

## TECHNOGENINIŲ MASIŲ KRAŠTOVAIZDYJE KIEKYBINIO VERTINIMO RODIKLIAI

**Darijus Veteikis**

*Vilniaus universitetas, M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101, Vilnius*

*El. paštas: veteikis@geo.lt*

### Įvadas

Kraštovaizdžio technomasijų skaičiavimas Lietuvoje dar nebuvo atliktas, todėl pirmasis uždavinys – sukurti mūsų šalies gamtos sąlygoms tinkamą technomasijų skaičiavimo metodiką. Toliau tekste pateiktą metodiką dar reikia aprobuoti ir kalibruoti, nes ji nebuvo išbandyta skaičiuojant realių kraštovaizdžio teritorinių vienetų technomasės. Tokiais teritoriniais vienetais ateityje galėtų būti technotopai, pasižymintys savita vidine technogeninių elementų morfostruktūra, tarpusavio išsidėstymu (Veteikis, 2003b).

Visapusiškos technomasės įvertinimas turėtų remtis trim rodikliais: 1) darbo, kurį atliko technika, kiekis (ergotechninis rodiklis), 2) medžiagos, kuri buvo sukurta arba patyrė poveikį, dirbtinumumas, 3) technogeninis objekto atsparumas (priešingas objekto savybei renatūralizuotis rodiklis) (Veteikis, 2003a).

Sudėtingą kraštovaizdžio technomasės apskaičiavimo procesą lemia daugialypė technomasės samprata, kylanti iš būtinumo vienodai vertinti labai skirtingos prigimties technogeninius objektus (pvz., „neturintį“ masės karjerą, tuščią medinį pastatą, mobilią transporto priemonę, išartą lauką ir pan.). Vienas iš apibendrinančių „bendravaridiklinių“ rodiklių būtų ergotechninis rodiklis. Šio rodiklio nustatymas yra gana sudėtingas, nes susideda iš kelių pakopų: objekto tikrosios masės nustatymo (tai susiję su tankio ir tūrio nustatymu), objektui įrengti kraštovaizdyje atlikto darbo apskaičiavimo. Be to, atliekant tokius skaičiavimus iškyla labai svarbi etalonų problema, nes, ieškant net ir nedidelės gyvenvietės technomasės, neįmanoma apskaičiuoti kiekvieno namo arba gatvės technomasę – su esamomis techninėmis galimybėmis tai būtų imlus laikui ir darbui procesas. Ergonominį rodiklį papildo medžiagos dirbtinumumo ir technogeninio objekto atsparumo rodikliai.

### 1. Darbo kiekio rodiklis

*Darbo kiekis*, sueikvotas technogeninio objekto sukūrimui arba transformavimui, yra rodiklis, bendras visų tipų kraštovaizdžio naujadarams. Be energijos sąnaudų negali įvykti nė vienas kraštovaizdžio pokytis. Tačiau tik dalis sueikvotos energijos gali būti pavadinta naudingu darbu. Iš tikrųjų šis rodiklis apima energijos sąnaudas objektui įdiegti, įtvirtinti, įrengti kraštovaizdyje. Tai ne tas darbas, kurio galbūt prirėkė sukurti dirbtinei medžiagai (pavyzdžiui, silikatinių plytų gamybai, metalo lydymui), o tik darbas, reikalingas atvežti arba išvežti išgautus arba pagamintus produktus, ir darbas, naudingai sueikvotas tiesiogiai toje kraštovaizdžio vietoje objektams įrengti. Statinių atveju – tai darbas, atliktas atvežant visas statybines medžiagas ir jas pakeliant į tam tikrą aukštį. Arimo atveju – tai naudingas darbas, skirtas išjudinti dirvožemiui, kertamo miško atveju – darbas, kurio prirėkė miško medžiagos kirtimui ir ištraukimui iš kirtimvietės. Įvertinus potencinės ir kinetinės energijos pokyčius po medžiagos pervežimo ir pakėlimo, galima susidaryti bendrą vaizdą, koks naudingas darbas buvo atliktas sukuriant skirtingus technogeninius kraštovaizdžio objektus (1 lent.).

**1 lentelė.** Darbo, atlikto sukūriant kai kuriuos technogeninius arba transformuojant gamtinius kraštovaizdžio objektus, palyginimas.

**Table 1.** Comparison of the quantity of labour consumed for creation of some technogenic or transformation of natural landscape objects.

Technogeninio kraštovaizdžio objektas <i>Object of technogenic landscape</i>	Objekto apibūdinimas <i>Object description</i>	Darbo kiekis MJ (10 <sup>6</sup> džaulių) <i>Quantity of labour (10<sup>6</sup> joules)</i>
1 ha gyvenamasis kvartalas	9 dviaukščiai individualūs mūriniai namai	197
1 ha arimas	Arimo gylis 25 cm, arta traktoriniu plūgu	3
1 ha miško plynas kirtimas	Brandus pušynas	6
1 ha karjeras	5 m gylio smėlio karjeras	21 700

*Pastaba:* darbo kiekio reikšmės gautos apytiksliai įvertinus šiuos parametrus: pastatų konstrukcijas (gyvenamojo kvartalo), išjudintą ariamą žemę (arimui), išvežamą miško medžiagą (kirtimui), iškastą karjere smėlį (karjerui).  
Potencinės energijos pokytis  $\Delta E_p = mg(h_2 - h_1)$ , kinetinės energijos pokytis  $\Delta E_k = |mv_2^2 - mv_1^2|/2$ , čia  $m$  – technikos priemonėmis perkelta masė,  $g$  – laisvojo kritimo pagreitis,  $h_2$  – aukštis, į kurį pakelta masė,  $h_1$  – Žemės paviršiaus aukštis ( $h_1 = 0$  m),  $v_2$  – greitis, kuriuo išvežama arba atvežama masė;  $v_1$  – nulinis greitis (išvežimui – pradinis, atvežimui – galinis).

