



2021

Užsienio šalių praktikos
įgyvendinant „Išmaniojo
miesto koncepciją“ analizė,
Lietuvos praktikos įvertinimas
ir siūlymų Lietuvai parengimas

LR Aplinkos ministerijos užsakymu atliktame tyrime „Užsienio šalių praktikos įgyvendinant „Išmaniojo miesto koncepciją“ analizė, Lietuvos praktikos įvertinimas ir siūlymų Lietuvai parengimas“ analizuojama išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirtis analizę siekiant identifikuoti pagrindinius iššūkius ir sėkmės prielaidas. Taip pat pasirengiama tolimesnei užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo kaštų naudos ir/arba veiksmingumo analizei, išanalizuojant investicijomis sprendžiamą problemą, identifikuojant viešąsias paslaugas, kurioms gerinti planuojamos RRP komponento investicijos, nustatant problemos sprendimo alternatyvas, aprašant investicijų poveikio loginį modelį, nustatant poveikio tikslines grupes bei aprašant galimas naudas. To pagrindu pateikiami siūlymai Lietuvai dėl išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinio investicinių alternatyvų.

Dalykinės srities vadovas:

Dr. Eimutis Misiūnas

Tyrimą atliko:

Žemyna Pauliukaitė-Gečienė, dr. Rasa Pranskevičiūtė-Amoson, dr. Rima Rubčinskaitė

Dėkojame:

Už konsultacijas – dr. Eglei Radvilei, dr. Dariui Pupeikiui, Egidijui Skrodeniui

Informacija tyrimo citavimui:

STRATA (2021). Užsienio šalių praktikos įgyvendinant „Išmaniojo miesto koncepciją“ analizė, Lietuvos praktikos įvertinimas ir siūlymų Lietuvai parengimas. Vyriausybės strateginės analizės centras.



Parengta vykdant projektą „Įrodymais grįsto valdymo kompetencijų centro įkūrimas“ (Nr.10.1.1-ESFA-V-912-01-0025)

Pasiūlymus, pastabas, komentarus prašome siųsti info@strata.gov.lt

Turinys

Santrumpos	4
SANTRAUKA	5
ĮVADAS	9
1. Išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirties analizė	11
1.1. Teorinių sąvokų aptarimas	11
1.1.1. Išmanojo miesto samprata ir ypatumai	9
1.1.2. Išmanaus miesto užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio samprata ir ypatumai	17
1.2. Užsienio valstybių patirties analizė	24
1.2.1. Europinės iniciatyvos dalintis gerąja praktika	24
1.2.2. Suomijos patirtis	27
1.2.3. Jungtinės Karalystės patirtis	35
1.3. Lietuvos patirties analizė	38
1.3.1. Vilniaus patirtis	39
1.3.2. Kauno patirtis	41
1.3.3. Šiaulių patirtis	45
1.4. Viešojo ir privataus sektoriaus indėlis	47
2. Užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis	55
A. Investicijos į atviro detalaus erdvinio pagrindo informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą	59
C. Investicijos centralizuotos 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti kūrimui	63
D. Investicijos centralizuotam skaitmeniniam pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui, priežiūrai ir atnaujinimui pagerinti, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones	67
E. Investicijos valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimui, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui	71
Investicijų alternatyvų palyginimas	76
Išvados ir rekomendacijos	79
Bibliografija	82
Priedas 1. Interviu metodika	86
Priedas 2. Naudų tikslinėms grupėms preliminarus vertinimas pagal statybos procesus	88

Santrumpos

BIM – statinio informacinis modeliavimas (angl. *building information modeling* (BIM))

BVP – bendrasis vidaus produktas

BPV – bendroji pridėtinė vertė

CŠT – centralizuota šilumos energija

CVP IS – centrinės viešųjų pirkimų informacinė sistema

DI – dirbtinis intelektas

EBPO – Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija

EK – Europos Komisija

ES – Europos Sąjunga

GIS – geografinės informacinės sistemos

IMIC – KTU Išmaniųjų miestų ir infrastruktūros centras

IRT – Informacinės ir ryšių technologijos

JK – Jungtinė Karalystė

KPI – pamatuojami rezultato rodikliai (angl. *key performance indicators* (KPI))

KTU – Kauno technologijos universitetas

KTVIS - valstybinės ir vietinės reikšmės kelių turto valdymo informacinė sistema

LAKIS - Valstybinės reikšmės kelių informacinė sistema

LR – Lietuvos Respublika

NSIK – nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius

NTR - nekilnojamojo turto registras

NTK – nekilnojamojo turto kadastras

SEDR – savivaldybių erdvinių duomenų rinkinys

STRATA – Vyriausybės strateginės analizės centras

ŠESD – šiltnamio efektą sukeliančios dujos

TIIS – Topografijos ir inžinerinės infrastruktūros informacinė sistema

TPDRIS – Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų rengimo ir teritorijų planavimo proceso valstybinės priežiūros informacinė sistema

TPDR – Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų registras

VG TU – Vilniaus Gedimino technikos universitetas

VK – Valstybės kontrolė

VVK – Vilniaus miesto savivaldybės statybų valdymo bendrovė UAB „Vilniaus vystymo kompanija“

VTIPS – valstybės turto informacinės paieškos sistema

ŽPDRIS – žemėtvarkos planavimo dokumentų rengimo informacinėje sistemoje

SANTRAUKA

Apžvalgoje „Užsienio šalių praktikos įgyvendinant „Išmanojo miesto koncepciją“ analizė, Lietuvos praktikos įvertinimas ir siūlymų Lietuvai parengimas“ pateikiama medžiaga ir įžvalgos, siekiant pasirengti investicijų kaštų naudoms ir/ar veiksmingumo analizei, kuri įvertintų šio tyrimo užsakovo, Aplinkos ministerijos, investicijų, skirtų modernizuoti Lietuvos užstatytos aplinkos (pastatų ir infrastruktūros) vystymo ir valdymo procesus juos skaitmeninant, optimaliausią alternatyvą. Užsakovas planuoja šioms investicijoms įgyvendinti pasinaudoti Ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo plano (RRP) komponento skaitmeninimui finansinėmis galimybėmis.

Teorinis kontekstas

Išmanusis miestas – labai plati sąvoka, apimanti tokius komponentus kaip išmanusis viešasis valdymas, sumanūs gyventojai, išmani ekonomika, išmani aplinka, išmanus mobilumas ir išmani gyvenamoji aplinka. Išmanojo miesto termino apibrėžimų esti įvairių, tačiau bendra tarp jų yra tai, jog išmanusis miestas matomas kaip pridėtinės vertės generatorius, leidžiantis siekti trijų pagrindinių tikslų: geresnės gyvenimo kokybės jo gyventojams, didesnio miesto ekonominio konkurencingumo bei tvarumo. Pasiiektas aukščiausias miesto išmanumo lygis pasižymi tuo, jog įvairių aspektų duomenys renkami ir tvarkomi viso miesto mastu; yra įdiegtos priemonės, leidžiančios operatyviai tvarkyti duomenis bei leisti paslaugas teikti duomenų pagrindu; bendras paslaugų tinklas leidžia įvairaus lygio fiziniams bei juridiniams asmenims įsitraukti į miesto valdymą bei naudotis ar kurti naujas miesto paslaugas; bendras informacinių sistemų tinklas suteikia galimybę operatyviai keisti duomenimis bei tokiu būdu paslaugas teikti vienisiai. Šias išmanaus miesto funkcijas padeda atliepti skaitmeninio dvynio sprendimai.

