

Civil engineering
Statybos inžinerijaURBANIZUOTOS TERITORIJOS VYSTYMO KONCEPCIJŲ
DAUGIAKRITERĖ ANALIZĖViktorija VITKAUSKIENĖ **Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2022 m. gegužės 3 d.; priimta 2023 m. sausio 9 d.

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama tvari plėtra ir jos elementų vertinimas daugiakriteriais sprendimų priėmimo metodais – DSPM (angl. *Multi Criteria Decision Making*, MCDM). Tyrimo objektu pasirinkta teritorijos, esančios Pilaiteš mi-krorajone, Vilniaus mieste, vystymo koncepcijų analizė. Parengiamos trys teritorijos vystymo koncepcijos, kurios vertina-mos pagal tris rodiklių grupes, kurių kiekvieną sudaro 4–5 rodikliai. Nagrinėjamos rodiklių grupės pasirinktos remiantis tvarios plėtros socialine, ekonomine ir aplinkosaugos dimensijomis. Teritorijos vystymo koncepcijai vertinti pasirinktas suminis santykių įvertinimo ARAS (angl. *Additive Ratio Assessment*) metodas.

Reikšminiai žodžiai: tvari plėtra, urbanizuota teritorija, teritorijos sutvarkymas, daugiakriterė analizė, ARAS.

Įvadas

Urbanizacija yra gyventojų ir jų veiklos koncentracijos procesas nuo pat miesto atsiradimo laikų. Miestų ir miestelių, arba tiesiog urbanizuotų gyvenamųjų vietovių, plėtra yra daugialypis reiškinys, apimantis įvairias urbanistinės sistemos dalis. Miestų sistemos kūrimas tarnauja žmogui, tačiau, siekiant išlaikyti tvarią aplinką, stiprią visuomenę, aukštus ekonominius rodiklius, privaloma miestus planuoti tvarios plėtros kontekste. Greitas kaimo gyventojų antplūdis į miesto vietas neišvengiamai sukelia daugybę iššūkių miestams, į kuriuos jie keliai. Dėl to kyla įvairių miesto problemų, tokių kaip transporto spūstys, būsto trūkumas, didelės būsto kainos, perpildytos gatvės, pablogėjusi ekosistema, oro ir vandens tarša, didėjantis atliekų šalinimo poreikis, socialiniai konfliktai, poliarizuotas turto pasiskirstymas ir bendruomenės atskyrimas (Wei et al., 2015).

Įprastai planuojant naujas ar tvarkant esamas urbanizuotas teritorijas, siūlomi keli plėtros variantai. Norint priimti tinkamą sprendimą, svarbu galimas vystymo koncepcijas įvertinti. Tokį vertinimą atlieka miesto planotojai (specialistai) kartu su visuomene – teritorijos naudotojais. Kadangi šiandienėje visuomenėje bet kokia miesto plėtra siejama su tvaria statyba, vertinant naujus projektus labai svarbu daug dėmesio skirti tvarumo aspektams. Tačiau, tyrimo tikslas – taikant daugiakriterių sprendimų priėmimo metodą, įvertinti urbanizuotos teritorijos vystymo

koncepcijų tinkamumą pagal tris rodiklių grupes, sudarytas remiantis tvarios plėtros dimensijomis. Šiam tikslui pasiekti apžvelgiama su straipsnio tema susijusi literatūra, parenkamas ir analizuojamas tyrimo objektas, nustatomos pagrindinės esamos būklės problemos. Problemoms spręsti siūlomos teritorijos vystymo koncepcijos, atliekama koncepcijų analizė pagal atskirus rodiklių segmentus ir sprendžiamas bendrasis uždavinys. Skirtingoms koncepcijoms vertinti siūloma taikyti daugiakriterių sprendimų priėmimo metodą ARAS.

1. Literatūros apžvalga

Urbanizacijos procesas skatinamas plečiant, atnaujinant ir apstatant miestų teritorijas. Nuolatinė teritorijų plėtra, tvarkymas ir nauja statyba pakeitė miestų kraštovaizdį visame pasaulyje. Plėtros ir pertvarkymo projektai susimaišė su nekilnojamojo turto statyba ir tapo neatsiejama jos dalimi. Miestų erdvinė plėtra yra esminis teritorijų planavimo ir miestų valdymo klausimas, galiausiai lemiantis miestų tvarumą. Nors erdviųjų strategijų rinkinys, skirtas miestų plėtrai, laipsniškai įgyja tarptautinį sutarimą, jų faktinis taikymas vis dar ginčijamas. Įvairių teritorijų apstatymo ir vystymo praktiką rodo Europos Sąjunga (ES), kurioje bendros erdvinės strategijos aptariamos jau nuo 1993 m. (Cortinovis et al., 2019).

*Autorius susirašinėti. El. paštas viktorija.sakavickaite@gmail.com

Teritorijų plėtra, tvarkymas, atnaujinimas ir naujas užstatymas grindžiamas tvarios statybos principais. Tvarus sprendimų priėmimas civilinės inžinerijos, statybos ir statybos technologijų srityse gali būti paremtas fundamentaliais mokslo pasiekimais ir kelių kriterijų sprendimų priėmimo teorijomis (Zavadskas et al., 2018). Projektuojant ir statant inžinerinius statinius ir pastatus taikomi teoriniai metodai, pagrįsti fundamentiniais mokslais, tokiais kaip matematika, fizika ir chemija. Tvarumas iš esmės yra ilgalaikis procesas, užtikrinantis nuolatinį tobulėjimą, atsižvelgiant į trigubą pagrindą (t. y. ekonominį teisingumą, aplinkos išsaugojimą ir socialinį teisingumą) (United Nations, 1987). Todėl statybos projektų valdymo tvarumas dažnai laikomas didžiausiu iššūkiu, su kuriuo susiduria visos į projektus orientuotos organizacijos. Pažymėtina, kad tyrimai, nagrinėjantys nekilnojamojo turto projektų tvarumo problemas, yra nauji ir konceptualūs. Tai rodo, kad reikia daug papildomo darbo, norint apsvarstyti, kaip tvarumas gali būti praktiškai įgyvendintas ne tik statybos procese, bet ir projekto valdymo srityje (Dobrovolskienė et al., 2019).

Tvarumas yra holistinė sąvoka, apimanti reikšmingus ir gyvybiškai svarbius aspektus, iš kurių svarbiausi yra žmogaus, aplinkos ir socialiniai klausimai. Tvarumas yra sistemos tipas, kuris toliau vystosi, kad būtų sukurta tvari architektūra su aplinka. Vadinasi, ši sistema su savo daugiaspektėmis koncepcijomis gali sukurti didesnę ryšį tarp žmonių gerovės, aplinkosaugos aspektų, technologinių galimybių ir pačios gamtos, o tai yra esminis tvarios ateities veiksnys (Alnaser et al., 2008).

Tvarus statybos projektavimas kartu su statybų procesų valdymu yra sudėtinga problema, kurią reikia išspręsti dėl daugelio suinteresuotųjų šalių prieštaringo požiūrio, apimančio iš esmės prieštarigus kriterijus (Sánchez-Garrido et al., 2022). Literatūros apžvalga atskleidė, kad yra daugybė įprastų ir naujų daugiakriterio sprendimų priėmimo metodų, sukurtų įvertinti įvairiapuses galimybes, įskaitant tvarumo strategijas (Zavadskas et al., 2016).

