

## Kauno miesto parkų paviršiaus padengimo nustatymas naudojant NDVI

Audrius Dėdelė, Inesa Kniuitytė, Auksė Miškinytė

Vytauto Didžiojo universitetas

Palydovinių duomenų kokybė ir jų prieinamumas vis gerėja, išrandama naujų technologijų, sukuriamos naujos programinės įrangos. Todėl mokslininkai vis dažniau šias technologijas ir duomenis naudoja savo tyrimuose. Normalizuotas augalijos skirtumo indeksas (NDVI) yra labai plačiai naudojamas bei pritaikomas įvairiose srityse, nes tai yra vienas iš geriausių būdų greitai ir patikimai identifikuoti augalų vegetaciją.

Šio darbo tikslas nustatyti Kauno miesto parkų paviršiaus padengimą naudojant NDVI. Tyrimo buvo analizuoti 15 didžiausių pagal plotą parkų Kauno mieste. Naudotos 2013 metų Landsat 7 palydovo multispektrinės nuotraukos.

Rezultatai parodė, kad Santakos, Neries krantinės, Kovo 11-osios ir Dainavos parkuose didžiąją dalį augalų sudaro krūmai ir žolynai. Spygliuočių medžių didžiausias procentas – Lampėdžių miško (55,05 %), Panemunės (50,02 %), Klebonišio (49,66 %) parkuose, o lapuočių – Ažuolyno (91,69 %), Veršvos (84,52 %), Kauno marių regioniniame (84,25 %) parkuose.

*Satelitiniai vaizdai, normalizuotas skaitmeninis augmenijos indeksas, parkai, paviršiaus padengimas*

### Įvadas

Visame pasaulyje labai daug dėmesio yra skiriama aplinkos ir ekologijos tyrimams. Geografinių informacijų sistemų (GIS) technologijos papildo antžeminius stebėjimus ir yra vis dažniau naudojamos įvairiems tyrimams, dėl jų plataus pritaikymo (Hostetler et al., 2013).

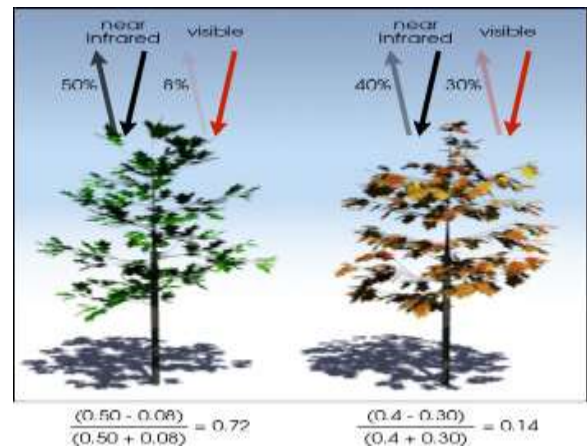
Gyvenamoji aplinka žmogui turi labai didelę įtaką. Šiuo metu daugiau nei 70 % Europos gyventojų gyvena miestuose. Miestų žaliosios zonos atlieka itin svarbias ekosistemų funkcijas (Bowler et al., 2010). Dauguma mokslinių tyrimų rezultatų patvirtino teigiamą miesto žaliųjų erdvių įtaką gyventojų sveikatai. Maas ir bendraautorai (2006) tyrė ryšį tarp žaliųjų erdvių ir sveikatos. Tyrimo dalyvavo 250782 dalyvių. Tyrėjai surinko duomenis apie jų socialinę padėtį ir sveikatos būklę, taip pat buvo apskaičiuotas augalijos procentinis padengimas 1-3 kilometrų spinduliu apie tiriamųjų gyvenamąją vietą. Rezultatai parodė, kad didėjantis žalamos kiekis gyvenamojoje aplinkoje turi teigiamą įtaką bendrai sveikatos būklei. Mokslininkai taip pat padarė išvadą, kad planuojant miestų erdves, turėtų būti skiriamas didesnis dėmesys žaliosioms zonoms. Todėl labai svarbu tirti ir analizuoti miestų aplinkos būklę bei ją gerinti.