Skaitmeninis išmanojo miesto užstatytos aplinkos dvynys leidžia įveikinti visas tris pagrindines išmanojo miesto funkcijas - žinoti, reaguoti bei numatyti. Skaitmeninių dvynių vertė išryškėja tada, kai surinkti duomenys yra panaudojami problemoms spręsti bei sprendimams priimti. Užstatytos aplinkos skaitmeniniai dvyniai padeda spręsti iššūkius, susijusius su nekilnojamo turto valdymu, įgalina stebėseną realiuoju laiku bei įvairių sprendimų simuliacijas (kas būtų, jeigu būtų) siekiant pasirinkti optimaliausią variantą, teikia reikalingus duomenis ir informaciją dirbtiniam intelektui, kurio potencialas gali būti išnaudojamas įvairiems tikslams. Miesto lygio skaitmeninis dvynys galimas įvairių brandos lygių, jis nebūtinai turi būti atvaizduojamas 3D formate, nebūtinai turi būti susietas su realaus laiko informacijos gavimu ar smulkausio erdvinio vieneto atvaizdavimu – sudėtingesnius technologinius sprendinius galima diegti palaipsniui. Skaitmeninis dvynys skirtas identifikuoti sisteminio lygmens riziką, vystomų sprendimų neefektyvumą, skatinti tarpdalykinį profesionalų bendradarbiavimą, o ne teikti išskirtinį modelį optimizavimui. Kad būtų padarytas realus politinis poveikis, skaitmeninį dvynį, kaip technologinį sprendinį, turi lydėti prasmingos ir konstruktyvios politinės įžvalgos. Kai kurie iššūkiai, tokie kaip socialinė nelygybė, apskritai nėra spręstini skaitmeninio dvynio pagalba. Svarbu, jog atskiri skaitmeniniai dvyniai būtų jungiami į vieną standartizuotą aplinką, gebėti prisitaikyti prie technologinių ir visuomenės pokyčių bei būtų aiškus savininkas ir koordinavimo procesas (kieno tai atsakomybė, valdymas ir reguliavimas). Šios sąlygos, modernizuojant urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo procesus, išpildytos tokiose šalyse kaip Suomija bei Jungtinė Karalystė.

Išmanaus miesto užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinių įgyvendinime vis labiau pastebima privataus ir sektoriaus indėlio svarba ir poreikis visuose etapuose, įskaitant politikos formavimą, planavimą, projektavimą, įgyvendinimą, eksploatavimą priežiūrą, stebėseną bei finansavimą. Lietuvos statybų sektoriaus skaitmeninimo ir jo finansavimo galimybių studijoje (2016) viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimui siūloma rinktis subalansuoto valstybės ir verslo bendradarbiavimo modelį kaip efektyviausią diegiant skaitmenizavimo priemonių kompleksą. Sujungti/integruoti bendradarbiavimo sprendimai bendrai užtikrintų efektyvų visų SGC dalyvių atstovavimą ir bendrų rezultatų siekimą, sprendimų suderinimą, viešojo intereso (tvarumo, konkurencingumo, efektyvumo ir kt.) tikslų įgyvendinimo užtikrinimą. Kartu tai leistų suvienyti bendrus viešo ir privataus sektorių žmogiškus ir finansinius resursus. Tai leistų optimizuoti viešojo sektoriaus ir verslo išlaidas, tai taip pat leistų pašalinti nereikalingus ir neveiksnius apribojimus tarp skirtingų institucijų. Akcentuotina, jog nors

privatų sektorių vertėtų įtraukti jau pirminiame miesto plėtros planavimo etape, iniciatyva ir lyderystė turėtų ateiti iš viešojo sektoriaus. Viešajam sektoriui inicijuojant, organizuojant ir koordinuojant užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimą ir aiškiai komunikuojant bendradarbiavimo naudas privačiam sektoriui, pastarasis, kaip išaiškėjo interviu metu, pasirengęs svarstyti įsitraukimą dalinantis savo patirtimi ir pagalba. Prie šios iniciatyvos įgyvendinimo statybų sektoriaus atstovai galėtų prisidėti patirtimis, žiniomis, *know how* patarimais, perduodant jau pastatytų pastatų BIM modelius, parodant, kodėl ir kaip tokie modeliai gaminami, kur matoma pridėtinė vertė.

Užsienio ir Lietuvos užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių patirtis

Jungtinė Karalystė ir Suomija – tai šalys, turinčios ambicijų sukurti *nacionalines* užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių sistemas. Apibendrinant Suomijos patirtį, akcentuotina, jog šalis turi ambicijų iki 2023 m. sukurti nacionalinę užstatytos aplinkos skaitmeninę informacinę sistemą, kurioje bus surinkta ir vienoje vietoje prieinama svarbiausia informacija apie užstatytą aplinką. Tai dalis skaitmeninės užstatytos aplinkos programos iki 2030 m. veiklos. Teigiama, jog nacionalinė užstatytos aplinkos skaitmeninės informacijos sistema bus naudinga pastatų savininkams ir jais besinaudojantiems, įmonėms, savivaldybėms, centrinei valdžiai, aplinkai bei klimatui. Suomijos sostinė Helsinkis, kaip išmanusis miestas, užima pirmaujančias pozicijas tarptautiniuose reitinguose, siekia būti miestu, kuris geriausiai išnaudoja skaitmeninimą. Sukurtas 3D miesto modelis, naudojamas statybų planavimui, automobilių srauto valdymui, bei miesto patrauklumui turistams didinti (virtualų Helsinkį gali aplankyti turistai). Ypatingai išvystytas Helsinkio miesto dalies – Kalasatama – skaitmeninis dvynys. Kalasatama skaitmeninio dvynio projekto metu sukurti aukštos kokybės atvirų duomenų 3D modeliai, kurie yra kaip platforma, skirta projektuoti, išbandyti, taikyti ir aptarnauti visą užstatytos aplinkos gyvavimo ciklą. Šiame projekte panaudoti pažangiausi technologiniai sprendiniai.

Apibendrinant Jungtinės Karalystės patirtį, akcentuotina jog JK užima lyderiaujančias pozicijas užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių kūrimo srityje. Išsikelta ambicija sukurti nacionalinio lygmens užstatytos aplinkos skaitmeninį dvynį, kuris veiktų kaip atskirų miestų skaitmeninių dvynių ekosistema. Į skaitmeninę infrastruktūrą Jungtinė Karalystė planuoja investuoti 600 mlrd. svarų. Skaičiuojama, jog skaitmeninių dvynių sprendiniai generuos 7 mln. svarų vertę per metus. Tikimasi, jog nacionalinis skaitmeninis dvynys leis optimizuoti tokius resursus kaip energija ir vanduo, sumažins transporto trikdžius ir vėlavimą bei palengvins eismo srautą, padidins atsparumą teroristinėms atakoms, pagerins reagavimą į stichines nelaimes, pagerins JK gyventojų gyvenimo kokybę. Nacionalinis skaitmeninis dvynys kuriamas pagal Nacionalinę skaitmeninių dvynių programą, pradėtą 2018 m. Ją vykdo Kembridžo universiteto ir Verslo, energetikos ir pramonės strategijos departamento partnerystės centras „Center for Digital Built Britain“. Siekiama įgalinti nacionalinį skaitmeninį dvynį – sujungti skaitmeninius dvynius į ekosistemą, siekiant geresnių rezultatų; sukurti informacijos valdymo sistemą, kad būtų užtikrintas saugus ir patikimas dalijimasis duomenimis ir veiksmingas informacijos valdymas; įsteigti skaitmeninės sistemos užduočių grupę, kad būtų užtikrintas pagrindinių žaidėjų koordinavimas ir tarpusavio susiderinimas. Išskiriamos naudos visuomenei, ekonomikai, verslui ir palinkai. Nacionalinė skaitmeninių dvynių programa grįsta akademinės bendruomenės, pramonės ir vyriausybės bendradarbiavimu.

Akcentuotina, jog pasaulinių universalių modelių, padėsiančių suformuoti visuminį vaizdą bei visapusiškai tinkančių konkrečiam Lietuvos miestui ar šaliai nacionaliniu lygmeniu – nėra. Esant bendram šalių ir miestų skaitmenizacijos poreikių faktoriui, išlieka individualių sprendimų ir jų alternatyvų paieškos. Šioms paieškoms įtaką darantys kultūriniai skirtumai bei kiekvienos šalies ir miestų unikalumas daugiau pabrėžia ir skaitmeninio dvynio formavimo unikalųjį principą bei aspektus.