Skaičiuojant darbo kiekį, sunaudotą transformuojant skirtingų arealų kraštovaizdį, naudojamas santykinis matavimo vienetas – megadžaulis ploto vienetui (ha, arba km<sup>2</sup>). Mažiausias darbas atliekamas ariant dirvą, taip pat nedidelis darbas – išvežti hektarą brandaus pušyno (čia neįvertintos tarpinės energijos sąnaudos dirvos struktūros suardymui, medienos pjovimui). Jeigu miškuose daromi tik retinamieji kirtimai, tai miškų transformavimui atliekamas dar mažesnis darbas (mažesnis ir už arimo darbą). Daugiausiai darbo įdedama išvežant didelius kiekius masės (pvz., formuojant karjerus). Tarpinę padėtį užima statiniai, kuriems sukurti reikia atlikti masės atvežimo ir pakėlimo į tam tikrą aukštį darbą. Pavyzdys – nedideli pastatai, daugiaaukščių kvartalo statybai reikia įdėti daugiau darbo, prilygstančio karjero iškasimui. Apskritai šiame technomasių skaičiavimo etape įvertinama ir tokių „besvorių“ objektų, kaip karjeras ar griovys, technomasė. Taigi naudojant minėtą metodiką galima apskaičiuoti visų kraštovaizdžio technogeninių objektų sukūrimui atliktą darbą bei nustatyti teritorinį tokio rodiklio pasiskirstymą. Taigi kraštovaizdis būtų apibūdinamas pagal *ergotechnines* (gr. *ergon* – darbas) sąnaudas.

Norint apskaičiuoti technogeninio objekto sukūrimo energijos išlaidas, neišvengiamas yra objekto *tikrosios technomasės* skaičiavimo etapas. Tikroji technomasė skaičiuojama visų objektų, kuriems sukurti reikėjo pasitelkti techniką (jos energiją).

Sunkiausia apskaičiuoti kraštovaizdyje esančių aukštos technogenizacijos objektų, t.y. užstatytų plotų (urbokompleksų), infrastruktūros elementų, transporto priemonių ir sąvartynų, tikrąją technomasę. Šių technogeninių elementų masė gali būti skaičiuojama įvairiais lygmenimis, ypač tas pasakytina apie urbokompleksų masių skaičiavimą. Pavyzdžiui, stambesniu masteliu gyvenamąją vietą galima padalyti kvartalais – smulkesniais urbokompleksais, o tarp kvartalų einančias gatves laikyti infrastruktūros sistemos dalimis.

Daugumoje technomasės skaičiavimo etapų nustatomos vyraujančios arba vidutinės vieno ar kito objektų tipo reikšmės, nes to pakanka siekiant bendro rezultato. Be to, nagrinėjant stambių urbokompleksų technogeninę morfostruktūrą, susiduriama su tūkstančiais arba šimtais vienokio ar kitokio tipo objektų (pvz., pastatai). Taigi jau net tokiu detaliu lygmeniu, kaip atskiras urbokompleksas, atsiranda etalonų problema. Turi būti išskirti etaloniniai pastatų, gatvių, vamzdynų tinklo tipai.

Daugelis technogeninių objektų tikrosios masės skaičiavimo etapų turi nemažai tarpinių žingsnių (pvz., urbokomplekso pastatų vidutinio aukštingumo apskaičiavimas, susijęs su viso urbokomplekso aukštingumo analize ir skirtingo aukštingumo pastatų užimamos ploto dalies apskaičiavimu; požeminės kanalizacijos tinklų tūriui ir masei nustatyti būtina įvertinti visų požeminių komunikacijų ilgį, skerspjūvio plotą, gylį, konstrukcinių medžiagų tankį).

Kai kuriuose etapuose sudėtingi skaičiavimai būtini, nes apytikslių duomenų galima gauti iš Statistikos departamento prie LR Vyriausybės (pvz., gatvių, vandentiekio, dujotiekio ilgis mieste). Tačiau Statistikos departamente duomenys renkami pagal administracines gyvenamosios vietos ribas, su kuriomis paties urbokomplekso ribos gali visiškai nesutapti. Todėl tiksliausias, nors ir brangiausias, daugelio technogeninių komponentų parametrų apskaičiavimo būdas yra vektorinių žemėlapių naudojimas. Vektoriniuose žemėlapiuose galima rasti ir pastatų užimamą plotą, ir infrastruktūros elementų ilgį. Suteikus visiems informacinio sluoksnio objektams papildomą informaciją (pvz., tankį, plotį), galima apskaičiuoti papildomus rodiklius, pavyzdžiui, masę ar tūrį, o juos nesunku pavaizduoti ir grafiškai.

Skaičiuojant technomasas, kaip minėta, labai svarbūs yra statinių aukštingumo (fizine prasme – tiesiog aukščio) ir konstrukcinių medžiagų tankio parametrai. Statinių plotą galima gauti iš aerofotografinių vaizdų, įskaitmenintų ir paverstų vektoriniais žemėlapiais, o pastatų aukštingumas įprastiniu būdu nenustatomas. Paprasčiausias ir kartu imliausias laiko būdas yra suvesti duomenis iš savivaldybėse ir seniūnijose arba kadastro ir registro įmonėse laikomų pastatų planų. Tai padaryti nelengva dėl to, kad planai laikomi necentralizuotai, o atskiruose padaliniuose, keliuose šimtuose įstaigų. Surinkti pastatų aukštingumo informaciją net etaloniniuose urbokompleksuose gali būti labai imlus laiko darbas. Perspektyviausias būdas – sukurti programą, automatiškai apskaičiuojančią pastatų aukštį pagal matomą aerofotonuotraukoje jų šoninį vaizdą arba šešėlį (įvertinus kampinį statinių atstumą nuo kameros objektyvo ašies arba Saulės aukštį nuo horizonto fotografavimo momentu). Dar vienas būdas – natūriniai vizualiniai statinių aukštingumo tyrimai. Pirmasis metodas (duomenų rinkimas iš pastatų planų) buvo pritaikytas kai kurių Lietuvos miestų (Vilniaus, Panevėžio, Telšių, Mažeikių, Anykščių ir Joniškio) aukštingumo duomenų surinkimui (Godienė, 1999, 2000, 2001). Tokiu pat būdu buvo surinkti duomenys ir apie šių miestų statinių konstrukcines medžiagas, skirstant jas į medį, mūrą, betono plokštes, asfaltą, metalą ir takų dangą (Godienė, 2001). Iš šios apibendrintos tyrimų medžiagos galima sėkmingai skaičiuoti minėtų miestų technomasas. Naudojantis G. Godienės surinktais pastatų aukštingumo ir užimamo ploto duomenimis buvo gauti tirtųjų miestų vidutinio aukštingumo pagal funkcijas ir bendri duomenys (2 lent.).