Darbo tikslas – nustatyti Kauno miesto parkų paviršiaus padengimą naudojant NDVI (normalizuotas augalijos skirtumo indeksas). NDVI yra vienas iš geriausiai žinomų bei plačiausiai naudojamų palydovinių duomenimis paremtų indeksų. Jį pirmą kartą sausros monitoringo analizei pritaikė Choudhury ir Tucker (1987). Šis indeksas apibūdina augalų vegetacijos tankumą ir „sveikumą“, todėl jis gali būti naudojamas indikuoti žaliąją biomą (Thenkabail et al., 2004; Wang et al., 2004). NDVI skaičiuojamas iš augmenijos regimosios ir netoli infraraudonosios spinduliuotės atspindžių. Sveika augalija sugeria didžiąją dalį regimųjų spindulių ir atspindi didžiąją dalį netoli infraraudonųjų spindulių. Pažeista arba negausi augmenija atspindi daugiau regimosios šviesos ir mažiau infraraudonųjų spindulių (1 pav.). Dauguma tyrėjų naudoja būtent šią NDVI skaičiavimo formulę:

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)}, \quad (1)$$

čia NIR – atspindėtas, netoli infraraudonųjų šviesos spindulių kiekis;

VIS – atspindėtas, regimosios šviesos kiekis.  $I_a$  – derinio bendra šiluminė varža,  $m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$ .



1 pav. Sveiko ir pažeisto augalo regimosios ir netoli infraraudonojo spektro šviesos atspindžių palyginimas (www.earthobservatory.nasa.gov)  
 Fig. 1. The comparison of the visible and near-infrared light reflection by healthy (left) and unhealthy or sparse (right) vegetation (www.earthobservatory.nasa.gov)

NDVI skaičiavimų rezultatai visada yra tam tikrose ribose, kurios svyruoja nuo minus vieno (-1) iki plus vieno (+1). Nulis parodo, kad jokios augalijos nėra, kai tuo tarpu skaičiai esantys netoli +1 (0,8 – 0,9) parodo didžiausią įmanomą augalijos lygį.

### Tyrimų metodika

Tyrimo vieta – antras pagal dydį Lietuvos miestas Kaunas, kurio plotas 157 km<sup>2</sup>. Šis miestas yra vidutinių platumų zonoje, dviejų didžiųjų Lietuvos upių, Neries ir Nemuno, santakoje. Parkai, giraitės, sodai, saugomos ir žemės ūkio paskirties teritorijos užima 83,29 km<sup>2</sup>. Klimatas yra vidutiniškai šiltas ir drėgnas, vidutinis metinis kritulių kiekis yra 630 mm. Kaunas pasižymi didele biologine įvairove.

Darbu naudotos multispektrinio Landsat 7 palydovo nuotraukos. Multispektrinio sensoriaus duomenys yra pateikiami skirtingais sluoksniais (angl. Bands) priklausomai nuo spindulių bangos ilgio. NDVI indeksui

apskaičiuoti buvo naudoti atspindėtas, regimosios šviesos kiekio sluoksnis (Band 3) ir atspindėtas, netoli infraraudonosios šviesos esantis spindulių kiekio sluoksnis (Band 4). Vidutiniai kiekvienos nuotraukos matmenys – 170 km iš šiaurės į vakarus ir 183 km iš pietų į rytus, vienos gardelės matmenys 30 x 30 metrų.

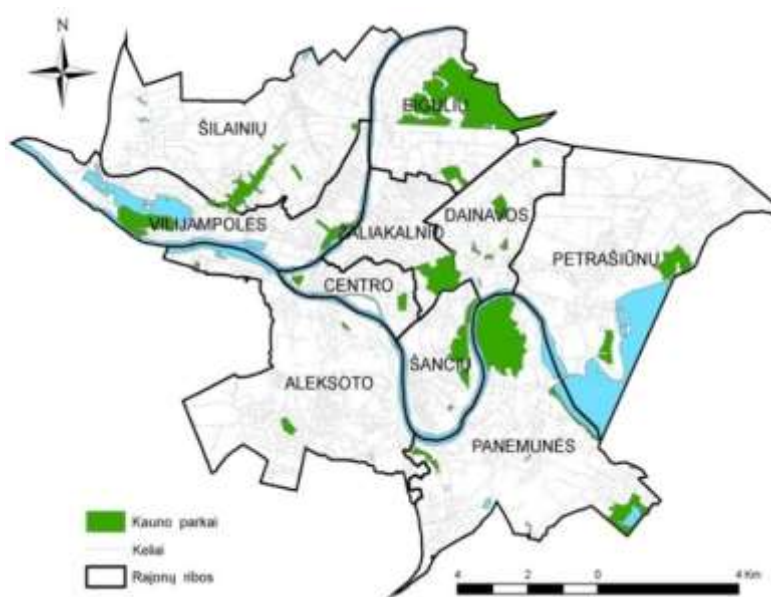
Nuotraukų duomenų bazė: Jungtinių Valstijų geologijos tarnybos (angl. *The United States Geological Survey*, USGS). Darbui buvo naudotos 54,5 platumos ir 23,4 ilgumos koordinatų nuotraukos, kuriose geriausiai matomas Kauno miestas. Tyrimui naudotos 2013 m. žiemos ir vasaros sezonų palydovinės nuotraukos, kuriose vidutinis debesuotumas < 10 %. Analizė buvo atliekama naudojant ArcGIS programinę įrangą. NDVI indeksas buvo nustatytas 15-oje didžiausių Kauno miesto parkų (2 pav.).