Lietuvoje nagrinėti trijų didmiesčių – Vilniaus, Kauno, Šiaulių – atvejai, siekiant išanalizuoti skaitmeninio dvynio kūrimo patirtį bei identifikuoti sėkmės prielaidas ir kliūtis. Atlikta analizė atskleidė, jog pagrindinės išmaniųjų miestų kūrimo sėkmės prielaidos – politinė lyderystė, žmonių kompetencijos. Akcentuojamas poreikis turėti pakankamą skaičių žmonių, galinčių galvoti apie inovacijas plačiąja prasme, prisiimančių lyderystę generuojamose įžvalgose ir įgyvendinamuose sprendimuose. Taip pat aktualus sukurtų išmanaus miesto skaitmeninių įrankių integravimas į kitus viešosios politikos procesus bei priimamus sprendimus. Skaitmeninio dvynio kūrimo ir valdymo metu susiduriama su šiais pagrindiniais iššūkiais: išmaniųjų miestų skaitmeninės

informacijos kūrimo ir valdymo fragmentacija, skaitmeninių kompetencijų ir supratimų trūkumo iššūkiais, išmanaus miesto kūrimo sprendimų fragmentacijų iššūkiais.

Užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis

Ataskaitoje pateikiamas užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis: įvardinamos sprendžiamos problemos bei apžvelgiamas jų mastas; identifikuojamos viešosios paslaugos, kurioms gerinti skirtos investicijos; nagrinėjamos sprendimo alternatyvos, analizuojamas investicijų poveikio loginis modelis; nustatomos poveikio tikslinės grupės bei identifikuojamos joms galimos naudos – t.y. pasirengiama kaštų naudos ir/arba veiksmingumo analizei ateityje. Užstatytos aplinkos (pastatai ir infrastruktūra) skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis analizuotas tikslu įvertinti planuojamų investicinių sričių tikslingumą bei remtasi pateikta Aplinkos ministerijos medžiaga.

Identifikuotos trys pagrindinės problemos, kurioms spręsti skirtos užstatytos aplinkos skaitmeninio investicijos: 1) savivaldybės neefektyviai vykdo statybos leidimų išdavimą; 2) sprendimai susiję su pastatų, infrastruktūros valdymu ir investicijomis į renovaciją, turto valdymą, energijos naudojimo valdymą, energinio naudingumo ir tvarumo pagerinimą nėra pakankamai kokybiški ir greitai; 3) nekokybiškas ir lėtas investicijų į statinius planavimo procesas. Šioms problemoms spręsti planuojama modernizuoti Lietuvos urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo procesus, taikant skaitmenines informacijos kūrimo ir valdymo praktikas ir pasinaudojant Ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo plano (RRP) komponento skaitmeninimui finansinėmis galimybėmis.

Kuriant nacionalinį atvirą centralizuotą 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti pagrindą, išskiriamos šios pagrindinės investicijų sritys:

- A. atviras detalus erdvinis pagrindas informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti ir teikti;
- B. BIM norminių dokumentų sistema, nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius (BIM-LT projektas)¹;
- C. nacionalinis centralizuotas 3D erdvinis užstatytos aplinkos (statiniai ir infrastruktūra) pagrindas;
- D. centralizuota, integruota skaitmeniniu pagrindu sistema, skirta pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui ir priežiūrai;
- E. BIM sprendimams taikyti ir erdviniam pagrindui atnaujinti valstybės informacinių sistemų/registrų/kadastrų atnaujinimas (VTIPS, "Infostatyba", ŽDPRIS, TPDRIS, TPDR, KTVIS, LAKIS, NTK, NTR ir kt.).

Apžvelgus kiekvienos iš investicijų sričių problemas ir jų mastą, sukonstravus kiekvienos iš investicijų sričių loginius modelius, identifikavus poveikį tikslinėms grupėms, toliau preliminariai vertinamos aukščiau nagrinėtos investicijos pagal naudas tikslinėms grupėms (verslui, savivaldybėms, gyventojams, viešajam sektoriui (ministerijoms ir joms pavaldžioms institucijoms) ir mokslui). Konkrečiai įvardintos naudos priskirtos vienam arba keliems statybos procesams pagal statybos informacijos standartą LST EN ISO 12006-2:2020 (valdymas, statinio gyvavimo ciklas, planavimas, projektavimas, statyba, priežiūra).

Remiantis preliminariu įvardintų naudų vertinimu, kuris pateiktas 2 priede, galima teigti, kad didžiausią reikšmę turi A ir C investicijų sritys, o didžiausią pridėtinę vertę pagal nagrinėtas naudas sukurtų A, C ir D investicijų sritys. A ir C sričių investicijos kartu gali būti vertinamos kaip pagrindas užstatytos aplinkos skaitmenizavimui, o E dalies investicijos yra BIM-LT projekto tęsinys, perkeliant projekto rekomendacijas į skaitmeninę erdvę ir jas įgalinant. A srities investicijos yra pagrindas kitų reformos sričių investicijoms ir kol ji nėra įgyvendinta, nėra aišku, ar galima pradėti investuoti į C, D ir E sritis.

Remiantis preliminariu vertinimu, didžiausia nauda statybos procesams nustatyta, įgyvendinus visą investicijų paketą (III alternatyva: A+C+D+E). Antra pagal investicijų vertę statybų procesams ir antra didžiausia pagal investicijas būtų II alternatyva (A+C+D). Ši alternatyva būtų naudingiausia savivaldai ir verslui bei preliminariu

¹ BIM-LT projekto (B investicijų sritis), kuriuo siekiama standartizuoti duomenų statyboms rinkimą, pabaiga planuojama 2022 m. pradžioje, todėl šiame tyrime išsamiai nenagrinėjamas.

vertinimu pagal laiko ir kaštų sutaupymus statybos procesuose būtų optimaliausia. IV alternatyva lyginant su trečiąja kainuotų beveik tiek pat kaip ir II alternatyva, tačiau būtų žymiau mažiau naudinga. Vertinant alternatyvas pagal išmanumo požymius, didžiausiu išmanumu pasižymi III ir II alternatyvos (15 ir 12 balų atitinkamai). Vis tik šis vertinimas yra tik preliminarus ir neparemtas papildomais duomenimis naudoms, kurios aprašytos prie investicijų sričių. Taip pat, nenagrinėti investicinių sričių svertai bei nevertinti kaštai pagal rinkos kainas. Tad rekomenduojama atlikti tolesnį kaštų naudos ir/arba veiksmingumo vertinimą, surinkus duomenis naudoms įvertinti pagal visas investicijų sritis, naudojant oficialios statistikos (jei yra) ir interviu su ekspertais, tikslinių grupių apklausų metodus. Tolesniam kaštų naudos ir/arba veiksmingumo vertinimui siūloma palikti tris alternatyvas: I, II, III. Rekomenduojama svarstyti kaštų veiksmingumo vertinimo būdą, nes preliminariu vertinimu didžiausios naudos identifikuotos per statybos procesus ir remiantis 2016 m. atliktu tyrimu ("Skaitmeninė statyba", 2016) skaitmenizavimo procesas darys žymią įtaką statybų procesų laiko ir kaštų sutaupymams.

ĮVADAS

Išmanieji miestai yra glaudžiai susiję su išmaniųjų technologijų panaudojimu siekiant geresnės gyvenimo kokybės jo gyventojams, didesnio miesto ekonominio konkurencingumo bei tvarumo. Šiems tikslams įgyvendinti išnaudojamos išmanaus miesto skaitmeninio dvynio galimybės. Išmaniojo miesto skaitmeninis dvynys leidžia įgyvendinti tris pagrindinius išmanumo požymius – žinoti, reaguoti bei numatyti. Užstatytos aplinkos skaitmeniniai dvyniai įgalina stebėseną realiuoju laiku, įvairių sprendimų simuliacijas (kas būtų, jeigu būtų), siekiant pasirinkti optimaliausią variantą, bei padeda spręsti iššūkius, susijusius su nekilnojamo turto ir infrastruktūros valdymu. Skaitmeniniame dvynyje generuojami kompleksiniai duomenys ir su jais susieti technologiniai sprendimai leidžia įvairiems subjektams (investuotojams, NT plėtotojams, pramonei, fiziniams asmenims, viešojo sektoriaus subjektams) priimti greitus, įrodymais grįstus investavimo ir valdymo sprendimus.