Vidutinės aukštingumo reikšmės tiek atskirų funkcinių tipų teritorijų, tiek bendrai visam miestui apskaičiuotos formule

$$A_v = \frac{\sum_{i=1}^{i-1} A_i \cdot S_i}{\sum_n S_i}; \quad (1)$$

čia  $A_v$  – vidutinis arealo, susidedančio iš  $n$  kvartalų (gardelių, pagal G. Godienę, 2001), aukštingumas;  $A_i$  – vyraujantis  $i$ -tojo kvartalo aukštingumas (G. Godienės (2001) duomenimis);  $S_i$  – pastatų užimamas plotas  $i$ -tajame kvartale, ha (G. Godienės (2001) duomenimis).

**2 lentelė.** Kai kurių Lietuvos miestų vidutiniai aukštingumo duomenys (skirtingos funkcinės paskirties teritorijose ir bendri), apskaičiuoti remiantis G. Godienės (2001) pateiktais duomenimis.

**Table 2.** Average height data of some Lithuanian cities (in different functional territories and general) calculated according to G. Godienė's (2001) data.

Funkcija / Function	Joniškis	Anykščiai	Telšiai	Mažeikiai	Panevėžys	Vilnius
	Gyventojų skaičius, tūkst. (iš GDB 200000) / Population, thou.					
	12	13	35	46	134	579
Centro/Downtown	2,90	3,20	2,71	3,02	2,99	4,45
Gyvenamoji / Residential	1,73	2,11	2,22	2,97	2,62	4,48
Centro-gyvenamoji, Downtown residential	3,01	2,44	2,71	2,04	2,66	3,59
Infrastruktūra / Infrastructure		1,21	1,01	0,99	1,07	1,28
Mišakai / Forests						1,28
Pramonės Industrial	1,95	1,98	2,07	2,01	2,00	2,97
Rekreacinė / Recreational	1,00		1,50			1,05
Senamiestis (gyvenamoji) / Old city (residential)						2,27
Senamiestis (visuomeninė) / Old city (public)						3,30
Ūkinė ir nenaudojama / Economic and unused	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15
Sodai / Gardens	1,13	1,03	1,01	1,01	1,00	1,10
Visuomeninė / Public	1,96	2,17	2,08	1,96	2,27	3,09
Bendras vidutinis aukštingumas / General average height,	1,95	2,05	2,08	2,35	2,24	3,54

Pagal aukštingumą atskirų miestų skirtingos funkcinės paskirties teritorijos pasiskirsto nevienodai, tačiau pagrindinė tendencija išlieka – didžiausiu aukštingumu išsiskiria centro, gyvenamosios ir centro-gyvenamosios paskirties teritorijos. Bendras miestų aukštingumas daugiausia priklauso nuo jų dydžio (gyventojų skaičiaus), tik iš jų išsiskiria Mažeikių miestas, aukštingumu lenkiantis Panevėžį. Tai susiję su naujoviška daugiabute statyba, skirta apgyvendinti daug Mažeikių naftos perdirbimo įmonės darbuotojų su šeimomis.

Naudojantis G. Godienės duomenimis (Godienė, 2001) buvo nustatytas ir vidutinis pastatų konstrukcinių medžiagų tankis tirtuose miestuose. Įvertinus visų minėtos autorės išskirtų konstrukcinių medžiagų tankius ir iš šių medžiagų pastatytų pastatų plotą bei aukštingumą (t.y. įvertinus, kokia bendro tūrio dalis tenka kiekvienam medžiagų tipui), gautas vidutinis konstrukcinių medžiagų tankis (3 lent.).

**3 lentelė.** Kai kurių Lietuvos miestų vidutinis pastatų konstrukcinių medžiagų tankis ( $\text{kg/m}^3$ ) (G. Godienės (2001) pateiktais duomenimis).

**Table 3.** Average density of building materials ( $\text{kg/m}^3$ ) used in some Lithuanian cities (calculations are based on G. Godienė's (2001) data).

Joniškis	Anykščiai	Telšiai	Mažeikiai	Panevėžys	Vilnius
1327	1406	1427	1553	1511	1610

Vidutinis pastatų konstrukcinių medžiagų tankis apskaičiuotas formule

$$\rho_V = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot S_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot S_i} ; \quad (2)$$

čia  $\rho_v$  – vidutinis arealo pastatų konstrukcinių medžiagų tankis;  $A_i$  – vyraujantis  $i$ -tojo kvartalo aukštingumas (G. Godienės (2001) pateikti duomenys);  $S_i$  – pastatų užimamas plotas  $i$ -tajame kvartale, ha (G. Godienės (2001) pateikti duomenys);  $\rho_i$  –  $i$ -tojo kvartalo pastatų konstrukcinės medžiagos (G. Godienės pateikti (2001) duomenys) vyraujantis tankis, kg/m<sup>3</sup>.

Pagal pastatų konstrukcinių medžiagų tankį šioje miestų grupėje vėlgi išsiskiria Mažeikiai, kurie, nors ir mažesni už Panevėžį, tačiau santykinai turi kur kas daugiau sunkesnių pastatų – mūrinių ir betoninių. Medžiagos tankio mažėjimą smulkėjant miestui lemia medinių pastatų skaičiaus augimas (plg.: betono tankis – apie 2200 kg/m<sup>3</sup>, o medienos – apie 600 kg/m<sup>3</sup>). Tačiau naujos arba palyginti neseniai industrializuotos gyvenvietės, tokios kaip Visaginas, Mažeikiai, Elektrėnai ir kt., išsiskiria dideliu mūrinių ir betoninių blokų daugiabučių pastatų skaičiumi.

Paminėtina, kad pastaraisiais metais vis daugiau statyboje taikomos lengvos sintetinės medžiagos, kurios ilgainiui gali sumažinti vidutinį kai kurių gyvenviečių medžiagų tankį.

G. Godienės išnagrinėti miestai gali tapti etalonais skaičiuojant visos Lietuvos miestų technomases, ypač pritaikant autorės pateiktus aukštingumo ir vyraujančių konstrukcinių medžiagų duomenis. Faktiškai, su nedidele paklaida, visų kitų Lietuvos miestų vidutinį aukštingumą ir vidutinį pastatų medžiagų tankį galima sužinoti atlikus paprastą ekstrapoliaciją pagal gyventojų skaičių. Ši ekstrapoliacija neturi būti automatiška, nes būtina atsižvelgti ir į minėtą padidėjusį pramonės miestų aukštingumą ir pastatų medžiagų tankį.

