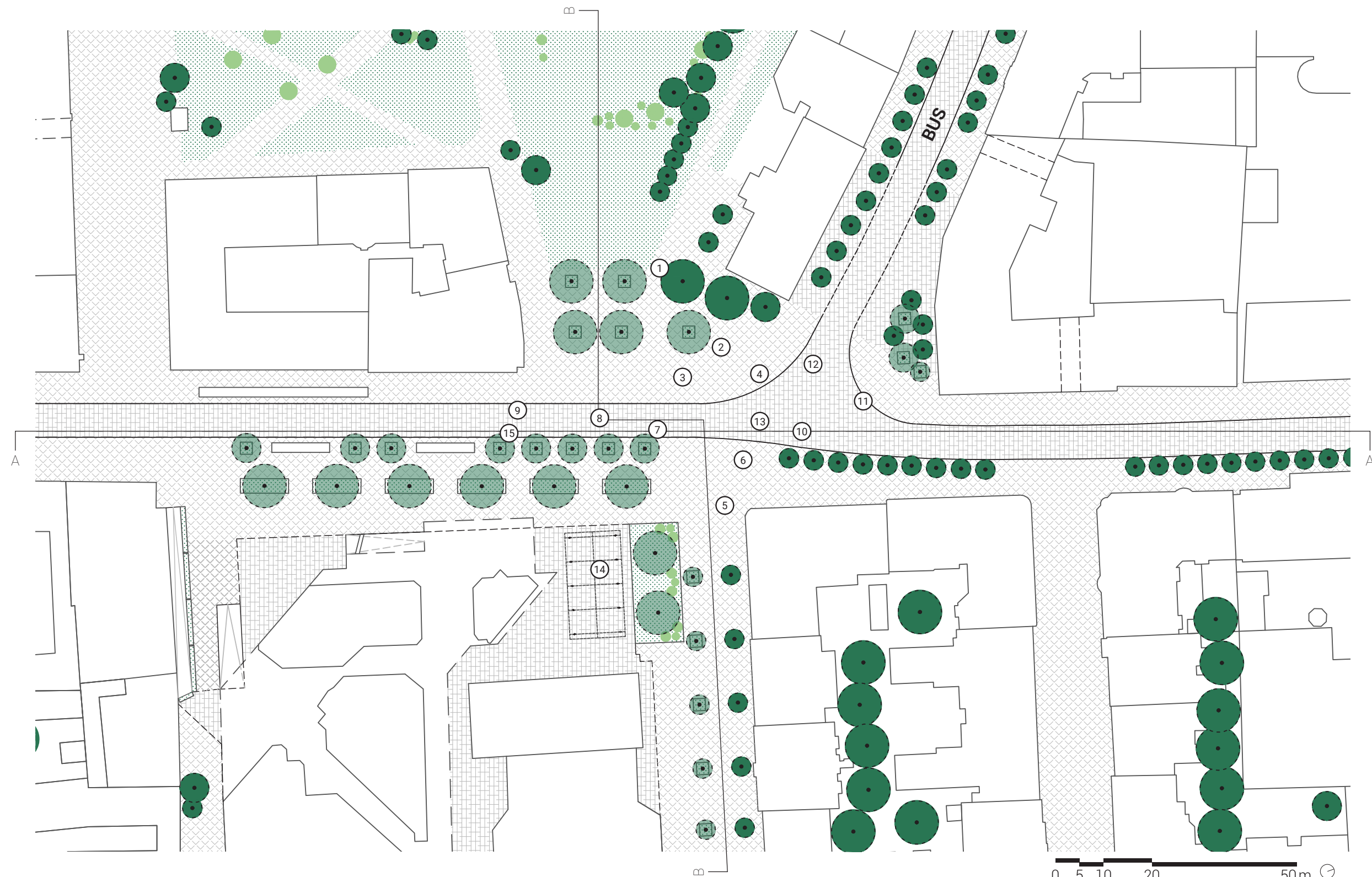
KONCEPT ZASNOVE



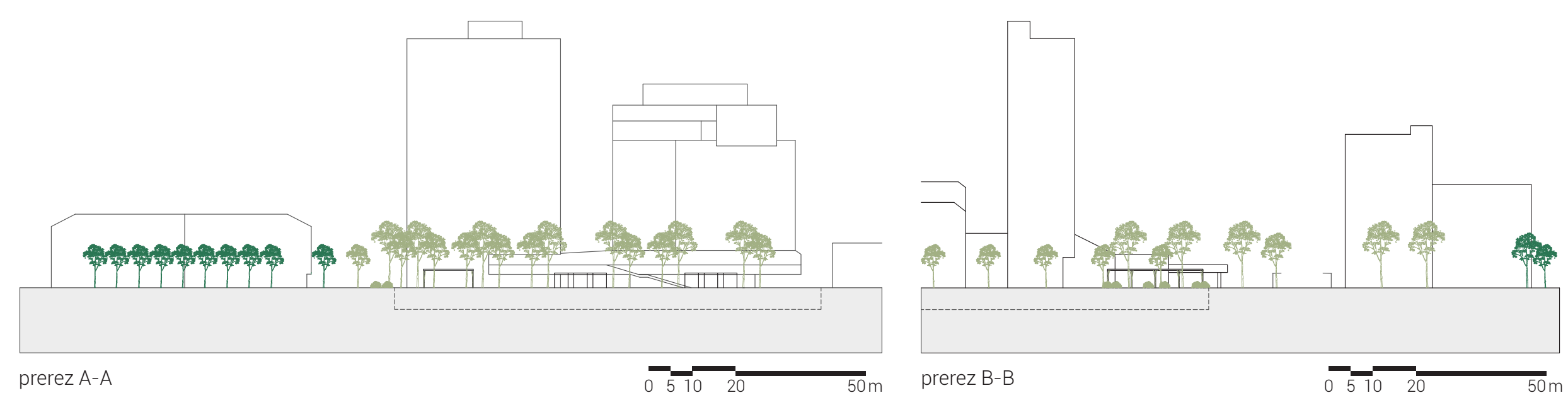
Zasnovne temelji na dodajanju novih zelenih površin na obravnavanem območju ter uvajanju alternativnih rešitev za zasenčitev tam, kjer zasaditev zaradi podhoda ni mogoča. Park slovenske reformacije se podaljša preko obstoječega trga. Na njegovem podaljšku se vzpostavi območje zgoščene drevesne zasaditve (1), ki sega vse do meje Slovenske ceste in se razširi tudi na manjši del obstoječega pločnika, preko Gosposvetske (1). Zaradi uporabe skupnega prometnega prostora na Slovenski cesti podhod ni več potreben, zato ga odstranim. Ob Slovenski cesti, pred poslovalnico SKB banke, se oblikuje zeleni pas dreves (2). Na območju pred objektom Metalka, kjer zasaditev zaradi kleti ni mogoča, se predvidi alternativna zasenčitev v obliki strešnega paviljona (3). Na severni strani Dalmatinove ulice se obstoječa drevesna zasaditev dopolni in preslika še na nasprotno stran ulice, s čimer se vzpostavi drevored (4).