Skaitmeninio dvynio sprendinys ypač aktualus statybų sektoriui. Globaliu mastu statybos sektoriaus efektyvumas ir jo tobulėjimo sparta labai atsilieka nuo kitų gamybinių sektorių, sparčiai diegiančių informacinių ir komunikacinių technologijų pasiekimus, technologinės ir organizacinės plėtros. Lietuvos statybų sektorius, taip kaip ir globalus statybų sektorius, yra labai fragmentuotas, susidedantis iš mažo pelningumo ir labai inertiškai inovacijas priimančių įmonių (Skaitmeninė statyba, 2016). Nepaisant šio inertiškumo ir fragmentacijos, panašiai kaip ir kituose sektoriuose, statybos sektoriuje pasauliniu mastu šiuo metu vyksta „skaitmeninė revoliucija“, nors iki tol jame našumas buvo didinamas nedaug. Įvairiose vertės grandinės dalyse sparčiai diegiamas statinio informacinis modeliavimas (BIM) kaip strateginė priemonė siekiant mažinti sąnaudas, didinti našumą ir veiklos efektyvumą, gerinti infrastruktūros kokybę ir aplinkosauginį veiksmingumą. Statybos sektorius yra strategiškai svarbus ekonomikai dėl jo produkcijos, kuriamų darbo vietų ir dėl to, kad jame kuriama ir prižiūrima užstatyta aplinka. Europos statybos sektorius, Eurostat duomenimis, 2019 m. sudarė 5,4 proc. ES BVP, jame dirbo 5,19 milijonų žmonių. Jis yra ekonomikos augimą skatinanti jėga ir jame veikia daugiau kaip 3 milijonai įmonių, kurių dauguma yra mažos ir vidutinės įmonės (MVĮ). Šis sektorius yra vienas iš mažiausiai skaitmenintų sektorių, o jo našumo lygiai nedidėja arba mažėja. Metinis šio sektoriaus našumo lygis per praėjusius 20 metų padidėjo tik 1 proc. (EUROBIM Task Group, 2018). Lietuvoje 2020 m. statybos sektorius sukūrė 7,6 proc. šalies BVP, kuris to meto kainomis siekė 48,8 mlrd. Eur. Mūsų šalyje 2020 m. pabaigoje statybos sektoriuje dirbo 92 958 asmenys, o statybos įmonių skaičius išaugo iki 9 364. Statybos įmonių atliktų darbų apimtys Lietuvoje 2020 m. sudarė 3,3 mlrd. Eur. Užsienyje atliktų Lietuvos statybos įmonių darbų apimtys 2020 m. sudarė 396 mln. Eur. Viešųjų pirkimų statybos darbams įsigyti sudarytų sutarčių vertė Lietuvoje 2020 m. buvo 2 362,5 mln. Eur (Lietuvos statybininkų asociacijos internetinė svetainė). Lietuvoje yra 60 savivaldybių, kuriose remiantis VĮ Registrų centras duomenimis, yra apie 2,6 mln. įvairios paskirties pastatų, kuriuose registruotas 235 mln. kvadratinų metrų plotas.

Kertinė sąlyga kuriant užstatytos aplinkos skaitmeninį dvynį – (erdvinių) duomenų prieinamumas ir kokybė. Lietuvoje nacionaliniu mastu kol kas ši sąlyga nėra pilna išpildyta. Egzistuoja tik pavieniai gerieji pavyzdžiai (pvz. Vilnius). Šiuo metu susiduriama su problema, jog duomenų ir informacijos apie užstatytos aplinkos objektus apimtis, patikimumas, tikslumas, suderinamumas, prieinamumas nėra pakankami. Dėl duomenų ir susietos informacijos trūkumo analitiniai technologiniai įrankiai investavimo ir valdymo sprendimuose nenaudojami visiškai arba naudojami labai mažai, fragmentiškai. Ši praktika turi įtakos savivaldybių neefektyviam statybų leidimų išdavimui; sprendimai susiję su pastatų, infrastruktūros valdymu ir investicijomis į renovaciją, turto valdymą, energijos naudojimo valdymu, energinio naudingumo ir tvarumo pagerinimą nėra pakankamai kokybiški ir greitai; investicijų į statinius planavimo procesas yra nekokybiškas ir lėtas. Tai riboja valstybės pažangą, tolygų jos regionų ir ūkio vystymąsi, valdysenos pažangą, iš esmės apsunkina investavimo ir valdymo sprendimų priėmimą.

Atliepiant šias problemas, LR Aplinkos ministerija inicijavo investicijų į pastatų, infrastruktūros statybą ir įrengimą planavimo pagrindų pertvarką, taikant skaitmenines informacijos kūrimo ir valdymo praktikas, kurios tikslas – pagerinti investavimo į pastatų ir infrastruktūros statybą, įrengimą sprendimų kokybę ir greitį taikant išmaniojo miesto skaitmenines informacijos kūrimo ir valdymo praktikas. Ši iniciatyva atliepia gerąsias europines praktikas: Europos viešajam sektoriui skirtame statinio informacinio modeliavimo (BIM) diegimo vadove (EUROBIM Task

Group, 2018) pabrėžiama „iš viršaus į apačią“ lyderystės statybos sektoriaus skaitmeninimo procesuose svarba, be kurios, tikėtina, kad toliau tęstųsi menkas ir netolygus informacinių technologijų diegimas šiame sektoriuje, todėl mažėtų jo galimybės reikšmingai padidinti našumą ir ekonomiškai naudingą lėšų panaudojimą. Tai ypač aktualu dideliame ir įvairiam šio sektoriaus MVĮ segmentui.

Šis „Užsienio šalių praktikos įgyvendinant „išmaniojo miesto koncepciją“ analizė, Lietuvos praktikos įvertinimas ir siūlymų Lietuvai parengimas“ tyrimas inicijuotas LR Aplinkos ministerijos kaip siekis pasirengti minėtai investicijų į pastatų, infrastruktūros statybą ir įrengimą planavimo pagrindų pertvarkai.

Tyrimo objektas: išmanių miestų užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių (angl. *urban digital twin/ built environment digital twin*) kūrimo patirtis.

Tikslas: įvertinti užsienio ir Lietuvos užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių patirtį ir jos pritaikymo galimybes Lietuvoje modernizuojant urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo procesus.

Uždaviniai:

- Atlikti užsienio valstybių ir Lietuvos išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirties analizę siekiant identifikuoti pagrindinius iššūkius ir sėkmės prielaidas;
- Pasirengti kaštų naudoms/veiksmingumo analizei išanalizuojant investicijomis sprendžiamą problemą, identifikuojant viešąsias paslaugas, kurioms gerinti planuojamos RRP komponento investicijos, nustatant problemos sprendimo alternatyvas, aprašant investicijų poveikio loginį modelį, nustatant poveikio tikslines grupes bei aprašant galimas naudas;
- Parengti rekomendacijas Lietuvai dėl išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinio investicinių alternatyvų, apsvarstant galimą viešojo ir privataus sektoriaus indėlį.

Tyrimo metodai: oficialiai prieinamos Lietuvos ir kitų šalių informacijos analizė ir vertinimas, interviu su tiksliniais respondентаis (kurie turi išmaniųjų miestų kūrimo patirties) Lietuvoje. Informacija apie interviu metodiką pateikiama 1 priede.

Pirmame skyriuje aptariamos išmanaus miesto bei užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio samprata ir ypatumai; apžvelgiamos pagrindinės europinės iniciatyvos dalintis gerąja praktika plėtojant išmaniuosius miestus bei kuriant užstatytos aplinkos skaitmeninius dvynius; pateikiama užsienio šalių – Jungtinės karalystės ir Suomijos – turinčių ambicijų sukurti nacionalines užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių sistemas, patirtis; apžvelgiama situacija Lietuvoje, nagrinėjant išmanaus miesto užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirtį turinčius Vilniaus, Kauno ir Šiaulių atvejus. Šios analitinės medžiagos pagrindu formuluojami pasiūlymai Lietuvai dėl urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo proceso, taikant išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinį, apsvarstant galimą viešojo ir privataus sektoriaus indėlį.