Tačiau pateiktos miestų aukštingumo ir medžiagų tankio skaičiavimo metodikos nepakanka siekiant įvertinti technomasių pasiskirstymą visos Lietuvos mastu. Reikalingi papildomi tyrimai, kurie atskleistų mažesnių gyvenviečių aukštingumą bei konstrukcinių medžiagų savybes. Mažesnių gyvenviečių vidinės technomorfoliginės struktūros įvairovė yra žymiai didesnė negu didelių miestų, todėl, siekiant kuo mažiau iškraipyti realią situaciją (gyvenamųjų vietovių technomasių reikšmes), būtina didinti etalonų skaičių smulkėjant gyvenvietėms. Kadangi vienas G. Godienės miestų pasirinkimo kriterijų buvo jų dydis gyventojų skaičiaus atžvilgiu, tai ir tolesnis gyvenviečių sugrupavimas etalonų parinkimui pasiūlytas pagal jų gyventojų skaičių.

Pasiūlyti tokie gyvenviečių tipai pagal gyventojų skaičių (skliausteliuose pateikti tokių gyvenamųjų vietovių pavyzdžiai):

1. Daugiau kaip 8000 gyventojų (tai gyvenvietės, kurių technomasių analizei pakanka G. Godienės (2001) pasiūlytų miestų etalonų);
2. 8000–3000 gyventojų (Molėtai, Lazdijai, Vievis, Rietavas);
3. 3000–1500 gyventojų (Vilkija, Rūdiškės, Juodupė, Viekšniai, Skaudvilė);
4. 1500–1000 gyventojų (Pravieniškės, Dieveniškės, Balbieriškis, Lekėčiai);
5. 1000–500 gyventojų (Čekiškė, Seredžius, Jašiūnai);
6. 500–250 gyventojų (Agluonai, Sangrūda, Lazdininkai);
7. Mažiau kaip 250 gyventojų (Leitgiriai, Vaineikiai, Ceikiniai, Luokesa).

Buvo bandyta apibūdinti po vieną pavyzdį iš kiekvienos klasifikacijoje išskirtos gyvenviečių grupės (4 lent.). Etalonų parinkimą riboja naujausios kartografinės medžiagos stygius (didesnei Lietuvos teritorijos daliai trūksta naujų detalių 1:10 000 mastelio topografinių žemėlapių, o esami nauji topografiniai žemėlapiai perteikia irgi senstelėjusią – 1991–1994 m. situaciją) ir atstumas nuo Vilniaus (tyrimams nebuvo pasirinktos Šiaurės ir Šiaurės vakarų Lietuvos pasienio gyvenvietės, kurių taip pat sudaryti naujausi topografiniai žemėlapiai, tačiau stokojant lėšų jos nebuvo tyrinėtos). Dėl naujausios topografinės medžiagos stygiaus ir siauro

gyvenamųjų vietovių pasirinkimo nebuvo galima įvesti tokių atrankos kriterijų kaip gamtinė gyvenvietės situacija, atstumas iki svarbiausių infrastruktūros trasų, didžiųjų miestų ar pramonės įmonių.

4 lentelėje akivaizdžiai parodyta, jog nebūtinai smulkesnės gyvenvietės yra mažesnis vidutinis aukštingumas arba statinių medžiagų tankis. Pastatų žemėjimas smulkėjant gyvenvietei apskritai išryškėja daugeliu atvejų, tačiau Joniškio ir Luokesos (abi gyvenvietės Molėtų rajone) pavyzdžiai tam prieštarauja. Panašiai yra ir su konstrukcinių medžiagų tankiu. Čekiškės miestelis, nors ir mažesnis už Lekėčius ir Vilkiją, pastatytas iš daug sunkesnių medžiagų, jame vyrauja mūriniai neaukšti namai, todėl jo pastatų vidutinis konstrukcinių medžiagų tankis yra didesnis. Luokesos kaimo duomenys, nors ir atrodo prieštaraujantys bendrai tendencijai, atspindi tikrąją situaciją: tai kaimas, esantis vos 3 km į pietus nuo Molėtų, jame vyrauja mūriniai 1,5–2,5 aukšto individualūs namai. Taigi galima daryti svarbią prielaidą teritorinio technomasių pasiskirstymo tyrimuose: gyvenvietės, stambaus miesto tiesiogiai veikiamos socialiniu ir ekonominiu atžvilgiu, yra didesnio aukštingumo ir jų pastatų konstrukcinių medžiagų tankis – didesnis. Vadinasi, kraštovaizdžio technomasių skaičiavimas (tiksliau, etalonų radimas) negali apsieiti be visos teritorijos socialinių ir ekonominių sąlygų ištyrimo. Svarbų vaidmenį čia atlieka ir pramonės bei energetikos įmonių artumas (Mažeikių, Visagino miestų pavyzdžiai).

**4 lentelė.** Skirtingo dydžio gyvenamųjų vietovių apibūdinimas pagal pastatų plotą, aukštingumą ir konstrukcinių medžiagų tankį.

**Table 4.** Description of different-size settlements according to the area and height of buildings and density of building materials.

Gyvenamosios vietovės Settlements	Apytikslis gyventojų skaičius Average population	Pastatų plotas, m <sup>2</sup> Area of buildings, m <sup>2</sup>	Vidutinis aukštingumas Average height	Tankis, kg/m <sup>3</sup> Density kg/m <sup>3</sup>	Gyvenvietės teritorijos užstatytas plotas, ha Area under buildings, ha
	*	**	***	****	*****
Molėtai	7300	326 105	2,31	1377	391,9
Vilkija (Kauno r.)	2900	210 275	1,77	1175	304,8
Lekėčiai (Šakių r.)	1300	101 750	1,60	1092	150,1
Čekiškė (Kauno r.)	800	73 650	1,52	1230	98,1
Joniškis (Molėtų r.)	340	41 850	1,62	1156	77,3
Luokesa (Molėtų r.)	140	11 100	1,88	1313	25,4

**Paiškinimai:**

\* – gautas iš GDB 200000 (GGI licencija); \*\* – apskaičiuotas palete iš topografinių žemėlapių; \*\*\* – apskaičiuotas per keletą pakopų: 1) vizualiai ekspedicijos metu įvertinus kiekvienos gyvenamosios vietovės skirtingo ploto pastatų aukštingumą; 2) kameraliniu būdu apskaičiavus svorinį (plotinį) pastatų aukštingumo vidurkį (žr. (1) formulę); \*\*\*\* – apskaičiuotas per keletą pakopų: 1) vizualiai ekspedicijos metu įvertinus kiekvienos gyvenamosios vietovės skirtingo tūrio pastatų konstrukcines medžiagas; 2) apskaičiavus svorinį (tūrinį) pastatų konstrukcinių medžiagų tankio vidurkį (žr. (2) formulę); \*\*\*\*\* – gautas iš LTDBK50000-V (GGI tinklinė licencija) duomenų bazės.