Norint palyginti dviejų skirtingų sezonų NDVI vertes, buvo atlikta TOA (angl. *Top of Atmosphere*) korekcija siekiant panaikinti galimus skirtumus darant palydovines nuotraukas, kurie atsiranda dėl šių priežasčių:

- pasiekdami palydovą šviesos spinduliai turi praeiti pro Žemės atmosferoje esančias dujas, skirtingą debesų kiekį, visa tai išsklaido dalį šviesos spindulių;
- nuotraukų darymo metu skiriasi atstumas tarp Žemės ir Saulės;
- taip pat skiriasi kampas tarp palydovo, Žemės bei Saulės.

Atlikus erdvinę sluoksnių analizę, buvo sukurtas vienas miesto parkų sluoksnis, kuriame nustatyti:

- krūmai ir žolynai;
- lapuočiai medžiai;
- spygliuočiai medžiai.



2 pav. Pagrindiniai Kauno miesto parkai  
Fig. 2. The main parks of Kaunas city

## Rezultatai ir jų aptarimas

Buvo atliekama Kauno miesto parkų paviršiaus padengimo analizė. Kauno miesto parkų sudėties duomenys yra pateikiami 1 lentelėje.

Didžiausias pagal plotą – Kleboniščio parkas (348,12 ha), antroje vietoje – Panemunės parkas (213,21 ha), o mažiausias – Gričiupio parkas (2,52 ha). Atitinkamai pagal

parko plotą pasiskirsto ir augalijos padengimas. Didžiausias augalų padengimas yra Kleboniščio (345,78 ha) ir Panemunės (212,22 ha) parkuose, o mažiausias – Gričiupio (2,52 ha) parke.

Didžiausia užstatytos teritorijos (takai, aikštelės, kita infrastruktūra) dalis buvo nustatyta Kleboniščio (2,34 %), Draugystės (0,99 %), Panemunės (0,99 %) ir Neries krantinės (0,81 %) parkuose.

1 lentelė. Kauno miesto parkų sudėties duomenys  
Table 1. Data on the composition of Kaunas city parks

Parko pavadinimas <i>Park name</i>	Parko plotas, ha <i>Park area, ha</i>	Augalai, ha <i>Plants, ha</i>	Užstatymas, ha <i>Park network, ha</i>
Gričiupio	2,52	2,52	0,00
Ažuolyno	76,86	76,41	0,45
Dainavos	3,69	3,51	0,18
Draugystės	16,83	15,84	0,99
Kalnietičių	19,98	19,89	0,09
Kauno marių regioninis	80,01	79,92	0,09
Kleboniščio	348,12	345,78	2,34

Kovo 11-osios	3,33	3,33	0,00
Lampėdžių miško	69,48	69,03	0,45
Neries krantinės	20,70	19,89	0,81
Panemunės	213,21	212,22	0,99
Petrašiūnų	22,32	22,32	0,00
Ramybės	8,10	8,10	0,00
Santakos	5,40	5,31	0,09
Veršvos	68,04	68,04	0,00
Bendras plotas	958,59	952,11	6,48

2 lentelėje pateiktas krūmų ir žolynų, lapuočių ir spygliuočių medžių pasiskirstymas Kauno miesto parkuose. Svarbu paminėti, kad daugumoje parkų didesnę dalį paviršiaus ploto sudaro medžiai. Tačiau rezultatai parodė, kad Santakos (85,00 %), Kovo 11-osios (64,86 %), Neries krantinės (55,65 %) ir Dainavos (51,22 %) parkuose didžiausią dalį augalijos sudarė krūmai ir žolynai.