Antrame skyriuje pateikiamas užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis: įvardinamos sprendžiamos problemos bei apžvelgiamas jų mastas; identifikuojamos viešosios paslaugos, kurioms gerinti planuojamos investicijos; pasiūlomos problemos sprendimo alternatyvos, pateikiamas investicijų poveikio loginis modelis; nustatomos poveikio tikslinės grupės bei identifikuojamos joms galimos naudos – t.y. pasirengta kaštų naudoms/veiksmingumo analizei ateičiai.

Išvadų ir rekomendacijų dalyje pateikiamos pagrindinės apžvalgos išvados bei siūlymai Lietuvai dėl išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinio investicinių alternatyvų, apsvarstant galimą viešojo ir privataus sektoriaus indėlį.

Tikimės, kad ši apžvalga pasitarnaus tolesniems žingsniams vystant investicijų į pastatų, infrastruktūros statybą ir įrengimą, valdymą bei planavimą.

1. Išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirties analizė

Analizuojant išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirtį skyriuje aptariamos išmanaus miesto bei užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio samprata ir ypatumai; apžvelgiamos pagrindinės europinės iniciatyvos dalintis gerąja praktika plėtojant išmaniuosius miestus bei kuriant užstatytos aplinkos skaitmeninius dvynius; pateikiama užsienio šalių – Jungtinės karalystės ir Suomijos – turinčių ambicijų sukurti nacionalines užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių sistemas, patirtis; apžvelgiama situacija Lietuvoje, nagrinėjant išmanaus miesto užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirtį turinčius Vilniaus, Kauno ir Šiaulių atvejus. Šios analitinės medžiagos pagrindu formuluojami pasiūlymai Lietuvai dėl urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo proceso, taikant išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinį, apsvarstant galimą viešojo ir privataus sektoriaus indėlį.

1.1. Teorinių sąvokų aptarimas

Šiame skyriuje aptariamos pagrindinės dvi sąvokos – kas tai yra išmanusis miestas bei užstatytos aplinkos skaitmeninis dvynys, kokie jų ypatumai, kūrimo sėkmės prielaidos, iššūkiai bei generuojamos naudos.

1.1.1. Išmaniojo miesto samprata ir ypatumai

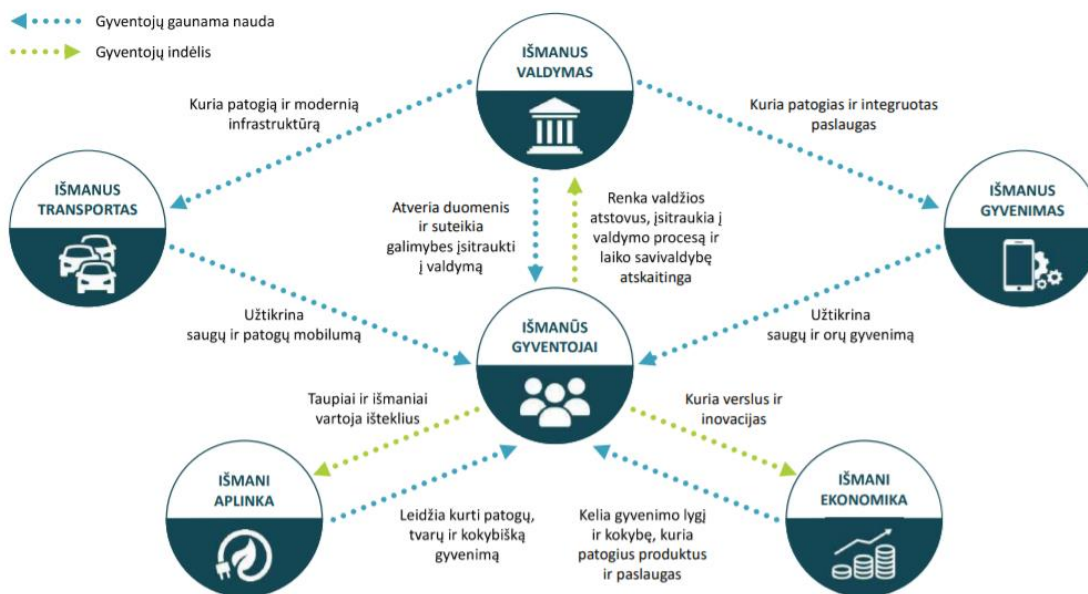
Išmaniųjų miestų kūrimas yra daugialypis ir sistemingas projektas, kuriam reikia didelio miestų planavimo ir išmaniojo miesto IRT infrastruktūros tarpusavio ryšio. Literatūroje (pavyzdžiui, Giffinger et al. (2007), Manville C. Et al (2014); Smart Cities, Ranking of European Medium-Sized Cities, <http://www.smart-cities.eu>) dažnai išskiriami šeši pagrindiniai komponentai, apibūdinantys išmanųjį miestą:

1. Išmanus viešasis valdymas (angl. *smart governance*)
2. Išmani aplinka (angl. *smart environment*)
3. Išmani gyvenamoji aplinka (angl. *smart living*)
4. Išmani ekonomika (angl. *smart economy*)
5. Išmanusis mobilumas (angl. *smart mobility*)
6. Sumanūs žmonės (angl. *smart people*)

Kaip šie išmanaus miesto komponentai sąveikauja tarpusavyje, pateikiama Civitta (2019, p.14) atliktoje išmanaus miesto sampratos analizėje (

1 pav.).

1 pav. Išmanumo kriterijų integracija



Šaltinis: Civitta (2019, p.14)

Išmaniojo miesto terminas nėra aiškiai apibrėžtas. Zapolskytė, Palevičius (2018, p.3) pateikia įvairių apibrėžimų susistemintą sąrašą (1 lentelė). Europos komisija (2021) išmanųjį miestą (angl. *smart city*) apibrėžia „kaip vietą, kurioje tradiciniai tinklai ir paslaugos tampa efektyvesni, naudojantis skaitmeniniais sprendimais vardan naudos miesto gyventojams ir verslui. Kitaip tariant, išmanūs miestai - tai miestai, naudojantys technologinius sprendimus, siekiant pagerinti miesto aplinkos valdymą ir efektyvumą“. EBPO (2020, p.8) išmaniuosius miestus apibrėžia kaip „iniciatyvas ar prieigas, kurie veiksmingai skatina skaitmeninimą, siekiant padidinti gyventojų gerovę ir būtų teikiamos veiksmingesnės, tvaresnės ir įtraukesnės miesto viešosios paslaugos bei aplinka į šį procesą įtraukiant įvairių suinteresuotųjų šalių bendradarbiavimą“. EBPO (2020, p.9) išmaniuosius miestus apibrėžia kaip miestus, kurie:

- išnaudoja skaitmeninimą,
- įtraukia suinteresuotąsias šalis,
- gerina žmonių gerovę ir kuria labiau įtraukias, tvarias ir atsparesnes visuomenes.

1 lentelė. Išmaniojo miesto apibrėžimai

Apibrėžimas	Literatūra
Išmaniojo miesto vizija yra saugaus ateities miesto, išsaugančio žaliąją aplinką ir turinčio efektyvią infrastruktūrą (elektros, vandens, transporto ir t.t.), vizija, kur naudojamos pažangios, integruotos medžiagos, jutikliai, elektronika ir tinklai, susieti su kompiuterinėmis sistemomis, kurias sudaro duomenų bazės, stebėjimo ir sprendimų priėmimo algoritmai.	Hall, Boweman, Braverman, Taylor, Todosow ir Von Wimperserg, 2000
Išmanusis miestas – tai miestas, kuris pasinaudoja informacinėmis ir ryšių technologijomis, jų suteikiamomis galimybėmis, pažanga ir daroma įtaka.	Odendaal, 2003
Išmanusis miestas aktyviai pasitelkia naujas technologijas, skatina visuomenę būti atviresnę. Taikydama technologijas visuomenė gali lengviau išreikšti savo nuomonę, turi priėjimą prie paslaugų, gali paprastai ir pigiai sekti, kas vyksta aplinkui.	Partridge, 2004
Išmanusis miestas susideda iš tokių dalių: išmani ekonomika, išmanūs piliečiai, išmanus valdymas, išmanus judumas, išmani gyvenamoji aplinka, išmani aplinka.	Giffinger, Fertner, Kramar, kalasek, Pichler-Milanovic ir Meijers, 2007
Miestas turėtų būti vadinamas išmaniuoju todėl, kad nurodo protingus sprendimus, leidžiančius šiuolaikiniams miestams klestėti gerinant kiekybinį ir kokybinį našumą.	Caragliu, Del No ir Nijkamp, 2011
Forrester išmanųjį miestą apibrėžia taip: miestas, kuris taiko informacijos ir ryšių technologijas, kad padarytų miesto svarbiausias infrastruktūros dalis ir miesto paslaugas, tokias kaip administravimas, švietimas, sveikatos priežiūra, visuomenės	Belissent, 2010