Pastaraisiais metais išaugo daugiakriterių sprendimų priėmimo metodų (DSPM) taikymo beveik visuose statybos procesuose bumas. Klasikiniai metodai statybose buvo taikomi infrastruktūros planavimo (Salas & Yepes, 2020), visuomeninių pastatų priežiūros (Ighravwe & Oke, 2019), gyvenamųjų pastatų konstrukcijų (Sánchez-Garrido et al., 2021) ar medžiagų, tokių kaip perdirbtas betonas (Rashid et al., 2020), tvarumui įvertinti. Analizuojant su straipsnio tema susijusią literatūrą, matyti, kad nuolat kuriami nauji hibridiniai DSPM metodai, skirti plėtos problemoms spręsti, prisitaikant prie nuolat kintančios ir sudėtingos statybų aplinkos. Taip pat buvo sukurti modeliai, kuriuose sprendimus priimančias asmenys galėtų apibūdinti problemas naudodami tikslus ir skirtingus modelius. Medineckienė et al. (2010) naudojo integruotą modelį, pagrįstą AHP ir SAW-G (SAW su pilkaisiais skaičiais) metodais, tirdami tvarią statybą, atsižvelgdami į blokinio gyvenamojo namo gyvavimo ciklo poveikį aplinkai bei jo finansines ir socialines sąlygas.

Vėliau Turskis et al. (2015) statybvietės parinkimui įvertinti pristatė hibridinį modelį, pagrįstą AHP ir WASPAS vertinimo metodais.

Nėra konkretaus daugiakriterio sprendimų priėmimo modelio, kuris išspręstų visas problemas, su kuriomis susiduriama statybų pramonėje. Reikalavimai, standartai ir tikslai priklauso nuo įvairiausių charakteristikų, tokių kaip statybvietės vietos, medžiagos ir konstrukciniai elementai (Zavadskas et al., 2013), naudojamos technologijos (Ruzgys et al., 2014), taip pat suinteresuotųjų šalių tikslai (Zavadskas et al., 2018).

Įgyvendinant naujus tvarios miestų plėtros projektus, reikia tinkamai įvertinti visus galimus variantus ir alternatyvas bei priimti atsakingus sprendimus. Evangelos Triantaphyllou (2000) teigimu, sprendimų priėmimas yra procesas, kurio metu nustatomas ir parenkamas geriausias variantas iš pateiktų alternatyvų, kurioms būdingi tie patys kriterijai. Pasirinkti tinkamiausią alternatyvą sprendimo priėmėjui padeda daugiakriteriai sprendimų priėmimo metodai. Kadangi sprendimo priėmimo daugiakriteriu metodu procese alternatyvos vertinamos keliais kriterijais, privaloma nustatyti santykinę šių kriterijų svarbą. Kriterijų svorio nustatymas gali pagerinti sprendimų priėmimo patikimumą ir tikslumą. Problemoms spręsti yra keletas svorio skaičiavimo metodų, taikomų DSPM metodams. Kelių kriterijų sprendimų priėmimas arba daugiakriterių sprendimų analizė yra operacijų tyrimo subdisciplina, kurioje aiškiai įvertinami keli prieštaringi kriterijai priimančiam sprendimui. Be kitų privalumų, DSPM leidžia įvertinti grupės nuomonių suderinamumą ir patikimumą; yra hierarchinių sprendimų struktūrizavimas ir sintezė; yra subjektyvus kelių kriterijų svoris (Dobrovolskienė et al., 2019).

MacCrimmon (1968) pristatė paprastų svorių sudėjimo (SAW) metodą, kuris yra plačiausiai taikomas daugiakriterių sprendimų priėmimo problemoms spręsti, tačiau jis apsiriboja maksimizuojamais ir teigiamais apibrėžtais kriterijais, o minimizuojami kriterijai turi būti konvertuojami į maksimalius. Kompleksinio proporcingumo įvertinimo metodas (COPRAS) yra ankstesnio metodo, kurį sukūrė Zavadskas et al. (1994), patobulinimas. Atstumo idealiajam taškui (TOPSIS) metodą pasiūlė Hwang ir Yoon (1981). Šis metodas yra pirmasis ir plačiausiai taikomas metodas DSPM problemoms spręsti, vertinant pastatų ir konstrukcijų tvarumą. Eckenrode (1965) naudojo ir palygino šešis skirtingus metodus, neradęs reikšmingo skirtumo tarp jų. Vėliau Saaty (1977) pristatė gerai žinomą AHP (angl. *Analytic Hierarchy Process*) metodą, po metų pristatė ANP (angl. *Analytic Network Process*) metodą kaip ankstesnio metodo patobulinimą, leidžiantį taikyti abipusiškai priklausomus metodus. Galiausiai Turskis et al. (2019) pristatė metodą, apimančią išplėstus Delphi ir Eckenrode kriterijų reitingavimo metodus. Daugiakriteriam vertinimui taip pat taikomas CoCoSo metodas (kombinuoto kompromisinio sprendimo metodas), kurį pristatė Yazdani et al. (2018), Sánchez-Garrido et al. (2022).

Taigi, daugiau nei 50 metų mokslininkai kūrė ir pristatė daugybę subjektyvių kriterijų svorio nustatymo ir daugiakriterio vertinimo metodų, kurie nuolat taikomi ir tobulinami. Pastaraisiais metais DSPM buvo plačiai taikomi tiriant įvairius statybos procesus, pradedant projektavimu ir aplinkos vertinimu, aprėpiant ne tik konstrukcinius sprendinius, bet ir medžiagiškumą ar naudojamus įrenginius. Apžvelgiant gerą daugiakriterio sprendinių priėmimo metodologijos praktiką, galima teigti, kad daugiakriterių vertinimo metodų gausa leidžia pasirinkti dažniausiai praktikuojamą ir tinkamiausią metodą (metodus), kurio taikymas palengvina sprendimų priėmimą įvairiuose statybos procesuose.

2. Teoriniai tyrimai (metodika)

Staipsnyje analizuojamas urbanizuotos teritorijos trijų vystymo koncepcijų daugiakriteris vertinimas. Šiame skyriuje pateikiama vertinimo metodologija, apžvelgiami taikomi daugiakriterio vertinimo metodai. Teritorijos esamos būklės apžvalga, vystymo koncepcijos ir praktinis metodų taikymas aprašomi trečiame skyriuje.

2.1. Daugiakriterio vertinimo metodika

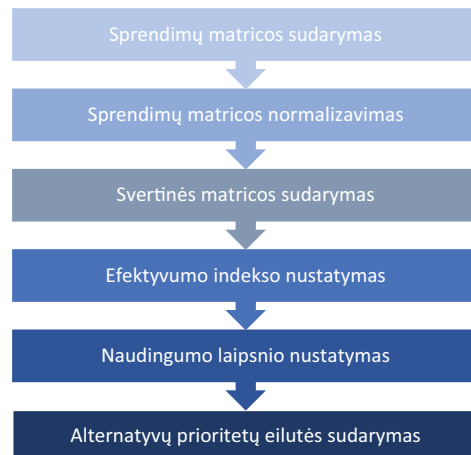
Daugiakriterės sprendimų paramos (angl. *Multiple Criteria Decision Support*) teorija ir metodai padeda priimti sprendimus įvertinant keletą arba daugiau kriterijų, dažniausiai vienas kitam prieštaraujančių. Pasirinkimo problemų yra labai įvairių, tačiau visi daugiakriterio vertinimo uždaviniai turi keletą bendrų bruožų (Hwang & Yoon, 1981; Xu & Yang, 2001): problemos turi keletą rodiklių; vertinimo kriterijai dažniausiai prieštarauja vieni kitiems; vertinimo rodikliai turi skirtingus matavimo vienetus. Šių problemų sprendimo rezultatas – sukurta geriausia alternatyva arba išrinkta viena iš numatytų baigtinio skaičiaus alternatyvų. Daugiakriterio vertinimo uždaviniai sprendžiami remiantis 1 paveiksle pateikta schema.