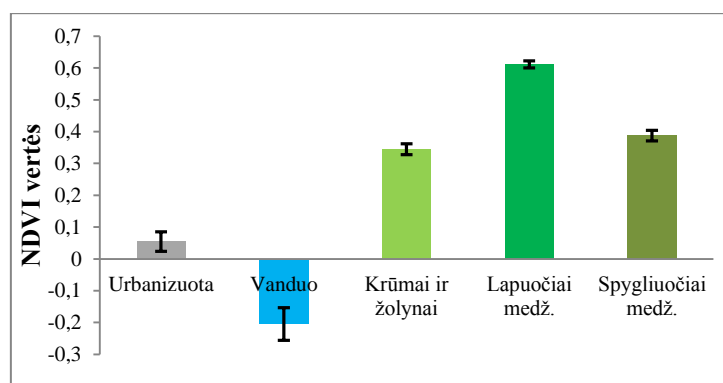
Nagrinėjant Kauno miesto parkų padengimą medžių tipais, nustatyta, kad didžiausia procentinė lapuočių medžių dalis buvo Ažuolyno (91,69 %), Veršvos (84,52 %), Kauno marių regioniniame (84,25 %) ir Petrašiūnų (83,47 %) parkuose. Paviršiaus procentinis padengimas spygliuočiais medžiais didžiausias - Lampėdžių miško (55,05 %), Panemunės (50,02 %) ir Kleboniško (49,66 %) parkuose.

2 lentelė. Augalijos pasiskirstymas Kauno miesto parkuose  
Table 2. Distribution of vegetation in Kaunas city parks

Parko pavadinimas <i>Park name</i>	Krūmai ir žolynai, ha (%) <i>Shrubs and grasslands, ha (%)</i>	Lapuočiai, ha (%) <i>Deciduous Trees, ha (%)</i>	Spygliuočiai, ha (%) <i>Coniferous Trees, ha (%)</i>
Gričiupio	1,26 (50,00)	1,26 (50,00)	0,00 (0,00)
Ažuolyno	5,94 (7,73)	70,47 (91,69)	0,00 (0,00)
Dainavos	1,89 (51,22)	1,62 (43,90)	0,00 (0,00)
Draugystės	5,22 (31,02)	10,62 (63,10)	0,00 (0,00)
Kalniečių	5,94 (29,73)	13,95 (69,82)	0,00 (0,00)
Kauno marių regioninis	6,66 (8,32)	67,41 (84,25)	5,85 (7,31)
Kleboniško	16,20 (4,65)	156,69 (45,01)	172,89 (49,66)
Kovo 11-osios	2,16 (64,86)	1,17 (35,14)	0,00 (0,00)
Lampėdžių miško	4,95 (7,12)	25,83 (37,18)	38,25 (55,05)
Neries krantinės	11,52 (55,65)	8,37 (40,43)	0,00 (0,00)
Panemunės	17,28 (8,10)	88,29 (41,41)	106,65 (50,02)
Petrašiūnų	0,81 (3,63)	18,63 (83,47)	2,88 (12,90)
Ramybės	1,89 (23,33)	6,21 (76,67)	0,00 (0,00)
Santakos	4,59 (85,00)	0,72 (13,33)	0,00 (0,00)
Veršvos	3,42 (5,03)	57,51 (84,52)	7,11 (10,45)

Kauno miesto paviršiaus padengimui buvo nustatytos vidutinės NDVI vertės (3 pav.). Didžiausiu NDVI pasižymi augalija – lapuočiai medžiai. Šiek tiek mažesnes NDVI reikšmės nustatomos spygliuočiams medžiams.

Krūmų ir žolynų NDVI vertės svyruoja tarp 0,3 – 0,4. Urbanizuotos bei vandeniu padengtos teritorijos turėjo mažiausias NDVI vertes.



3 pav. Kauno miesto paviršiaus padengimo NDVI vertės  
Fig. 3. NDVI index values of land surface coverage of parks in Kaunas city

**Išvados**

1. Didžiausias paviršiaus padengimas augalija ir užstatytos teritorijos dalis yra Kleboniškiio parke.
2. Santakos, Kovo 11-osios, Neries krantinės ir Dainavos parkuose didžiausią dalį augalijos sudarė krūmai ir žolynai.
3. Lapuočių medžių didžiausias paviršiaus padengimo procentas buvo Ažuolyno, Veršvos, Kauno marių regioniniame ir Petrašiūnų parkuose.
4. Didžiausia procentinė spygliuočių medžių dalis buvo Lampėdžių miško, Panemunės ir Kleboniškiio parkuose.
5. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad didžiausiu NDVI pasižymi augalija – lapuočiai medžiai, šiek tiek mažesnės NDVI reikšmės yra nustatomos spygliuočiams medžiams.