saugumas, nekilnojamasis turtas, transportas ir komunalinės paslaugos, žinomesnes, interaktyvias ir veiksmingas.	
Apskritai ši sąvoka apibūdina miesto ir jo aplinkos tarpusavio santykius, pabrėžiant vadovaujančiųjų institucijų organizacinių gebėjimų, kūrybiškumo ir technologijų, kaip globalizuotų ir žiniomis grįstų ekonomikos pokyčių skatinimo veiksmų, svarbą.	Santinha ir Anselmo De Castro, 2010
Išmanusis miestas gali tapti išskirtine turtinga ekosistema, skatinančia plataus masto veiklos sričių didelės apimties taikomųjų programų ir paslaugų sektorių diegimą.	Hernandez-Munoz, Vercher, Munoz, Galache, Presser, Gomez ir Pettersson, 2011
Išmanusis yra toks miestas, kuris taiko protingą sistemą, kuriai būdinga infrastruktūros, kapitalo, elgsenos ir kultūrų sąveika, pasiekta per jų integraciją.	Alkandari, Alnasheet ir Alshekhly, 2012
Būti išmaniuoju miestu reiškia protingai ir koordinuotai panaudoti visas galimas technologijas ir išteklius, kad būtų galima sukurti integruotus, tausojančius ir tvarius miestų centrus.	Barrionuevo, Berrone ir Racart, 2012
Yra du pagrindiniai mokslinių tyrimų idėjų šaltiniai: <ul style="list-style-type: none"> • išmanusis miestas turėtų daryti viską, kas yra susiję su valdymu ir ekonomika taikant naujas mąstymo paradigmas; • išmaniajame mieste visada gausu tinklų, paremtų jutikliais, išmaniais prietaisais, realaus laiko duomenimis ir IKT integracija į kasdieninį žmogaus gyvenimą. 	Cretu, 2012
Išmanusis miestas – tai gerai veikiantis miestas, turintis šešias savybes. Šios savybės yra pagrįstos protingu savarankiškos nepriklausomai veikiančių piliečių veiklos derinimu.	Lazaroiu ir Roscia, 2012
Išmanusis miestas yra pasaulinė miestų strategijų tendencija, kuria siekiama atkurti jų kokybę. Gyventojai, gyvenantys miestuose, diegdami naujoves bei aukštąsias technologijas sprendžia problemas, susijusias su dideliu gyventojų tankiu.	Hajduk, 2016

Šaltinis: Zapolskytė, Palevičius (2018, p.3)

Iš apibrėžimų matyti, jog miestų skaitmenizavimas nėra savitiksliis. Išmaniaisiais sprendimais norima pagerinti žmonių gyvenimą siekiant didesnės įtraukties, tvarumo ir atsparumo. Į žmogų orientuotas (angl. *human-centric*) požiūris laikomas esminiu veiksmu siekiant, jog miestas taptų išmanesnis (OECD 2020, p. 8). Ši išmanaus miesto (angl. *smart city*) idėja tampriai susijusi su įtraukaus miesto (angl. *inclusive city*) konceptu – idėja, jog, visi turi turėti galimybę naudotis tomis pačiomis paslaugomis, dalyvauti toje pačioje veikloje ir mėgautis ta pačia patirtimi, įskaitant žmones, turinčius negalią ar kitų nepalankių sąlygų (O’Dell K. et al 2019, p.1). Išmanusis miestas matomas kaip pridėtinės vertės generatorius, leidžiantis siekti trijų pagrindinių tikslų (Eggers W. et al 2018, p. 3; Manville C. Et al 2014, p. 17):

- **geresnės gyvenimo kokybės jo gyventojams,**
- **didensnio miesto ekonominio konkurencingumo bei**
- **tvarumo.**

Hämäläinen M. (2020), adaptavusi Hämäläinen & Tyrväinen (2018) modelį, siūlo prieigą, į kokias dedamąsias reikėtų atsižvelgti, analizuojant, kaip miestas virsta išmaniuoju miestu ir kaip skaitmeninės technologijos taikomos įvairiose miesto srityse. Struktūriškai siūloma nagrinėti keturis pagrindinius aspektus (2 pav.):

- strateginį,
- technologinį,
- viešojo valdymo ir
- suinteresuotųjų šalių.

Strateginis aspektas apima išmaniojo miesto viziją, strategiją ir pajėgumus tai įgyvendinti. Išmaniojo miesto strategijoje numatomos strateginės gairės, kaip miestas turi plėtoti ir integruoti skaitmenines technologijas į įvairias miesto infrastruktūras siekiant vizijoje numatytų tikslų. Pajėgumų dedamoji apima miesto technines galimybes bei finansinius bei žmogiškuosius resursus.

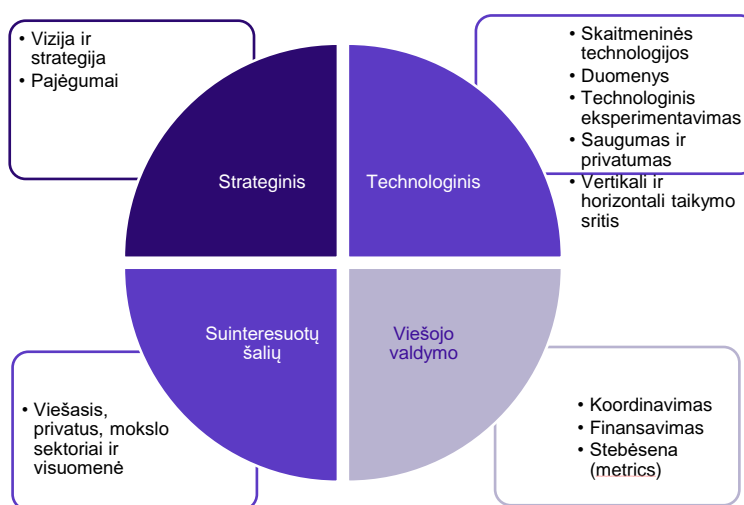
Technologinis aspektas aptaria, kaip išmaniajame mieste įveikintos skaitmeninės technologijos (pavyzdžiui. daiktų internetas, dirbtinis intelektas, debesų kompiuterija), išnaudojami duomenys, palaikoma eksperimentavimo politika, sprendžiami duomenų saugumo ir privatumo iššūkiai. Technologinis aspektas apima tiek vertikalias (transportas, energetika, švietimas, etc.), tiek horizontalias (renkamas, derinamas ir naudojamas platesnis duomenų rinkinys, apimantis kelias sritis ar veiklas) taikymo sritis. Išmaniųjų miestų plėtros susitelkimas

tik į konkrečią vertikale, gali užkirsti kelią platesniam technologijų ir duomenų pritaikymui ir panaudojimui išmaniuosiuose miestuose. Horizontalus požiūris prisideda prie platesnio miesto duomenų rinkinio ir išplečia galimybes kurti naujas paslaugas, pagrįstas integruotais duomenimis išmaniuosiuose miestuose (Hämäläinen & Tyrväinen, 2016).

Viešojo valdymo aspektas apibūdina, kaip yra valdomi ir koordinuojami (angl. *orchestration*) išmaniojo miesto suinteresuotųjų šalių ir ekosistemų procesai, o taip pat – tvaraus finansavimo ir veiklos stebėsenos rodiklių (angl. *metrics*) klausimai.