1 paveikslas. Daugiakriterio vertinimo schema
Figure 1. Multi-criteria evaluation scheme

2.2. Daugiakriterių sprendimų priėmimas taikant ARAS metodą

ARAS (angl. *Additional Ratio Assessment*) – santykių sumavimo metodas, kurio taikymo tikslas – iš daugelio alternatyvų išrinkti geriausią (artimiausią optimaliai alternatyvai). Metodas kilo iš 2010 m. VGTU mokslininkų E. K. Zavadsko ir A. Kaklauskio 1996 metais sukurto daugiakriterio vertinimo metodo COPRAS. ARAS laikomas paprastu, bet veiksmingu metodu daugiakriterių grupinių sprendimų priėmimo metodikos problemoms spręsti pagal normalizuotų ir svertinių kriterijų balų sumos santykį, apibūdinantį, kaip gerai veikia nagrinėjama alternatyva, ir normalizuotų bei svertinių kriterijų verčių sumą, kuri parodo optimalių alternatyvų rezultatų balus (Zavadskas & Turskis, 2010). ARAS metodo algoritmas pateikiamas 2 paveiksle.



2 paveikslas. ARAS metodo algoritmas
Figure 2. ARAS method algorithm

1 žingsnis. Sprendimo matricos sukūrimas ir optimalaus kiekvieno kriterijaus įverčio nustatymas. Sudarant sprendimų matricą:

- išskiriamos alternatyvos;
- parenkami kokybiniai ir kiekybiniai kriterijai, pagal kuriuos bus atliekamas alternatyvų vertinimas;
- nustatomos kriterijų reikšmės.

Sprendimo priėmimo matrica sudaroma pagal 1 formulę:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

čia n – alternatyvų skaičius; m – kriterijų skaičius. Formuojant sprendimų priėmimo matricą pagal ARAS metodą reikia nustatyti optimalios alternatyvos kriterijų reikšmes. Optimali alternatyva – dirbtinai sukurta alternatyva, kurios reikšmės geriausiai tenkina poreikius. Formuojant šią matricą būtina nustatyti, kurie kriterijai maksimizuojami, o kurie minimizuojami. Maksimizuojamas tas

kriterijus, kurio didesnė reikšmė yra geresnė, o minimizuojamas tas, kurio mažesnė reikšmė yra geresnė.

2 žingsnis. Sprendimų matricos transformavimas siekiant, kad visi kriterijai būtų maksimizuojami. Kriterijai maksimizuojami taikant 2 formulę:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

3 žingsnis. Sprendimų matricos normalizavimas. Normalizavimo tikslas – iš dimensijas (matavimo vienetus) turinčių dydžių gauti bedimensius dydžius, jis atliekamas pagal 3 formulę:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

4 žingsnis. Svertinės matricos sudarymas. Sudarant svertinę matricą, kiekvienas normalizuotos matricos elementas dauginamas iš atitinkamo kriterijaus reikšmingumo (žr. 4 formulę):

$$\widehat{x}_{ij} = \overline{x}_{ij} \times q_i; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (4)$$

5 žingsnis. Efektyvumo indekso nustatymas. Bendras alternatyvos efektyvumo indeksas yra kiekvienos alternatyvos svertinės reikšmės suma, jis apskaičiuojamas pagal 5 formulę:

$$R_j = \sum_{i=1}^m \widehat{x}_{ij}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (5)$$

6 žingsnis. Naudingumo laipsnio nustatymas. Nustatant naudingumo laipsnį sužinoma, kiek kiekviena alternatyva yra nutolusi nuo optimalios alternatyvos, kitaip tariant, nustatomas suinteresuotų grupių poreikių tenkinimas. Naudingumo laipsnis apskaičiuojamas pagal 6 formulę:

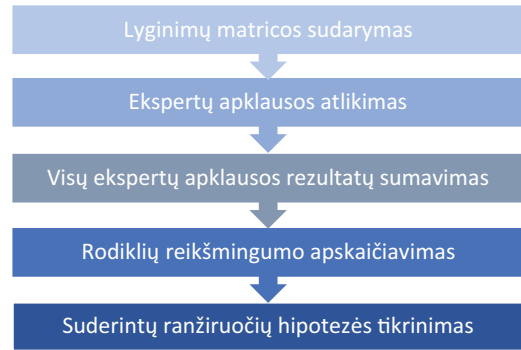
$$N_j^* = \frac{R_j}{R_0} \times 100 \%. \quad (6)$$

7 žingsnis. Pateikiama prioritetų eilutė ir išvados. Geriausia alternatyva yra ta, kuri suinteresuotų grupių poreikius tenkina didžiausiu procentiniu punktu.

2.3. Rodiklių reikšmingumo nustatymas

Rodiklių reikšmingumo nustatymas yra etapas, kurio metu skaičiuojamas rodiklių svoris. Rodiklių reikšmėms ir reikšmingumams nustatyti yra pateikta ir aprašyta daugybė įvairių kiekybinių ir kokybinių metodų. Darbe rodiklių santykinis reikšmingumas nustatomas taikant ekspertinių įverčių metodą, kurio eiga pateikiama 3 paveiksle.

1 žingsnis. Sudaroma lyginimų matrica, kurioje naudojamos diskretinių (1, 2, ...) arba realiųjų skaičių (25/100, 38/100, ...) skalės. Rodiklių reikšmingumus galima apibrėžti 10 balų skale nuo 1 iki 10, kurioje svarbiausias rodiklis įgyja 10 balų reikšmę (gali būti ir keli svarbiausieji rodikliai). Visi kiti rodikliai lyginami su svarbiausiuoju. Pavyzdžiui, jei rodiklis šiek tiek mažiau svarbesnis už svarbiausiąjį, jis įgyja 8 balų reikšmę ir pan. Vertinimo skalė



3 paveikslas. Rodiklių santykinų reikšmingumų nustatymo eiga

Figure 3. The process of determining the relative importance of indicators

pasirenkama priklausomai nuo to, kiek kartų norima, kad mažiausiai svarbus rodiklis skirtųsi nuo svarbiausio.

2 žingsnis. Atliekama ekspertų apklausa. Ekspertų skaičius pasirenkamas priklausomai nuo rodiklių skaičiaus, tačiau ekspertų turi būti bent vienu daugiau, nei yra rodiklių. Pavyzdžiui, vertinami 4 rodikliai, jiems vertinti pasirenkami 5 ar daugiau ekspertų. Ekspertinę apklausą galima atlikti įvairiais būdais (internetu, siunčiant apklausą ar jos nuorodą el. paštu, apklausiant ekspertus gyvai) pateikiant vertinimo lentelę.