**Literatūra**

1. BOWLER, D.E., BUYUNG-ALI, L., KNIGHT, T.M., PULLIN, A.S. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 2010, Vol. 97, p. 147–155.
2. CHOUDHURY, B.J., TUCKER, C.J. Monitoring global vegetation using Nimbus-7 37 GHz Data Some empirical relations. *International Journal of Remote Sensing*, 1987, Vol. 8, Iss. 7, p. 1085–1090.
3. MAAS, J., A VERHEIJ, R., GROENEWEGEN, P., DE VRIES, S., SPREEUWENBERG, P. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2006, Vol. 60, p. 587–592.
4. WANG, Y., WOODCOCK, C.E., BUERMANN, W., et al. Evaluation of the MODIS LAI algorithm at a coniferous forest site in Finland. *Remote Sensing of Environment*, 2004, Vol. 91, p. 114–127.
5. HOSTETLER, A. E., ROGAN, J., MARTIN, D., DELAUER, V., AND O'NEIL-DUNNE, J. Characterizing tree canopy loss using multi-source GIS data in Central Massachusetts, USA. *Remote Sensing Letters*, 2013, Vol. 4. Iss. 12, p. 1137–114.

Audrius Dėdelė, Inesa Kniupytė, Aukšė Miškinytė

**The application of NDVI index for estimating land surface coverage of parks in Kaunas****Summary**

Satellite data quality and availability are improving continuously, new technologies and software are being created. Recently scientists use these technologies more often in their research studies. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is widely used in various fields, because it is one of the best ways to quickly and reliably determine the vegetation of plant. The aim of this study was to determine land surface coverage of park in Kaunas city by using NDVI. The study analysed the 15 largest parks in Kaunas city. We used Landsat 7 Satellite multispectral images for 2013.

The results showed that the largest percentage of shrubs and grasslands was determined in Santakos, Neries krantinės, Kovo 11-osios and Dainavos parks. The greatest percentage of conifers was estimated in Lampėdžių forest (55.05 %), Panemunės (50.02 %), Kleboniškiio (49.66 %) parks, while the largest percentage of deciduous trees was in Ažuolyno (91.69 %), Veršvos (84.52 %), and Kauno Marios Regional (84.25 %) parks.

*Satellite data, Normalized Difference Vegetation Index, Parks, Land surface coverage*

*Gauta 2018 m. kovo mėn. 13 d., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.*

**Audrius DĖDELĖ.** Vytauto Didžiojo universiteto, Gamtos mokslų fakulteto, Aplinkotyros katedros docentas, biomedicinos mokslų daktaras. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (+370 37) 32 79 04, El.paštas: [audrius.dedele@vdu.lt](mailto:audrius.dedele@vdu.lt)

**Audrius DĖDELĖ.** Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Sciences, PhD, assoc. prof. Address: Vileikos g. 8, LT-444044, Kaunas. Tel. (+370 37) 32 79 04, E-mail: [audrius.dedele@vdu.lt](mailto:audrius.dedele@vdu.lt)

**Inesa KNIUPTYTĖ** Vytauto Didžiojo universiteto, Gamtos mokslų fakulteto, Aplinkotyros katedros magistrė. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (8-37) 32 79 04, El.paštas: [inesa.kniupyte@vdu.lt](mailto:inesa.kniupyte@vdu.lt)

**Inesa KNIUPTYTĖ** Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Studies Ms student. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (8-37) 32 79 04, E-mail: [inesa.kniupyte@vdu.lt](mailto:inesa.kniupyte@vdu.lt)

**Aukšė MIŠKINYTĖ.** Vytauto Didžiojo universiteto, Gamtos mokslų fakulteto, Aplinkotyros katedros lektorė, biomedicinos mokslų daktarė. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (+370 37) 32 79 04, El.paštas: [aukse.miskinyte@vdu.lt](mailto:aukse.miskinyte@vdu.lt)

**Aukšė MIŠKINYTĖ.** Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Sciences, PhD, lecturer. Address: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (+370 37) 32 79 04, E-mail: [aukse.miskinyte@vdu.lt](mailto:aukse.miskinyte@vdu.lt)