Suinteresuotųjų šalių aspekto išskyrimas grindžiamas tuo, jog išmanieji miestai apibūdinami kaip bendradarbiavimo inovacijų ekosistemos (Komninos, Pallot ir Schaffers; 2013; Komninos ir Tsarchopoulos, 2013), kurios sukuria naujas galimybes startuoliams, tarptautinėms įmonėms, akademinėi bendruomenei bei patiems miestams. Šioje dedamojoje išskirtinos keturios grupės suinteresuotųjų šalių: viešasis sektorius, privatus sektorius, mokslo sektorius ir visuomenė ir nagrinėjamas jų indėlis išmaniųjų miestų ekosistemose.

2 pav. Išmanaus miesto dizaino schema



Šaltinis: Hämäläinen M. (2020) (adaptuotas Hämäläinen & Tyrväinen (2018) modelis)

Civitta (2019, p.12) atliktoje mokslinės literatūros apžvalgoje pateikiami šie išmanaus miesto požymiai bei naudos:

- **Infrastruktūra** – tiek skaitmeninė, tiek fizinė infrastruktūra, padedanti piliečiams efektyviau naudotis miesto paslaugomis.
- **Tvarumas** – mieste teikiamos paslaugos, savivaldybės kuriama politika ir daromi sprendimai yra tvarūs. Jų poveikis ir naudingumas vertinamas ilgalaikėje perspektyvoje.
- **Žmogus, bendravimas, bendruomenė** – visuma miesto piliečių, aktyviai veikiančių versto subjektų bei viešojo sektoriaus institucijų. Visi mieste daromi sprendimai turi prisidėti prie miesto bendruomenės gerovės.
- **Ekonomika** – mieste veikiantys verslai kuria pridėtinę vertę piliečiams, kelia ekonomikos lygį ir kuria naujas paslaugas ar produktus. Viešojo sektoriaus ekonomika efektyviai ir tvariai panaudoja turimus resursus.
- **Socialinis kapitalas** – naudojant išmanias technologijas, miesto bendruomenė gali bendrauti, dalintis mintimis ir pasiūlymais. Taip auga pasitikėjimas vienas kitu ir užtikrinama pažeidžiamų visuomenės narių gerovė.
- **Technologijos** – mieste yra naudojami naujausi išradimai, lengvinantys piliečių gyvenimą ar padedantys našiau naudotis paslaugomis. Išmaniame mieste ypatinga reikšmė suteikiama komunikacijos technologijoms.

Pasiekta aukščiausias miesto išmanumo lygis pasižymi tuo, jog įvairių aspektų duomenys renkami ir tvarkomi viso miesto mastu; yra įdiegtos priemonės, leidžiančios operatyviai tvarkyti duomenis bei leisti paslaugas teikti duomenų pagrindu; bendras paslaugų tinklas leidžia įvairaus lygio fiziniams bei juridiniams asmenims įsitraukti į miesto valdymą bei naudotis ar kurti naujas miesto paslaugas; bendras informacinių sistemų tinklas suteikia galimybę operatyviai keistis duomenimis bei tokiu būdu paslaugas teikti vienisiai. Visa tai leidžia kurti naudą gyventojams ir miestui:

- **Gerėja paslaugų kokybė.** Teikiamos paslaugos duomenų pagrindu yra aukštesnės kokybės ir leidžia paslaugas teikti operatyviau;
- **Kuriamos naujos paslaugos.** Vienasis duomenų keitimasis suteikia galimybę kurtis naujoms paslaugoms, kurios šių duomenų pagrindu gali teikti papildomą pridėtinę vertę;
- **Gerinamas miesto įvaizdis.** Teikiant aukštesnės kokybės paslaugas bei siekiant išmanaus miesto lygio, miesto įvaizdis gerėja visuomenės perspektyvoje (Civitta, 2019, p. 15).

Nors išmanaus miesto sprendiniai teikia eilę naudų tiek visuomenei, tiek verslui, tiek viešajam sektoriui, įgyvendinant išmanaus miesto iniciatyvas susiduriama su įvairiais iššūkiais. EBPO (2020, p.3) išskiria tris iššūkių, susijusių su išmaniaisiais miestais, kategorijas:

- **Duomenų privatumo iššūkiai.** Nors duomenys yra ypatingai svaru išmaniuosiuose miestuose, tačiau kelia nemažai iššūkių ir rizikų, ypač miestuose, kurie turi silpną pajėgumą rinkti, saugoti ar naudoti duomenis.
- **Reguliavimo iššūkiai.** Duomenimis pagrįstos išmaniųjų miestų iniciatyvos keičia nusistovėjusius miesto valdymo modelius, ypač kalbant apie sąžiningą konkurenciją, darbo įstatymus, vyriausybės sutartis ir reguliavimą. Daugybė duomenų, kuriuos įgalina surinkti išmanaus miesto sprendiniai gali padėti veiksmingiau teikti paslaugas, tačiau tik tuo atveju, jei bus parengtos tinkamos politikos sistemos ir reglamentai, leidžiantys pasinaudoti nauda ir išvengti rizikos.
- **Didėjanti nelygybė.** Iš esmės, jei neatsižvelgiama į visų gyventojų grupių poreikius, išmaniųjų miestų iniciatyvos gali didinti skaitmeninę atskirtį tarp žmonių, kurie turi prieigą prie technologijų, skaitmeninių įgūdžių ir informacijos (todėl jie gali pasinaudoti skaitmeninio teikiama nauda) ir žmonių, kuriems trūksta reikiamos prieigos ir dėl to atsiduria nuošalyje.

Remiantis apžvelgta literatūra (Monitor Deloitte, 2015; Manville C. Et al 2014, p.11; Šiurytė A., Davidavičienė V. (2016); Hämmäläinen M., 2020), išskirtinos šios išmaniojo miesto kūrimo sėkmės prielaidos:

- **Aiški vizija.** Miesto valdžia turėtų parengti holistinį planą išmaniojo miesto plėtrai. Geroji praktika siūlo vizijoje išsikelti aiškiai apibrėžtus tikslus ir prioritetus, susietus su pamatuojamo rezultato rodikliais (KPI). Norint sėkmingai įgyvendinti išmanaus miesto iniciatyvas, reikia didelių (išankstinių) investicijų finansavimo planą, tad vizijoje svarbu turėti finansinį planą, pagrįstą realiomis finansavimo galimybėmis bei trumpalaikių ir ilgalaikių išlaidų įvertinimą; fasilitavimo ir komunikavimo su suinteresuotomis šalimis (tiek viešojo, tiek privataus sektoriaus) planą.
- **Viešojo ir privataus sektorių partnerystė.** Išmanieji miestai apibūdinami kaip bendradarbiavimo inovacijų ekosistemos, kurios sukuria naujas galimybes startuoliams, tarptautinėms įmonėms, akademinėi bendruomenei ir patiems miestams. Viešosios organizacijos gali bendradarbiauti su privačiomis įmonėmis, kad sukurtų naujas miesto paslaugas, kurios optimizuotų miesto veiklą, sumažintų išlaidas ir taupytų ribotus miesto išteklius. Viešojo ir privačiojo sektorių partnerystė gali pasitarnauti kaip finansavimo šaltinis imtis naujoviškų projektų, kurie kitu atveju būtų nepasiekiami. Įmonėms daugialypiai išmaniojo miesto domenai suteikia aplinką eksperimentuoti ir naudoti naujas technologijas realiaame pasaulyje bei atrasti naujų verslo ir vertės kūrimo galimybių išmaniojo miesto kontekste.
- **Ekosisteminis požiūris.** Sėkmingas išmanusis miestas pasižymi koordinuotais veiksmais ir integruotomis sistemomis, kai aiškiai žinoma, kas ką daro ir dėl to yra išvengiama dubliavimosi ir chaoso. Jei miesto skyriai įgyvendintų išmaniuosius sprendimus individualiai, bet kokie nauji įrankiai, įrenginiai ar platformos būti neintegruoti, kas sumažintų poveikį bei pridėtinę vertę. Svarbu turėti koordinacinį centrą, kuris koordinuotų visą procesą, būtų tarsi tarpininkas tarp idėjos ir iniciatyvų, kylančių iš

suireruosuouųų ŗalıų. Vietos lygmens koordinavimas taip pat svarbus užtikrinti sprendimų integravimą į visą iniciatyvų portfelį. Svarbu, kad miestai dalyvautų tinkluose, kuriuose dalintųsi žiniomis ir patirtimi, kad galėtų vieni iš kitų mokytis ir padėti pamatus būsimam bendradarbiavimui.