3 žingsnis. Visų ekspertų apklausos rezultatų sumavimas. Šiame etape sudedami visų ekspertų vertinimo balai, kiekvienam rodikliui atskirai (žr. 7 formulę):

$$\sum_{k=1}^r t_{ik}. \quad (7)$$

4 žingsnis. Rodiklių reikšmingumų skaičiavimas. Atlikus ekspertų apklausą, gauti t_{ik} vertinimų rinkiniai apdorojami statistiškai. Vidutinė rodiklio įvertinimo reikšmė nustatoma pagal 8 formulę:

$$\bar{t}_i = \frac{\sum_{k=1}^r t_{ik}}{r}, \quad (8)$$

čia t_{ik} – k eksperto atliktas i rodiklio įvertinimas; r – ekspertų skaičius. Kiekvieno rodiklio reikšmingumas q_i apskaičiuojamas pagal 9 formulę:

$$q_i = \frac{\bar{t}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{t}_i}. \quad (9)$$

5 žingsnis. Konkordancijos koeficiento ir jo reikšmingumo nustatymas. Jei nėra susijusių rangų, konkordancijos koeficientą galima nustatyti pagal 10 formulę:

$$W = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}, \quad (10)$$

čia S – kiekvieno rodiklio įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma; t_{ik} – k eksperto atliktas i rodiklio įvertinimas; r – ekspertų skaičius; n – vertinamų rodiklių skaičius. Konkordancijos koeficientas lygus 1, jei visos ekspertų ranžiruotės vienodos; lygus 0, jei visos ranžiruotės skirtingos, t. y. visiškai nesutampa. Konkordancijos koeficiento reikšmingumas nustatomas pagal 11 formulę:

$$\chi^2 = \frac{12S}{r \times n \times (n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k} \quad (11)$$

Jei pagal formulę apskaičiuota χ^2 reikšmė didesnė už χ_{lent}^2 pagal lentelę, priklausomai nuo laisvės laipsnių skaičiaus bei priimto reikšmingumo lygio ekspertų suderintų ranžiruočių hipotezė priimama. Jei $\chi^2 < \chi_{lent}^2$ tariama, kad ekspertų nuomonės nesuderintos.

3. Eksperimentiniai tyrimai

3.1. Užstatytos aplinkos esamos situacijos apžvalga

Nagrinėjama teritorija yra vakarinėje Vilniaus miesto dalyje, apribotoje Vakarinio aplinkkelio ir Pilaitės prospekto. Aplink šią teritoriją išsikūrę daug administracinės, kultūrinės paskirties, prekybos ir paslaugų teikimo įmonių, kurios yra miestiečių traukos objektai. Šios teritorijos plotas yra apie 25 ha.

Nagrinėjamą teritoriją ribojantis Vilniaus Vakarinis aplinkkelis, Pilaitės prospektas ir Smalinės gatvė yra pagrindinės teritoriją supančios ir į ją patekti galimybę suteikiančios gatvės. Nagrinėjamoje teritorijoje esančios ir ją supančios gatvės turi gana gerą asfalto dangą, važiuojamojoje dalyje nėra jokių duobių, įgriuvų ar kitų kliūčių, trukdančių automobilių eismui.

Dauguma šaligatvių, esančių aplink nagrinėjamą teritoriją, yra naujai įrengti, sutvarkyti ir pritaikyti neįgaliesiems, tačiau pačioje teritorijoje šaligatviai neįrengti. Čia žmonės turi eiti važiuojamąja gatvės dalimi, taip jie rizikuoja savo saugumu. Pėsčiųjų takų nagrinėjamoje teritorijoje beveik nėra. Esamų takų dangos būklė labai prasta, vietomis plytelės ištrupėjusios, susidariusios daubos ir plyšiai, kurie apaugę žole. Teritorijoje yra nemažai išvaikščiotų neįrengtų pėsčiųjų takų, kuriuos žmonės pasirenka kaip trumpesnę kelio atstumą.

Analizuojamoje teritorijoje želdinių įvairovė labai didelė. Visoje planuojamoje teritorijoje yra labai mažai želdynų, kurie būtų sudaryti iš tos pačios rūšies medžių ar krūmų, neretai medžių grupėje visi medžiai skirtingi. Tokia medžių įvairovė vienoje vietoje nesuteikia gero estetinio vaizdo – medžiai susodinti padrikai, nekomponuojant. Neprižiūrėti želdynai blogina gyvenamąją aplinką ir estetinį vaizdą. Planuojamoje teritorijoje žaliosios zonos nėra tinkamai sutvarkytos ir paruoštos lankymui. Gamtinės aplinkos patrauklumą mažina nepakankamas dėmesys teritorijos sutvarkymui – teritorija apaugusi negenėtais medžiais ir krūmais, poilsiui būtina infrastruktūra nėra tinkamai įrengta arba jos būklė labai bloga. Nėra suolelių šalia Pilaitės piliakalnio ar malūno, kurie yra vieni lankomiausių teritorijos objektų.

3.2. Teritorijos vystymo koncepcijos

Pagrindiniai projektiniai sprendiniai planuojant, projektuojant, tvarkant ir rekonstruojant turi užtikrinti gerą žmonių gyvenamosios aplinkos kokybę, eismo saugumą ir patogumą, ekonominius ir aplinkosaugos reikalavimus. Planuojant stengiamasi teritorijos radikaliai nekeisti, o sietis su

jau esamais objektais, infrastruktūra, gamtine aplinka. Visi sprendimai, keičiantys teritorijos vaizdą, argumentuojami tuo, kad sprendinys pagerins esamą planuojamos teritorijos padėtį. Laikomasi nuomonės, kad svarbiausias yra žmogus ir jo gyvenimo kokybė, todėl, atsižvelgiant į tai, vieni sprendiniai ekonomiškai mažiau naudingi nei kiti.

Norint nustatyti, koks teritorijos vystymo variantas tiktų labiausiai, buvo sudarytos trys visiškai skirtingos vystymo koncepcijos:

- Koncepcija 1 (alternatyva A1) „Gyvenamosios paskirties objektų statyba“ (daugiabučių gyvenamųjų pastatų ir bendrabučių teritorija). Šioje koncepcijoje siūloma esamą teritoriją pertvarkyti į gyvenamosios paskirties teritoriją, kurioje būtų statomi daugiabučiai ir dvibučiai gyvenamieji namai.
- Koncepcija 2 (alternatyva A2) „Komeracinės paskirties objektų statyba“ (prekybos, paslaugų ir pramogų objektų statyba). Šioje teritorijos vystymo koncepcijoje numatoma visą esamą teritoriją pertvarkyti į komercinės paskirties objektų teritoriją, statant ir įrengiant joje biurų pastatus. Norint išnaudoti visą turimos teritorijos plotą, pasirinkta joje projektuoti ir įrengti komercinės paskirties pastatus, remiantis jau parengtu UNUM Verslo centro projektu (Citify, n. d.).
- Koncepcija 3 (alternatyva A3) „Rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statyba“ (rekreacinės paskirties želdynų). Šioje teritorijos vystymo koncepcijoje siūloma įrengti rekreacinės paskirties teritoriją visiems Vilniaus miesto gyventojams. Planuojamame teritorijos vystymo variante būtų įrengiamas visą 25 ha dydžio teritorijos plotą užimantis miesto parkas, kuriame numatyti tokie inžineriniai sprendiniai: tvenkinys, poilsio zonos, vaikų žaidimų aikštelės, futbolo bei krepšinio aikštelės ir pan.