Dėl skirtingo taikytų metodikų tikslumo negalima palyginti pastatų aukštingumo ir medžiagų tankio duomenų G. Godienės tirtuose miestuose ir darbe išskirtuose smulkesnių gyvenviečių pavyzdžiuose. Ateityje, atliekant visos Lietuvos technomasių skaičiavimą, būtina suvienodinti tokio pobūdžio metodikas, įvertinančias etaloninių gyvenviečių technomasę.

Tačiau minėtų pastatų tūrio ir tankio skaičiavimų nepakanka norint visapusiškai įvertinti urbokompleksų technomasę. Svarbu įvertinti požeminę urbokompleksų dalį, apimančią senąjį kultūrinį sluoksnį (gyvenamuosiuose urbokompleksuose), pamatus ir požemines komunikacijas.

Šių technogeninio kraštovaizdžio elementų technomasių skaičiavimas yra itin sudėtingas, nes 1) būtinas gyvenvietės archeologinių ir istorinių kultūrinių sluoksnių įvertinimas, 2) priėjimas prie strategiškai svarbių požeminių komunikacijų erdvinio pasiskirstymo duomenų yra ribotas ir žinybiškai išsklaidytas, 3) neįmanoma atlikti vizualinės požeminių technogeninių klodų analizės, tenka remtis netiesioginiais, apytikslio vertinimo būdu gautais duomenimis.

Kultūriniai litogeniniai sluoksniai įvairiuose miestuose skiriasi priklausomai nuo jų amžiaus ir istorinių formavimosi sąlygų. Vilniuje kultūrinis sluoksnis, anot archeologų, siekia nuo 3 iki 8 ir daugiau metrų (Lietuvos..., 2001; Prezidentūros..., 2002), Šiauliuose – maždaug 0,5–2,3 m (Šapaitė, 1997), Trakuose – 2,5–3 m (Lisauskaitė, 1991). Pasitaiko suardytų šių sluoksnių arba jie pakeisti naujais požeminiais įrenginiais – garažais, komunikacijų tinklais.

Skaičiuojant gatvių ir apskritai kelių technomasės išskiriamos kelių grupės pagal dangą. Įvertinus dangos sluoksnių tankį ir storį bei kelio plotį randama įvairių tipų kelių masė ilgio vienetui. Tai supaprastintas, generalizuotas kelių technomasės skaičiavimo būdas, nes iš tikrųjų, kaip ir skaičiuojant pastatų technomasę, čia yra daug specifinių dalykų: dangos ir bendrai kelio konstrukcijos tipo priklausomybė nuo kelio apkrovos, panaudotų statybinių medžiagų (vienose vietose keliai tiesiami iš vietinių žaliavų, kitose – iš atvežtinių), istorinių aplinkybių (kai kurie keliai yra kelių šimtų metų senumo, todėl galimi įvairūs kultūriniai sluoksniai), reljefo ypatybių (vienur reikalinga sankasa, kitur – iškasa), upėtumo (esant tankesniai hidrografiniam tinklui daugėja tiltų, kurių technomasė skiriasi nuo paprasto kelio), susikertančių kelių skaičiaus (sankryžose koncentruojasi kelių technomasė) ir pan. Tačiau apibendrintam kraštovaizdžio kelių technomasių pasiskirstymo vaizdui sukurti pakanka pagrindinių Lietuvos kelių tipų (magistralinių, krašto, rajoninių, vietos kelių ir urbokompleksų gatvių) suvidurkintų standartinių dangos sluoksnių storio, pločio ir tankio duomenų (STR..., 2002; Sčesnulevičius, 1966).

Transporto priemonių masės gyvenamojoje vietovėje, kaip savarankiškame teritoriniame vienetė, skaičiavimas palyginti supaprastėja, jeigu yra statistiniai duomenys apie šios gyvenamosios vietovės transporto priemones. Lietuvos miestų šie duomenys yra pateikiami Statistikos departamento leidiniuose (Transportas..., 2001). Kiek kitaip reiktų skaičiuoti vidutinišką (nes tik vidutiniškai galima išreikšti nuolat kintančios padėties objektų pasiskirstymą) už gyvenamųjų vietovių ribų plytinčio kraštovaizdžio apkrovą transporto priemonėmis, jų tikrąją technomasę. Kadangi tiesiogiai suskaičiuoti transporto priemones (sužinoti vidutinį skaičių) keliuose (už kelių ribų esantis transportas sudaro neįžymią dalį) ir kartu kraštovaizdyje neįmanoma, todėl reikalingi netiesioginiai duomenys, t.y. duomenys apie kelių eismo intensyvumą (jie pateikiami Lietuvos automobilių kelių direkcijos leidiniuose ir interneto tinklalapyje [www.lra.lt/intens.html](http://www.lra.lt/intens.html)).

Transporto priemonių tankumas konkrečiame kelyje, kai žinomas jo ilgis ir eismo intensyvumas, apskaičiuojamas formule

$$N = i \cdot L/v; \quad (3)$$

čia  $N$  – transporto priemonių skaičius kelio atkarpoje;  $i$  – eismo intensyvumas, transporto priemonių skaičius per laiko vienetą (pvz., Automobilių kelių direkcijos duomenimis);  $L$  – kelio atkarpos ilgis;  $v$  – vidutinis transporto priemonių važiavimo greitis.

Šią formulę galima taikyti atskiroms transporto priemonių rūšims ir visoms bendrai, tik, žinoma, įvedus suvidurkintus greičio duomenis. Be to, masei apskaičiuoti būtina suvidurkinti ir transporto priemonių, vykstančių konkrečiu keliu, masę.