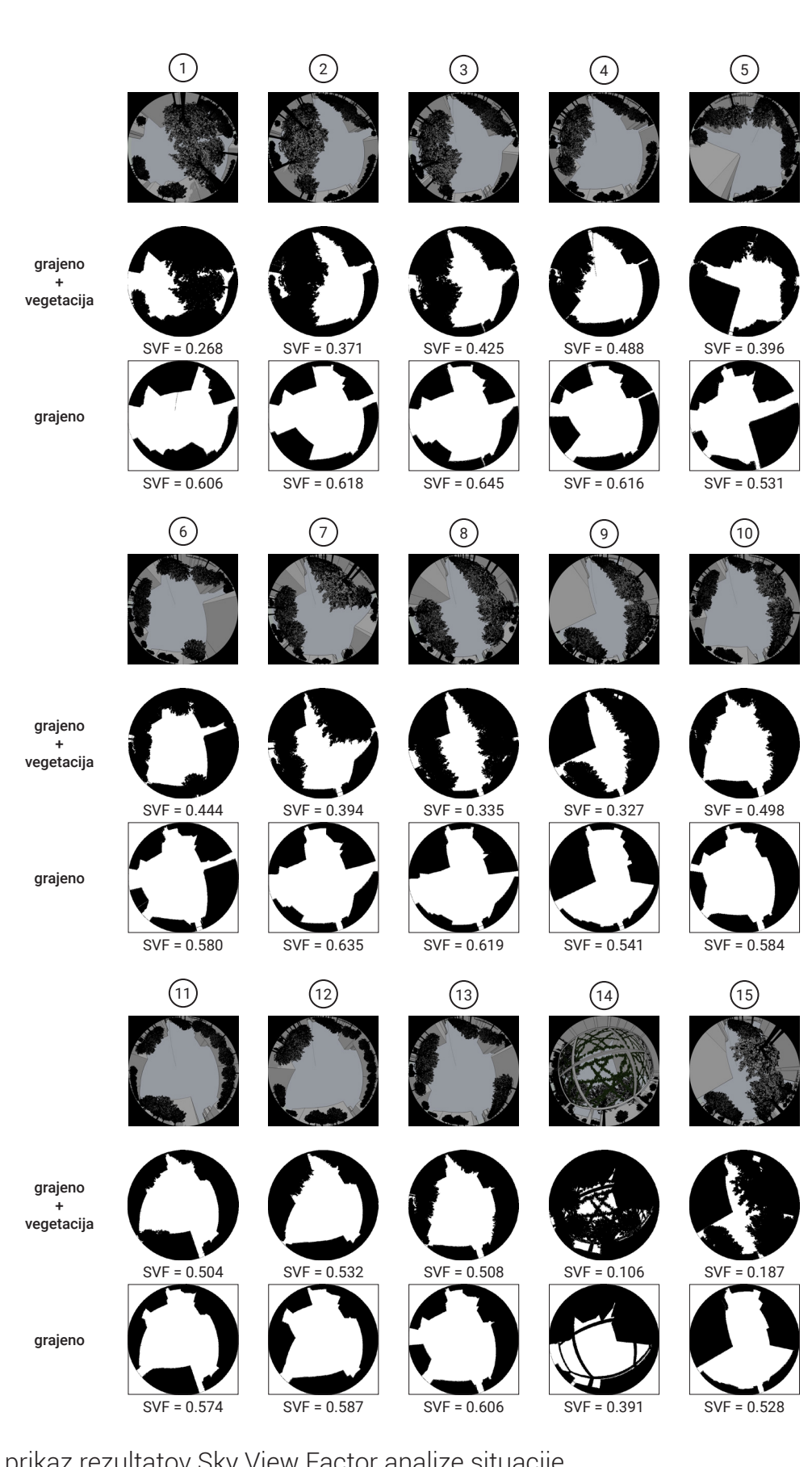
SITUACIJA



PREREZI SITUACIJE



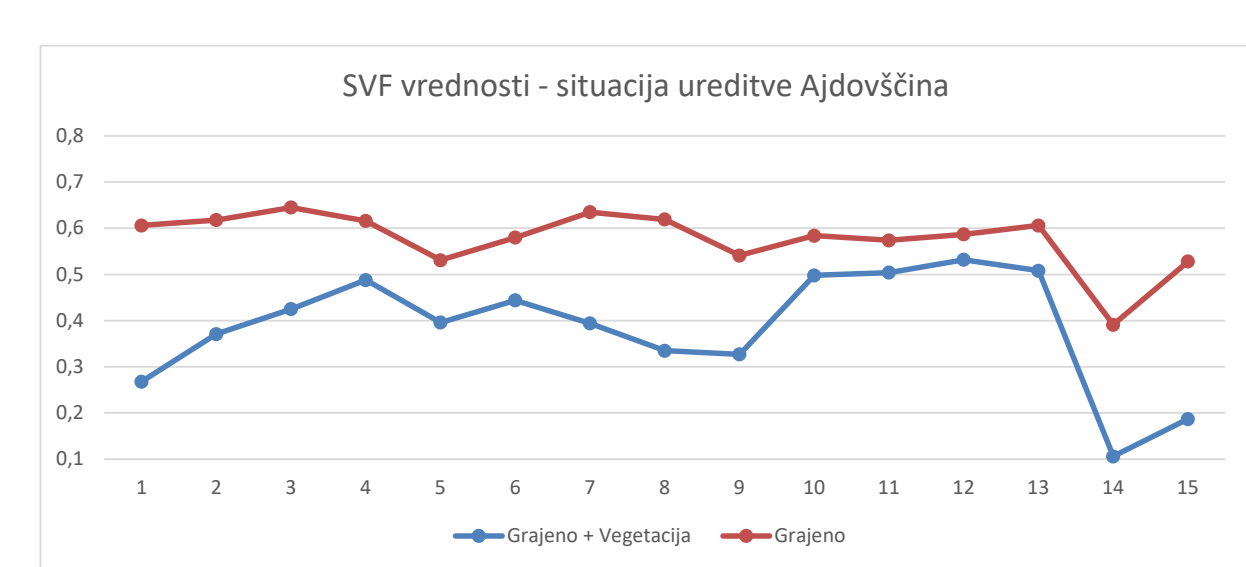
PODROBNA SKY VIEW FACTOR ANALIZA SITUACIJE IN PREVERITEV REZULTATOV



	1	2	3	4	5	6	7	8
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.268	0.371	0.425	0.488	0.396	0.444	0.394	0.335
Vrednost SVF (grajeno)	0.606	0.618	0.645	0.616	0.531	0.580	0.635	0.619

	9	10	11	12	13	14	15
Vrednost SVF (grajeno + vegetacija)	0.327	0.498	0.504	0.532	0.508	0.106	0.187
Vrednost SVF (grajeno)	0.541	0.584	0.574	0.587	0.606	0.391	0.528

tabela vrednosti SVF analize situacije



grafični prikaz vrednosti SVF analize situacije

SVF preveritev predstavljene ureditve je izdelana na podlagi 3D modela obstoječega stanja in 3D modela ureditve, ki jo vzpostavljam na območju Ajdovščina. Pri tem prikazujem razliko odprtosti neba, omejenega z grajenim prostorom, ter odprtosti neba omejenega z grajenim prostorom z dodano vegetacijo, kar utemeljuje posege v prostor. Izpostavljene lokacije podrobne SVF analize obravnavanega območja v poglavju 5.1.5 sem z izboljšavami in rednim preverjanjem SVF vrednosti nadgradil ter se približeval enakomerni razliki zakritosti neba, ki jo odlično prikazuje graf 4. V primerjavi z razlikami grajenega prostora in grajenega prostora z dodano vegetacijo trenutnega stanja sem dosegel povprečno 73,5% prirast razlike zakrivanja neba z vegetacijo, ki prostoru bistveno zmanjšuje akumulacijo toplote.

PANORAMSKA VIZUALIZACIJA