3.3. Daugiakriterio vertinimo rodiklių kompleksas

Siekiant, kad gyvenamosios aplinkos statyba būtų tvari, statybos pramonė yra viena svarbiausių, nes ji daro tiesioginį poveikį visiems tvarios plėtros aspektams: ekonominiams, socialiniams ir aplinkosaugos (Lietuvos Respublikos Vyriausybė, 2002). Renkantis daugiakriterio vertinimo rodiklius ir jų grupes, svarbu įvertinti, koks yra projekto tikslas ir į kokius aspektus norima atkreipti dėmesį. Nustatant urbanizuotos teritorijos atnaujinimo rodiklius, projektas siejamas su tvaria plėtra, todėl pasirinkti rodikliai skirstomi į tris grupes: socialiniai, ekonominiai ir aplinkosauginiai. Šios grupės yra tiesiogiai susijusios su tvarios plėtros dimensijomis ir tvarumo aspektais.

Socialinių rodiklių grupė

Pastatų atnaujinimas ir naujų pastatų statyba turi teigiamą įtaką visuomenei ir bendruomenei, nes padidėja teritorijų patrauklumas, komfortas, mažėja nusikalstamumas. Tai gerina gyvenimo kokybę ir yra neatsiejama nuo socialinės aplinkos. Darbe pasirinkti keturi rodikliai, priskiriami socialinių rodiklių grupei ir atspindintys teritorijos vystymo socialinius aspektus:

1. Teritorijos pritaikymas neįgalių žmonių poreikiams. Tai balais išreiškiamas kokybinis rodiklis, rodantis, kiek sutvarkyta teritorija pritaikyta neįgalių žmonių poreikiams (neregijų vedimo sistemos, stovėjimo vietos, pandusai, liftai). Čia 1 – nepritaikyta; 5 – tinkamai pritaikyta.
2. Vaikų žaidimų aikštelių skaičius. Tai realiu skaičiumi (vnt.) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis vaikams skirtų žaidimo aikštelių skaičių.
3. Automobilių statymo vietų skaičius. Tai realiu skaičiumi (vnt.) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis, koks automobilio stovėjimo vietų skaičius įrengiamas tvarkomoje teritorijoje.
4. Patogumas pėstiesiems ir dviratininkams. Tai balais išreiškiamas kokybinis kriterijus, rodantis, kaip skirtingi teritorijos vystymo variantai pritaikyti pėstiesiems ir dviratininkams. Čia 1 – mažiausiai patogus, 5 – patogiausias.

1 lentelėje pateikiamos socialinio segmento rodiklių reikšmės, taikomos skirtingoms teritorijos vystymo koncepcijoms.

1 lentelė. Socialinių rodiklių reikšmės pagal teritorijos vystymo koncepcijas (sudaryta darbo autorės)

Table 1. The meanings of social indicators according to the concepts of territory development (compiled by the author of the paper)

Rodiklis	Mato vnt.	Min/max	Koncepcija 1	Koncepcija 2	Koncepcija 3
Teritorijos pritaikymas neįgalių žmonių poreikiams	Balai	Max	5	4	3
Vaikų žaidimų aikštelių skaičius	Vnt.	Max	15	2	6
Automobilių statymo vietų skaičius	Vnt.	Min	2965	6650	50
Patogumas pėstiesiems ir dviratininkams	Balai	Max	3	4	5

Ekonominių rodiklių grupė

Tvaraus atnaujinimo ekonominė nauda apima daugybę teigiamų aspektų: kuriamos darbo vietos statybos sektoriuje, atkuriamas gyvenamųjų teritorijų patrauklumas, pritraukiamos investicijos, esant ekonomikos nuosmukiui, atnaujinimo darbai gali padėti atgaivinti statybos sektorių ir pan. (Polasky et al., 2019). Teritorijos vystymo koncepcijoms vertinti pasirinkti keturi rodikliai, priskiriami ekonominių rodiklių grupei:

1. Darbo vietų kūrimas. Tai realiu skaičiumi (vnt.) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis, kiek naujų darbo vietų sukuria siūlomas įgyvendinti projektas. Šis kriterijus apima tik naujai atsirandančias darbo vietas, tokias kaip teritorijos sargų, valytojų, prižiūrėtojų ir pan.
2. Statybos kaina. Tai piniginiiais vienetais (šiuo atveju milijonais eurų) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis, kiek kainuoja įgyvendinti norimą projektą.

3. Projekto įgyvendinimo trukmė. Tai laiko vienetais (šiuo atveju mėnesiais) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis, kiek laiko truks norimo projekto įgyvendinimas.
4. Eksploatacinės išlaidos. Tai piniginiiais vienetais (šiuo atveju tūkstančiais eurų) per laiko vienetą (šiuo atveju mėnesį) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis, kiek kainuoja norimo įgyvendinti projekto išlaikymas po statybos darbų pabaigos.

2 lentelėje pateikiamos ekonominio segmento rodiklių reikšmės, taikomos skirtingoms teritorijos vystymo koncepcijoms.

2 lentelė. Ekonominių rodiklių reikšmės pagal teritorijos vystymo koncepcijas

Table 2. The meanings of economic indicators according to the concepts of territory development

Rodiklis	Mato vnt.	Min/max	Koncepcija 1	Koncepcija 2	Koncepcija 3
Darbo vietų kūrimas	Vnt.	Max	14	72	2
Statybos kaina	mln. Eur	Min	141,65	322	5
Projekto įgyvendinimo trukmė	Mėn.	Min	64	72	24
Eksploatacinės išlaidos	tūkst. Eur/mėn.	Min	40,97	155,53	2,30

Aplinkosaugos rodiklių grupė

Turi būti siekiama, kad atnaujinti pastatai darytų kuo mažesnę neigiamą poveikį aplinkai, todėl tvarkant aplinką reikia rūpintis žaliųjų zonų išsaugojimu ir naujų įrengimu. Aplinkosaugos tema yra svarbi darnios statybos dalis, todėl, vertinant teritorijos vystymo koncepcijas, pasirinkti penki aplinkosaugos rodikliai:

1. Žaliųjų zonų skaičius. Tai ploto vienetais (šiuo atveju hektarais) išreiškiamas kiekybinis kriterijus, rodantis, kokio dydžio plotą teritorijos vystymo koncepcijose užims žaliosios zonos (želdynai, pieva, vandens telkiniai ir pan.).
2. Triukšmas. Tai balais išreiškiamas kokybinis rodiklis, rodantis, kiek daug triukšmo kels įgyvendinti pasirinktas teritorijos vystymo variantas. Čia 1 – mažiausiai triukšmo keliantis sprendinys, 5 – daugiausiai triukšmo keliantis sprendinys.
3. Inovatyvumas (atsinaujinančių energijos šaltinių požiūriu). Tai balais išreiškiamas kokybinis kriterijus, rodantis, kiek skirtingi teritorijos vystymo variantai yra inovatyvūs, vertinant atsinaujinančių energijos šaltinių klausimą (saulės baterijos, saulės kolektoriai, vėjo jėgainės, geotermis šildymas ir pan.). Čia 1 – mažiausiai inovatyvus (turi / naudoja mažiausiai atsinaujinančių energijos šaltinių), 5 – labiausiai inovatyvus (turi / naudoja daugiausiai atsinaujinančių energijos šaltinių).

4. Aplinkos tarša. Tai balais išreiškiamas kokybinis kriterijus, rodantis, kiek norimas teritorijos sutvarkymas veiks (taršos požiūriu) aplinką statybų metu. Čia 1 – taršiausias teritorijos vystymo variantas, 5 – mažiausiai taršus.