Be minėtų kelių ir transporto priemonių technomasių, kraštovaizdyje yra žmogaus sukurtų ir kitokių komunikacijų trasų: elektros perdavimo linijos, įvairūs vamzdiniai (antžeminiai ir požeminiai), geležinkeliai. Kai kurios tokių trasų kraštovaizdyje yra retos, pavienės (naftotiekis, dujotiekis, geležinkelis) ir pasižymi santykinai didele technomase, tačiau kitos

yra įprasta mūsų kultūrinio kraštovaizdžio dalis – žemosios įtampos elektros tinklai, telefono linijos, drenažo vamzdžiai. Tačiau tai yra nedidelės technomasės objektai, priskaičiuojamus jų masę bendras technomasių pasiskirstymo pobūdis nedaug pakistų.

Taigi darbo kiekio (ergotechninio rodiklio) skaičiavimas technomasių vertinimui susideda iš daug sudėtingų etapų, kurie skiriasi priklausomai nuo technogeninio objekto tipo.

## 2. Medžiagos dirbtinumo rodiklis

Dirbtinumo rodiklio reikšmė priklauso nuo to, ar technogeniniam objektui sukurti panaudotos dirbtinės medžiagos, ar ne. Tai kokybinis rodiklis, kuriuo siūloma apibūdinti technoobjektų medžiagos dirbtinumą trim laipsniais – objektas yra iš sąlygiškai natūralios medžiagos, pusiau dirbtinės arba dirbtinės.

Sąlygiškai natūralios medžiagos objektai yra gamtiniai transformuoti objektai (retinami ar kertami miškai, arimai, tvenkiniai), neturintys masės dirbtiniai objektai (karjerai, grioviai, iškasos), iš natūralių gruntų (technolitų – Позанов, 1998, 2001a, 2001b) sukurti statiniai. Visiems kitiems technoobjektams (pastatams, keliams, transporto priemonėms ir kt.) sukurti panaudota pusiau dirbtinė arba dirbtinė medžiaga. Natūraliausi yra šiuolaikiniai miškai, nes juose pusiau dirbtinės ir dirbtinės medžiagos beveik nėra, išskyrus nedidelius statinius – pavienius namus, elektros linijų atramas su laidais, takus ir kelius. Visa kita – miško biota (augalija, gyvūnija) – nėra žmogaus sukurtos konstrukcijos, nors žmogus ir gali tai planuoti.

Ten, kur yra arimai ar kitokia žemdirbystės bei gyvulininkystės teritorija, žmogaus dirbtinės medžiagos taip pat nėra, išskyrus galbūt periodiškai išberiamas mineralines trąšas, kurios vis dėlto yra skirtos ne kraštovaizdžio morfostruktūros formavimui, bet augalams vystytis. Atskiras atvejis – kai žemdirbystės teritorijoje yra įrengtas drenažo tinklas arba įkasti kabeliai. Tokiu atveju ši teritorija turi dirbtinės medžiagos elementų.

Kraštovaizdyje dėl žmogaus veiklos atsiranda vadinamosios neigiamos masės objektų – karjerų, griovių, tranšėjų, duobių, šachtų. Tokie objektai, apibrėžiami tik tūriu (jų masė, galima sakyti, lygi jų talpinamo oro masei), dirbtinumo laipsnio atžvilgiu taip pat yra sąlygiškai natūralūs.

Hidrotechniniai įrenginiai – tvenkiniai, užtvankos ir kanalai taip pat yra sudaryti iš natūralios medžiagos – grunto bei vandens. Išimtis, aišku, yra tie kanalai, kurių dugnas išklotas betoninėmis plokštėmis; tuomet tai jau objektai su dirbtinėmis medžiagomis. Užtvankų statinius, nors jie priklauso bendrai užtvankos sistemai, reikia vertinti kaip atskirus urbokompleksus, nes yra didžiulis skirtumas tarp stambaus gamtinių elementų komplekso (viso įrengto tvenkinio) ir santykinai nedidelio statinio – pačios užtvankos.

Iš natūralių gruntų supilti statiniai – tai įvairūs kauburiai, piliakalnių dalys, sankasos. Šiems gruntams sukurti neprireikė pramoninės energijos, jie buvo iškasti, atvežti ir supilti. Jeigu statiniui naudojami tik atvežti, netašyti ir nesurišti skiediniu rieduliai, jis irgi laikytinas natūralios medžiagos objektu (pvz., krantinė arba molas).

Dirbtinės medžiagos, kurias L. L. Rozanovas (Позанов, 1998) pavadino technolitoidais, – tai įvairūs betonai, gelžbetonis, stiklo betonas, keramzitbetonis, asfaltas, dervos, agloropitas, plytos, polimerai (plastikai, silicio polimerai), stiklas, sitalai, metalai ir kt. Dirbtinės medžiagos, kaip žinia, gausiai naudojamos urbokompleksų, infrastruktūros elementų (kelių, vamzdynų, elektros tinklų), transporto priemonių, sąvartynų kūrimui ir statybai. Urbokompleksų (gyvenviečių, pramonės įmonių, karinių miestelių) kūrimui daugiausia naudojamos vidutinio laipsnio dirbtinės medžiagos, savo fizinėmis ir cheminėmis savybėmis artimos gamtinėms uolienoms, – betonai, gelžbetonis, stiklas, asfaltas. Infrastruktūros elementų medžiagos pasižymi didesniu negu urbokompleksų dirbtinumo laipsniu (susijusiu su jų patvarumo reikalavimais),



nes šie elementai, priklausomai nuo savo, kaip laidininkų (autotransporto, skysčių, dujų, elektronų srauto ir kt.), pobūdžio, turi atlaikyti dideles apkrovas ir nuolatinį judėjimą. Tiesa, urbokompleksų viduje taip pat egzistuoja infrastruktūros elementai, kurie išsiskiria juos nagrinėjant tik stambesniu masteliu. Ir šie vidiniai urbokompleksų elementai taip pat išsiskiria didelio dirbtinumo laipsnio konstrukcinėmis medžiagomis. Infrastruktūros elementams naudojami sutvirtintas betonas, asfaltbetonis, asfaltas, gelžbetonis (keliams, aerodromams), metalas, betonas, polimerai (geležinkeliams, vamzdynams, elektros linijoms). Transporto priemonių medžiagos yra pačios brangiausios, aukščiausio dirbtinumo laipsnio ir pasižymi tuo, jog dažniausiai gamtoje grynos nerandamos. Tai metalai, guma, polimerai. Didžioji dalis šių medžiagų į kraštovaizdžio medžiagų ir energijos apytaką įtraukiamos labai lėtai, nors pačios transporto priemonės yra viena aktyviausių ir judriausių kraštovaizdžio apytakos dalių. Sąvartynai pasižymi didele medžiagų įvairove (išskyrus specializuotus sąvartynus): nuo lengvai yrančių natūralių, pusiau dirbtinių medžiagų iki šimtmečius nesuyrančių polimerų atliekų.