3 lentelėje pateikiamos aplinkosaugos segmento rodiklių reikšmės, taikomos skirtingoms teritorijos vystymo koncepcijoms.

3 lentelė. Aplinkosaugos rodiklių reikšmės pagal teritorijos vystymo koncepcijas (sudaryta darbo autorės)

Table 3. Values of environmental protection indicators according to territory development concepts (compiled by the author of the paper)

Rodiklis	Mato vnt.	Min/ max	Koncepcija 1	Koncepcija 2	Koncepcija 3
Žaliųjų zonų skaičius	Ha	Max	7,5	3,75	25
Teritorijos vystymo poveikis kraštovaizdžiui	Balai	Min	5	5	2
Triukšmas	Balai	Min	3	5	1
Inovatyvumas (atsinaujinančių energijos šaltinių požiūriu)	Balai	Max	5	5	3
Aplinkos tarša	Balai	Min	3	3	5

3.4. Daugiakriterio vertinimo rodiklių santykinio reikšmingumo nustatymas

Investicijų efektyvumo rodiklių santykinis reikšmingumas nustatomas ekspertinių įverčių metodu – tai specifinės rūšies apklausa, kurios metu savo srities žinovai, ekspertai, remdamiesi profesine patirtimi ir žiniomis, vertina

alternatyvų rodiklius. Ekspertų nuomonės ir požiūris į vertinamus kriterijus gali skirtis ar būti prieštaringi. Šio metodo grupinis vertinimas laikomas patikimu tik tuomet, kai apklaustų ekspertų nuomonės yra suderintos, t. y. konkordancijos reikšmė yra arti vieneto (Antuchevičienė ir Stasiulionis, 2012).

Sprendžiant šį uždavinį naudojama realių skaičių skalė, balai, priklausomai nuo rodiklių skaičiaus: socialinių ir ekonominių rodiklių grupėms nuo 1 iki 4, kai 1 – rodiklis mažai svarbus, 4 – rodiklis labai svarbus; aplinkosaugos rodiklių grupei nuo 1 iki 5, kai 1 – rodiklis mažai svarbus, 5 – rodiklis labai svarbus. Rodikliams vertinti buvo sudaromos trys vertinimo lentelės, atitinkamai skirtingoms rodiklių grupėms, kurios stulpeliai – rodikliai, o eilutės – ekspertai, kuriems pristačius teritorijos vystymo koncepcijas, buvo išdalintos lentelės rodikliams įvertinti. Rodiklius balais vertino septyni statybos inžinerijos srities specialistai, turintys statybos inžinerijos išsilavinimą. Jų asmens duomenys (vardas ir pavardė) neatskleidžiami, o identifiukuoti naudojamas raidės ir skaičiaus derinys, atitinkamai E1–E7. Ekspertiniam vertinimui pasitelkti ekspertai:

- E1 – 30 metų amžiaus tiekimo vadovas, dirbantis kelių statybos sektoriuje, darbo patirtis šioje srityje – 6 metai;
- E2 – 33 metų amžiaus projektų vadovas, dirbantis kelių statybos sektoriuje, darbo patirtis šioje srityje – 13 metų;
- E3 – 29 metų amžiaus nedidelės statybos įmonės direktorius, dirbantis pastatų statybos sektoriuje, darbo patirtis šioje srityje – 7 metai;
- E4 – 32 metų amžiaus gamybos vadovas, dirbantis pastatų statybos sektoriuje, darbo patirtis šioje srityje – 6 metai;
- E5 – 38 metų amžiaus darbų vadovas, dirbantis pastatų statybos sektoriuje, darbo patirtis šioje srityje – 15 metų;

4 lentelė. Rodiklių ir jų grupių reikšmingumai (sudaryta darbo autorės)
Table 4. Significance of indicators and their groups (compiled by the author of the paper)

Rodiklis	Reikšmingumas	Rodiklių grupė	Konkordancijos koef.	Konkordancijos koef. reikšmingumas	Norminis konkordancijos koef. reikšmingumas
Teritorijos pritaikymas neįgalių žmonių poreikiams	0,30	Socialinių rodiklių grupė	0,64	13,80	11,34
Vaikų žaidimų aikštelių skaičius	0,19				
Automobilių statymo vietų skaičius	0,14				
Patogumas pėstiesiems ir dviratininkams	0,37				
Darbo vietų kūrimas	0,32	Ekonominių rodiklių grupė	0,63	13,61	11,34
Statybos kaina	0,35				
Projekto įgyvendinimo trukmė	0,17				
Eksploatacinės išlaidos	0,16				
Žaliųjų zonų kiekis	0,29	Aplinkosaugos rodiklių grupė	0,55	15,66	13,28
Teritorijos vystymo poveikis kraštovaizdžiui	0,26				
Triukšmas	0,10				
Inovatyvumas (atsinaujinančių energijos šaltinių požiūriu)	0,16				
Aplinkos tarša	0,19				

- E6 – 36 metų amžiaus projektų vadovas, dirbantis kelių statybos sektoriuje, darbo patirtis šioje srityje – 10 metų;
- E7 – 26 metų amžiaus inžinierius, dirbantis pastatų statybos srityje, darbo patirtis pastatų šioje srityje – 5 metai.

Rodiklių reikšmingumas ir ekspertų nuomonių suderinamumas skaičiuojamas remiantis 2.3 poskyryje pateikiama metodika, naudojantis „MS Excel“ programa, todėl tarpiniai rezultatai nėra pateikiami. Rodiklių reikšmingumą ir ekspertų nuomonės suderinamumas pateikiamas 4 lentelėje.

Taigi, kai patikimumo lygmuo 0,01 %, apskaičiuotas konkordancijos koeficiento reikšmingumas visoms rodiklių grupėms yra didesnis už norminį, todėl galima teigti, kad ekspertų nuomonė yra suderinta ir rodiklių reikšmingumai apskaičiuoti teisingai.

3.5. Alternatyvų naudingumo analizė pagal atskirus rodiklių segmentus

Nustačius rodiklių reikšmingumus ir įvertinus ekspertų nuomonių suderinamumą, sprendžiamas daugiakriteris uždavinys, vertinant kiekvieną rodiklių grupę atskirai. Teritorijos vystymo koncepcijos vertinamos ir geriausia alternatyva parenkama daugiakriterio vertinimo metodu ARAS. Šis metodas aprašomas 2.2 poskyryje, pradinių duomenų matricai sudaryti naudojamos 3.3 poskyryje pateiktos rodiklių reikšmės, matricos eilutės – 4 rodikliai, o stulpeliai – 3 alternatyvos. Skaičiavimai atlikti „MC Excel“ programa, todėl tarpiniai skaičiavimų rezultatai nepateikiami. Atlikus skaičiavimus gauti rezultatai apibendrinami taip:

- Įvertinus socialinės grupės rodiklius ARAS metodu, koncepcijų prioritetų eilutė pagal naudingumo laipsnius pasiskirstė taip: $A3(72,98) > A1(62,00) > A2(47,16)$. Alternatyva A3 – rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statybos koncepcija yra efektyviausia, nes nuo optimalios alternatyvos nutolusi mažiausiai. Alternatyvas A2 ir A3 rinktis būtų netikslinga, nes jų rezultatai mažesni, lyginant su trečiąja teritorijos vystymo alternatyva. Efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai pateikiami 5 lentelėje.

5 lentelė. Socialinių rodiklių grupės efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai (sudaryta darbo autorės)
Table 5. Efficiency indices and degrees of utility of the group of social indicators (compiled by the author of the paper)

Alternatyvos	A1	A2	A3	A0
R_j	0,2198	0,1672	0,2587	0,3544
N_j (%)	62,00	47,16	72,98	100

- Įvertinus ekonominės grupės rodiklius ARAS metodu, koncepcijų prioritetų eilutė pagal naudingumo laipsnius pasiskirstė taip: $A3(83,83) > A2(33,08) > A1(12,72)$. Alternatyva A3 – rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statybos koncepcija yra efektyviausia, nes nuo optimalios alternatyvos nutolusi

mažiausiai. Alternatyvas A2 ir A3 rinktis būtų netikslinga, nes jų rezultatai žymiai mažesni, lyginant su trečiąja teritorijos vystymo alternatyva. Efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai pateikiami 6 lentelėje.

6 lentelė. Ekonominių rodiklių grupės efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai (sudaryta darbo autorės)
Table 6. Efficiency indices and degrees of utility of the group of economic indicators (compiled by the author of the paper)

Alternatyvos	A1	A2	A3	A0
R_j	0,0554	0,1441	0,3651	0,4355
N_j (%)	12,72	33,08	83,83	100

- Įvertinus aplinkosaugos grupės rodiklius ARAS metodu koncepcijų prioritetų eilutė pagal naudingumo laipsnius pasiskirstė taip: $A3(78,61) > A1(47,20) > A2(40,56)$. Alternatyva A3 – rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statybos (rekreacinės paskirties želdynai) koncepcija yra efektyviausia, nes nuo optimalios alternatyvos nutolusi mažiausiai. Alternatyvas A2 ir A3 rinktis būtų netikslinga, nes jų rezultatai mažesni, lyginant su trečiąja teritorijos vystymo alternatyva. Efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai pateikiami 7 lentelėje.

7 lentelė. Aplinkosaugos rodiklių grupės efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai (sudaryta darbo autorės)
Table 7. Efficiency indexes and degrees of utility of the group of environmental protection indicators (compiled by the author of the paper)

Alternatyvos	A1	A2	A3	A0
R_j	0,1890	0,1624	0,3148	0,4004
N_j (%)	47,20	40,56	78,61	100

3.6. Bendrojo uždavinio sprendimas

Bendrasis uždavinys sprendžiamas norint nustatyti galutinę teritorijos vystymo sprendimų priėmimo prioritetų eilutę, naudojant skirtingų rodiklių grupių naudingumo laipsnius kaip turimus duomenis. Bendrasis uždavinys sprendžiamas ARAS metodu, kurio metodika pateikiama 2.3 poskyryje, pradinių duomenų matricai sudaryti naudojami 3.5 poskyryje gauti atskirų rodiklių grupių naudingumo laipsniai. Matricos eilutės – 3 rodiklių grupės, o stulpeliai – 3 alternatyvos + optimalus variantas. Prieš sudarant pradinių duomenų matricą, atskiroms rodiklių grupėms nustatomi reikšmingumai, taikant 2.3 poskyryje aprašytą įverčių metodą. Rodiklių grupių svarbą nustatė septyni ekspertai, dalyvavę vertinant atskirų grupių rodiklius (žr. 3.4 poskyrį). Atskirų grupių reikšmingumo ir ekspertų nuomonės suderinamumas bei reikšmingumo rezultatai buvo gauti atliekant skaičiavimus „MS Excel“ programa. Įvertinus ir apskaičiavus atskirų vertinimo segmentų svorius įverčių metodu, rodiklių grupių reikšmingumai buvo gauti tokie: socialinių rodiklių grupės – 0,19; ekonominių

rodiklių grupės – 0,48; aplinkosaugos rodiklių grupės – 0,33. Konkordancijos koeficientas – 0,71, jo reikšmingumas yra lygus 10,29, norminis konkordancijos koeficiento reikšmingumas – 9,21. Kai laisvės laipsnių skaičius lygus 2, o patikimumo lygmuo 0,01 %, apskaičiuotas konkordancijos koeficiento reikšmingumas yra didesnis už norminį, todėl galima teigti, kad ekspertų nuomonė suderinta ir rodiklių reikšmingumai apskaičiuoti teisingai.

Nustačius atskirų grupių reikšmingumus, sprendžiamas bendrasis uždavinys. Šiam uždaviniui spręsti taikomas ARAS metodas, aprašytas 2.2 poskyryje. Skaičiavimai buvo atliekami „MS Excel“ programa, todėl tarpiniai rezultatai nėra pateikiami. Įvertinus atskiras rodiklių grupes ARAS metodu teritorijos vystymo koncepcijų galutinė prioritetai eilutė pagal naudingumo laipsnius pasiskirstė taip: A3(80,37) > A2(37,80) > A1(31,82). Alternatyva A3 – rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statyba yra efektyviausia teritorijos vystymo koncepcija, nes nuo optimalios alternatyvos nutolusi mažiausiai. Alternatyvas A2 ir A3 rinktis būtų netikslinga, nes jų rezultatai žymiai mažesni, lyginant su trečiąja teritorijos vystymo alternatyva. Efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai pateikiami 8 lentelėje.

8 lentelė. Efektyvumo indeksai ir naudingumo laipsniai sprendžiant bendrąjį uždavinį (sudaryta darbo autorės)
Table 8. Efficiency indices and degrees of usefulness in solving the general task (compiled by the author of the paper)

Alternatyvos	A1	A2	A3	A0
R_j	0,1273	0,1512	0,3215	0,4000
N_j (%)	31,82	37,80	80,37	100

Išvados

Pilaitės mikrorajonas yra vienas iš greičiausiai besiplečiančių gyvenamųjų rajonų Lietuvoje. Šiame rajone galime rasti daug gamtos ir žaliųjų zonų, kurias mažina sparčiai vystomi statybos projektai. Būtina atnaujinti analizuojamos vietovės gyvenamąją aplinką, nes esama infrastruktūra yra nusidėvėjusi, apstatyta šiukšlynu virtusiais metalinių garažų masyvais.

Darbe buvo nagrinėjama įvairi literatūra, susijusi su tvaria plėtra, teritorijų atnaujinimu ir daugiakriteriu sprendimų priėmimu, pasiūlyta ir aprašyta tiriamosios dalies metodologija, tyrimo objektu pasirinkta urbanizuota Pilaitės mikrorajono teritorija. Apžvelgus teritorijos esamą būklę, buvo nustatytos pagrindinės problemoms, kurioms spręsti pasiūlytos trys teritorijos vystymo koncepcijos – „Gyvenamosios paskirties objektų statyba“ (alternatyva A1), „Komeracinės paskirties objektų statyba“ (alternatyva A2) ir „Rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statyba“ (alternatyva A3). Daugiakriterio vertinimo metodu ARAS sprendžiamas trijų teritorijos vystymo koncepcijų vertinimo uždavinys, vertinant jas trimis skirtingais segmentais – socialiniu, ekonominiu ir aplinkosauginiu. Norint rasti efektyviausią ir tinkamiausią alternatyvą aplinkai atnaujinti, buvo pasirinkti keturi rodikliai, taikomi socialinių ir ekonominių rodiklių grupėms, bei penki rodikliai,