Pusiau dirbtinės medžiagos – tai žmogaus transformuotos gamtinės medžiagos: mediena, kuri nėra gaminama (žaliava yra tik pjaustoma lentpjūvėse), ir transformuoti gruntau, uolienos. Pusiau dirbtinės medžiagos daugiausia naudojamos nedidelių urbokompleksų (pvz., kaimų, vienkiemų) kūrimui (mediena), infrastruktūros elementų (kelių, sankasų) statybai (apdorotas gruntas, tašyti akmenys, skalda).

### 3. Technogeninio atsparumo rodiklis

Trečiasis technomase kraštovaizdyje apibūdinantis rodiklis – *technogeninis objekto atsparumas* (priešingas objekto savybei renatūralizuotis rodiklis). Šiuo rodikliu išreiškiamas dar vienas – chronologinis – požiūris į technomases. Kai kurie technogeniniai kraštovaizdžio objektai, pvz., dirbami laukai, kirtimai, piliakalniai, grioviai, ištiesinti upeliai, apleisti palyginus gana greitai renatūralizuojasi, virsta natūralaus tipo kraštovaizdžio sistemos dalimi. Tiesa, technogenizacijos pėdsakai dar ilgai išlieka: senas dirbamas laukas saugo kultūrinio dirvožemio sluoksnius, buvęs kirtimas dar ilgai išgyvena tarpines sukcesijas, piliakalniai, grioviai, ištiesinti upeliai užkonservuoja žemės darbų pėdsakus – sujauktus sluoksnius.

Tačiau egzistuoja nemaža grupė technobjektų, sudarytų iš pusiau dirbtinių ir dirbtinių medžiagų, kurie daug atsparesni išoriniam eroziniam ir koroziniam aplinkos poveikiui. Daugelis urbokompleksų, infrastruktūros tinklo ir transporto priemonių išsiskiria dideliu technogeniniu atsparumu. Tiesa, šis atsparumas dvilypis. Pirmiausia, tai medžiagų atsparumo rodiklis, rodantis, kiek laiko tam tikru intensyvumu veikiama medžiaga išsaugo savo vertingas savybes. Daugelis medžiagų (betonai, metalai, mediena) po kurio laiko veikiamos aplinkos veiksnių – drėgmės, temperatūros svyravimo, mechaninio poveikio, cheminių reakcijų – netenka savo naudingųjų savybių. Pakankamai stipriai apirusi, medžiaga pasidaro nebetinkama eksploatacijai, tačiau kraštovaizdyje ji ir toliau dalyvauja medžiagų apytakoje. Šią pirmąją technogeninio objekto, sudaryto iš dirbtinės arba pusiau dirbtinės medžiagos, egzistavimo kraštovaizdyje fazę galima pavadinti *techniškai aktyviaja*.

Po to prasideda antroji – *techniškai pasyvioji* – technogeninio objekto egzistavimo kraštovaizdyje fazė. Po techniškai aktyvaus objekto amžiaus turi praeiti dar daugiau laiko, kol ši medžiaga bus galutinai įtraukta į natūralius kraštovaizdžio procesus, o iš jos sudarytas objektas taip neatpažįstamai pasikeis, kad daugiau nebegalės būti vadinamas technobjektu. Šis virsmas gali trukti šimtus ar net tūkstančius metų (pavyzdys – apleistos

Egipto arba Meksikos piramidės). Pastebėtina, kad tik stambaus masto gamtiniai reiškiniai (ugnikalniai, potvyniai, Žemės drebėjimai, apledėjimai, nuošliaužos), specialios perdirbamosios pramonės arba griunamoji karinė veikla gali sutrumpinti technogeninių objektų amžių. Be to, šiandienos medžiagų mokslas sukūrė tokių ilgaamžių medžiagų (pvz., polimerus), kurios natūraliomis sąlygomis be didesnių pokyčių gali išbūti keletą šimtmečių.

Ar galima teigti, kad kuo aukštesnis medžiagos dirbtinumo laipsnis (jai pagaminti panaudota daug energijos, prireikė daug natūralios žaliavos perdirbimo ciklą), tuo jos technogeninis atsparumas didesnis, t.y. tuo ilgiau ji išbūna kraštovaizdyje kaip technogeninė? Šiandien daugeliu atvejų tai yra tiesa, tačiau, nepaisant šios priklausomybės, abu minėtus rodiklius galima priskirti savarankiškiems. Jau vien dėl to, kad, pavyzdžiui, tam tikrose konstrukcijose gali būti pradėtos naudoti fiksuoto amžiaus arba valdomojo atsparumo medžiagos – praėjus konkrečiam laikui arba paveiktos tam tikromis priemonėmis medžiagos greitai grįš į kraštovaizdžio medžiagų balansą.

## Išvados

1. Darbo kiekio (ergotechninio) rodiklio skaičiavimas – sudėtingas procesas, apimantis, pirmiausia, tikrosios technogeninių objektų masės radimą su daugeliu tarpinių etapų, kinetinės ir potencinės energijos sąnaudas objektams įrengti kraštovaizdyje.

2. Bandymai apskaičiuoti kai kurių gyvenviečių vidutinį aukštingumą, konstrukcinių medžiagų tankį rodo didelę šių rodiklių reikšmių įvairovę ir jų priklausomybę nuo įvairių veiksnių (dažniausiai socialinių, gyventojų geografijos, kartais – nežinomu). Tai rodo būtinumą sukurti technomasės objektų etalonų sistemą, galinčią supaprastinti kraštovaizdžio technomasės kartografavimą.

3. Dirbtinumo požičiu technogeninius objektus galima skirstyti į sudarytus iš santykiškai natūralios medžiagos (gamtiniai transformuoti objektai, pvz., retinami ar kertami miškai, arimai, tvenkiniai, neturintys masės dirbtiniai objektai – karjerai, grioviai, iškasos, iš natūralių gruntų (technolitų – pagal L. L. Rozanovą) sukurti statiniai), pusiau dirbtinės (žmogaus transformuotos gamtinės medžiagos: mediena, kuri nėra gaminama (žaliava tik pjaustoma lentpjūvėse), ir transformuoti gruntai, uolienos) ir dirbtinės medžiagos (įvairūs betonai, gelžbetonis, stiklo betonas, keramzitbetonis, asfaltas, dervos, agloporitas, plytos, polimerai, pvz., plastikai, silicio polimerai, stiklas, sitalai, metalai).