taikomi aplinkosaugos rodiklių grupei. Pasitelkus ekspertus, nustatytas rodiklių ir jų grupių reikšmingumas. Rodiklių grupių reikšmingumai išsidėstė taip: reikšmingiausia yra ekonominių rodiklių grupė, kurios reikšmingumas yra 0,48; socialinių ir aplinkosaugos rodiklių grupės mažiau reikšmingos, jų reikšmingumai atitinkamai yra 0,19 ir 0,33. Naudojantis šiais duomenimis, alternatyvų prioritetai eilutės buvo nustatomos ARAS metodu. Socialinių ir aplinkosaugos rodiklių grupių prioritetai eilutės išsidėstė taip pat: alternatyva A3 atsidūrė pirmoje vietoje, alternatyva A1 antroje, o alternatyva A2 trečioje vietoje, ekonominių rodiklių grupės prioritetai eilutė skyrėsi – čia pirmoje vietoje atsidūrė alternatyva A3, antroje – alternatyva A2, o trečioje – alternatyva A1. Norint nustatyti tinkamą prioritetai eilutę, visų trijų grupių rezultatai gauti 3.5 poskyryje, buvo naudojami ARAS metodu sprendžiant bendrąjį uždavinį. Galutinė prioritetai eilutė parodė, kad tinkamiausia atnaujinimo projekto alternatyva yra rekreacinės paskirties infrastruktūros objektų statyba, kurios naudingumo laipsnis yra 80,37 %. Nesant galimybių įgyvendinti rekreacinės paskirties želdynų statybos, analizuojamoje teritorijoje rekomenduojama įrengti antroje vietoje atsidūrusią A2 alternatyvą – komercinės paskirties objektų statybą, kurios naudingumo laipsnis yra 37,80 %. Paskutinėje – trečioje – vietoje liko pirmoji teritorijos vystymo koncepcija – gyvenamosios paskirties objektų statyba, naudingumo laipsnis 31,80 %. Šio teritorijos vystymo varianto pasirinkimas būtų mažiausiai ekonomiškai ir netinkamas socialiniu bei aplinkosaugos požiūriu.

Literatūra

- Alnaser, N. W., Flanagan, R., & Alnaser, W. E. (2008). Model for calculating the sustainable building index (SBI) in the kingdom of Bahrain. *Energy and Buildings*, 40(11), 2037–2043. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.05.015>
- Antucevičienė, J. ir Stasiulionis, A. (2012). *Statybos verslo projektavimo ir investicijos*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1358-SCitify>. (n. d.) „UNUM“: verslo centro projektas. https://citify.lt/unum/?fbclid=IwAR3qzRubjfw0WxE5IMLaSUOw5Pohxe-6Z7AYOLw-iC_kif8RolphW2ka4tYRo
- Cortinovis, C., Haase, D., Zanon, B., & Geneletti, D. (2019). Is urban spatial development on the right track? Comparing strategies and trends in the European Union. *Landscape and Urban Planning*, 181, 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.09.007>
- Dobrovolskienė, N., Tamošiūnienė, R., Banaitis, A., Ferreira, F. A., Banaitienė, N., Taujanskaitė, K., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2019). Developing a composite sustainability index for real estate projects using multiple criteria decision making. *Operational Research*, 19(3), 617–635. <https://doi.org/10.1007/s12351-017-0365-y>
- Eckenrode, R. T. (1965). Weighting multiple criteria. *Management Science*, 12(3), 180–192. <https://doi.org/10.1287/mnsc.12.3.180>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making* (pp. 58–191). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3

- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2018). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501–2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Ighravwe, D. E., & Oke, S. A. (2019). A multi-criteria decision-making framework for selecting a suitable maintenance strategy for public buildings using sustainability criteria. *Journal of Building Engineering*, 24, 100753. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100753>
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2002). *Subalansuotosios plėtros įgyvendinimo nacionalinė ataskaita*. <http://www.am.lt/LSP/files/SUB-PLET-NACAT.pdf>
- MacCrimmon, K. R. (1968). *Decisionmaking among multiple-attribute alternatives: A survey and consolidated approach*. The Rand Corporation.
- Medineckienė, M., Turskis, Z., Zavadskas, E. K., & Tamošaitienė, J. (2010, May 19–21). Multi-criteria selection of the one flat dwelling house, taking into account the construction impact on environment. In *10th International Conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques"* (pp. 455–460). Technika.
- Polasky, S., Kling, C. L., Levin, S. A., Carpenter, S. R., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., & Lubchenco, J. (2019). Role of economics in analyzing the environment and sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(12), 5233–5238. <https://doi.org/10.1073/pnas.1901616116>
- Rashid, K., Rehman, M. U., de Brito, J., & Ghafoor, H. (2020). Multi-criteria optimization of recycled aggregate concrete mixes. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124316>
- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č., & Turskis, Z. (2014). Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(1), 103–110. <https://doi.org/10.3846/13923730.2013.843585>
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Salas, J., & Yepes, V. (2020). Enhancing sustainability and resilience through multi-level infrastructure planning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 962. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030962>
- Sánchez-Garrido, A. J., Navarro, I. J., & Yepes, V. (2021). Neutrosophic multi-criteria evaluation of sustainable alternatives for the structure of single-family homes. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106572. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106572>
- Sánchez-Garrido, A. J., Navarro, I. J., & Yepes, V. (2022). Multi-criteria decision-making applied to the sustainability of building structures based on Modern Methods of Construction. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129724. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129724>
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision making methods. In *Multi-criteria decision making methods: A comparative study* (pp. 5–21). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6_2
- Turskis, Z., Goranin, N., Nurusheva, A., & Boranbayev, S. (2019). Information security risk assessment in critical infrastructure: A hybrid MCDM approach. *Informatica*, 30(1), 187–211. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2019.203>
- Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., & Kosareva, N. (2015). A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 10(6), 113–128. <https://doi.org/10.15837/ijccc.2015.6.2078>
- United Nations. (1987). *Report of the world commission on environment and development: Our common future*. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Wei, Y., Huang, C., Lam, P. T., & Yuan, Z. (2015). Sustainable urban development: A review on urban carrying capacity assessment. *Habitat International*, 46, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.10.015>
- Xu, L., & Yang, J. B. (2001). *Introduction to multi-criteria decision making and the evidential reasoning approach* (Working Paper No. 0106). Manchester School of Management.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159–172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria assessment of facades' alternatives: Peculiarities of ranking methodology. *Procedia Engineering*, 57, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.016>
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Vilutiene, T., & Adeli, H. (2018). Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology. *Sustainability*, 10(1), 14. <https://doi.org/10.3390/su10010014>
- Zavadskas, E. K., Mardani, A., Turskis, Z., Jusoh, A., & Nor, K. M. (2016). Development of TOPSIS method to solve complicated decision-making problems – An overview on developments from 2000 to 2015. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(03), 645–682. <https://doi.org/10.1142/S0219622016300019>

MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF URBANIZED AREA DEVELOPMENT CONCEPTS

V. Vitkauskienė

Abstract

The article deals with sustainable construction and the evaluation of its elements using Multi Criteria Decision Making (MCDM). The object of the research is the analysis of the concepts of the arrangement of the territory located in the Pilaitė district, Vilnius. Three spatial planning concepts are being developed and assessed against three groups of indicators, each consisting of 4–5 indicators. The analyzed groups of indicators were selected on the basis of the social, economic and environmental dimensions of sustainable construction. The summative method of relationship evaluation ARAS (Additive Ratio Assessment) was chosen to evaluate the spatial planning concept.

Keywords: sustainable construction, urban area, landscaping, multi-criteria analysis, ARAS.