4. Technogeninio atsparumo rodikliu technomasės vertinamos chronologiniu atžvilgiu. Šiam rodikliui nustatyti reikalingi papildomi medžiagų savybių tyrimai, kaip skirtingų konstrukcinių medžiagų ilgaamžiškumas priklauso nuo įvairių aplinkos veiksnių poveikio. Technogeninių objektų atsparumą galima įvertinti nustatant jų techniškai aktyviosios ir techniškai pasyvosios gyvavimo kraštovaizdyje fazijų trukmę.

*Gauta 2005-02-12*

## Literatūra

- Godienė G.** (1999). Techninės urbanizacijos vertinimo problema, *Geografija*, t. 35(2), p. 14–17.
- Godienė G.** (2000). Jonišio miesto funkcinio vystymosi ir jo teritorijos technogenizacijos sąsaja, *Geografija*, t. 36(1), p. 22–27.
- Godienė G.** (2001). Užstatymo intensyvumo kaitos dėsningumai urbanizuotame kraštovaizdyje. (Lietuvos miestų pavyzdžiu): Dr. disertacija/VU. (Rankraštis.)
- Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas** (2001). Dėl Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės Valdovų rūmų atkūrimo ir paskirties koncepcijos, *Valst. žinios*, Nr. 90-3167
- Lisauskaitė B.** (1991). Bernardinų vienuolyno XV–XX a. archeologinių žvalgomųjų tyrimų ataskaita, Trakai.
- Prezidentūros rūmų istorija** (2002): internetas: <http://adamkus.president.lt/palacehistory.phtml>
- Sčesnulevičius S.** (1966). Statybinės medžiagos, Vilnius.
- STR 2.06.03:2001** (2002). Automobilių keliai: Techninių reikalavimų reglamentas, Vilnius
- Šapaitė A.** (1997). Žvalgomieji tyrinėjimai Šiaulių mieste 1997 internetas: <http://www.heritage.lt/archeologija/at198/senam/30.htm>
- Transportas ir ryšiai 2000** (2001)/Statistikos departamentas prie LR Vyriausybės, Vilnius.
- Veteikis D.** (2003a). Technogeninė kraštovaizdžio morfostruktūra (Lietuvos teritorijos pavyzdžiu): Dr. disertacija/VU. (Rankraštis.)
- Veteikis D.** (2003b). Technotopų skyrimo metodikos problema, *Geografija*, t. 39(2), p. 24–30.
- Розанов Л. Л.** (1998). Технолитоморфогенизация географической оболочки, *Изв. Рос. Акад. Наук. Сер. геогр.* [Изв.Акад. Наук СССР. Сер. геогр.], т. 2, с. 39–52.
- Розанов Л. Л.** (2001а). Интегральная геоповерхность – морфологическая основа географической оболочки, *Изв. Рос. Акад. Наук. Сер. геогр.*, т. 2, с. 32–40.
- Розанов Л. Л.** (2001,б). Технолитоморфная трансформация окружающей среды, Москва.

## Indices of quantitative evaluation of technomasses in landscape

### *Summary*

A thorough evaluation of technomass should include three indices: 1) quantity of labour performed by enginery (ergotechnical index), 2) artificiality of material created or affected, and 3) technogenic resistance of an object (opposite to renaturalization of an object).

*Quantity of labour* used for creation or transformation of an object is a common index for all types of newly created landscape. Yet only part of used energy can be termed effective labour. Actually this index includes energy expenditure on introduction, embedding, setting up evaluation and setting up in a landscape. This is not the labour done creating an artificial material (e.g., production of silicate bricks, melting of metal) but only that part of the labour which was done for import or export of extracted (mined) or manufactured product and effectively done for setting up of these products in a landscape. In case of construction works this is the labour done for transportation of building materials and their lifting into the necessary height. In case of ploughing, this is the labour done to dislodge soil mass, in case of forest felling – the labour done for felling and removal of timber from the deforestation area. After evaluation of the changes of potential and kinetic energy employed in transportation and lifting of material it is possible to get a general idea about the effective labour done for creation of different technogenic landscape objects (Table 1).

Calculation of the quantity of labour used in creation of technological objects in a landscape requires determining of the real mass of objects. This is a complex process embracing identification of the density and volume (e.g., product of height and area of buildings) of objects in the reference units of territories (settlements, etc.) (Tables 2–4). The calculations for urban complexes are most complicated (buildings, infrastructure, complexes of lands used for different purposes, in most cases settlements, and some times large industrial and energy enterprises). It is necessary not only to evaluate the volumetric characteristics of external objects but also the extent of communications and thickness of cultural layers. Objects of infrastructure (roads, pipe-lines, railway, etc.) and means of transport represent some technomasses. The technomass of the latter landscape components can be evaluated on the basis of the data of Motor Roads Administration about the traffic intensity and speed on the Lithuanian roads. The average distribution density of motor cars on the Lithuanian roads can be derived from these data.

From the point of view of artificiality technogenic objects may be classified into the ones composed of relatively natural material (natural transformed objects: thinned out or felled forests, ploughed soils, ponds, etc.), artificial objects having no mass (quarries, ditches, trenches, etc.), constructions built of natural soils (technolites; according to L. L. Rozanov), semi-artificial objects produced of transformed natural material (timber, which is sawed in sawmills, or transformed soils and rocks) and artificial objects (produced of various kinds of concrete, ferro-concrete, glass-concrete, clay-concrete, asphalt, pitches, agloporite, bricks, polymers – resins, silicon polymers – glass, and metals).

The index of technogenic resistance reflects the chronological attitude towards technomasses. Evaluation of this index requires analysis of longevity of different building materials affected by different landscape forces. Determining the timescale of technically active and technically passive phases of existence in a landscape can help to evaluate resistance of technogenic objects.

Calculation of technomass should embrace different aspects of evaluation of landscape objects: the real mass, quantity of labour necessary to set up the object in a landscape, level of artificiality, and resistance to destructive forces. Analysis of the indices of technomass revealed that determining the reference territorial units is the major problem in technomass calculation.