- **Efektvūs IRT sprendiniai.** Didelių duomenų panaudojimas priklauso nuo veiksmingos programinės įrangos platformos, kuri gali užfiksuoti, valdyti, analizuoti ir rodyti informaciją, įdiegimo. Jame turėtų būti apibrėžtas duomenų rūšiavimo ir tvarkymo pagrindimas. Priešingu atveju, atsižvelgiant į didžiulį renkamų duomenų kiekį, jie neturės jokios funkcinės naudos arba jų naudojimas bus apribotas dėl netinkamo perdavimo į kitas sistemas. Čia svarbus duomenų standartizavimo klausimas. Išmanieji miesto standartai padeda miestams palyginti viešųjų pirkimų pasiūlymus ir atskleisti kliūtis, trukdančias integruoti sistemą į sudėtingą miesto organizaciją ir infrastruktūrą. Be to, šie standartai pateikia praktinius nuoseklius vadovus ir veikia kaip vertingos priemonės, skirtos išmaniųjų miestų praktikams ir suinteresuotosioms šalims, kad miestas taptų skaitmeniniu išmaniuoju miestu. Tokios organizacijos kaip Tarptautinė standartizacijos organizacija (ISO), Didžiosios Britanijos standartų institucijos (BSI) ir Tarptautinė telekomunikacijų sąjunga (ITU) yra parengusios gaires ir pagrindinius veiklos rodiklius (KPI), kad galėtų planuoti ir įvertinti išmaniojo miesto veiklą.
- **Stiprus visuomenės ir suinteresuotų šalių į(si)traukimas.** Svarbu gyventojų įtrauktis ir dalyvavimas kuriant išmaniųjų miestų programas, siekiant išvengti poliarizacijos tarp elitinių miesto vietovių ir vietovių, kuriose koncentruojasi mažas pajamas gaunantys gyventojai. Svarbu sukurti tokią aplinką, kuri palengvintų ir skatintų verslą, viešąjį sektorių ir piliečius prisidėti bei pajusti nuosavybės ir įsipareigojimo jausmą. Be to, visų suinteresuotųjų pusių (mokslas, verslas, visuomenė, viešasis sektorius) bendradarbiavimas leidžia pagerinti viešųjų paslaugų kokybę, dar labiau padidina technologijų sklaidą ir mažina pasipriešinimą technologijoms miestuose.
- **Technologijos kaip įgalinantis veiksnys.** Technologijų pritaikymas neturėtų būti savitikslis, bet turėtų būti naudojamas sprendžiant pagrindines miesto problemas, tokias kaip mobilumas, energija, viešosios paslaugos ir kt. Šiurytė A., Davidavičienė V. (2016) įvardina Escher Group (2014) išskirtas 5 IRT, padedančias sėkmingai plėtoti išmanųjį miestą: 1) plačiajuosčio ryšio tinklai - būtini kuriant infrastruktūrą, kuri leistų piliečiams susivienyti su vietos verslu. Tokioje infrastruktūroje yra optinis pluoštas, kabeliai ir belaidžiai tinklai; 2) Išmanieji įrenginiai ir agentai - reiškia „praturtėjamą miesto aplinką su įterptomomis sistemomis, išmani prietaisai, jutikliai ir pavaros, siūlantys duomenis realiuoju laiku valdymas, įspėjimai ir informacijos apdorojimas miesto administracija“; 3) Išmanios miesto erdvės - sukurtos siekiant išlaikyti tvariai aplinkai, teikti paslaugas aukštesnę kokybę ir pagerinti miesto infrastruktūros efektyvumą; 4) žiniatinklio programų ir el. paslaugų kūrimas-tai IRT įgalinimas įtraukti piliečiams kuriant idėjas, jas išbandant ir net produktų kūrimas; 5) atviri viešieji duomenys - leidžia turėti vyriausybės duomenis viešai ir sukuria galimybes efektyviau jį panaudoti, glaudžiau dirbti ir bendrauti tarp verslo, valdžios ir piliečių.
- **Rizikos valdymas.** Siekiant išvengti rizikų, susijusių su duomenų rinkimų apsauga bei didele priklausomybe nuo technologijų, išmaniojo miesto valdžios institucijos turi diegtis sprendinius, skirtus skaitmeninio saugumui užtikrinti, apsaugoti informaciją ir užkirsti kelią paslaugų teikimo trikdžiams. Svarbu ne tik sparčiai plėtoti šios srities sprendimus, bet ir apie juos informuoti gyventojus, kas padidintųjų pasitikėjimą valdžia.
- **Socialinė įtrauktis.** Išmanaus miesto valdžia turėtų sutelkti dėmesį į gyvenimo kokybės gerinimą ir paslaugų teikimą visiems visuomenės sluoksniams tam išnaudojant technologines naujoves, kurios padidina paslaugų prieinamumą socialiai jautrioms visuomenės grupėms.
- **Gerosios praktikos sklaida.** Daugelis išmaniųjų miestų projektų yra mažų, ribotų iniciatyvų derinys. Sėkmingai perkelti ir plačiau taikyti gerąją praktika yra gana sudėtinga dėl kiekvienos situacijos didelio specifikos, tačiau svarbu, siekiant gerosios praktikos sklaidos.
- **Palanki teisinė bazė.** Siekiant skatinti išmanaus miesto sprendinių plėtrą, labai svarbi palanki teisinė bazė, susijusi pavyzdžiui, su intelektinės nuosavybės apsauga, diegti inovacijas ir rizikuoti verslu palanki kuriama aplinka ir pan.

Apibendrinimas

Apibendrinant akcentuotina, jog išmanusis miestas – labai plati sąvoka, apimanti tokius komponentus kaip išmanusis viešasis valdymas, sumanūs gyventojai, išmani ekonomika, išmani aplinka, išmanus mobilumas ir išmani gyvenamoji aplinka. Išmaniojo miesto termino apibrėžimų esti įvairių, tačiau bendra tarp jų yra tai, jog išmanusis miestas matomas kaip pridėtinės vertės generatorius, leidžiantis siekti trijų pagrindinių tikslų: geresnės gyvenimo kokybės jo gyventojams, didesnio miesto ekonominio konkurencingumo bei tvarumo. Pasiiektas aukščiausias miesto išmanumo lygis pasižymi tuo, jog įvairių aspektų duomenys renkami ir tvarkomi viso miesto mastu; yra įdiegtos priemonės, leidžiančios operatyviai tvarkyti duomenis bei leisti paslaugas teikti duomenų pagrindu; bendras paslaugų tinklas leidžia įvairaus lygio fiziniams bei juridiniams asmenims įsitraukti į miesto valdymą bei naudotis ar kurti naujas miesto paslaugas; bendras informacinių sistemų tinklas suteikia galimybę operatyviai keistis duomenimis bei tokiu būdu paslaugas teikti vienisiai. Šias išmanaus miesto funkcijas padeda atliepti skaitmeninio dvynio sprendimai, kurie plačiau nagrinėjami sekančiame skyrelyje.

1.1.2. Išmanaus miesto užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio samprata ir ypatumai

Vienas iš neatsiejamų išmanaus miesto atributų – jo skaitmeninis dvynys, leidžiantis įgyvendinti tris pagrindinius išmanumo požymius – žinoti (angl. *aware*), reaguoti (angl. *respond*) bei numatyti (angl. *predict*). Anot A. Urbšio (Skaitmeninė statyba, 2021, p.36), yra daug skirtingų sričių skaitmeninių dvynių apibrėžčių, bet beveik visose apibrėžtyse minimi trys esminiai skaitmeninio dvynio požymiai: fizinė dalis, skaitmeninė dalis ir informaciniai ryšiai tarp jų. Kitaip tariant, skaitmeninis dvynys yra skaitmeninė fizinio turto versija, o skaitmeninė ir fizinė dalys yra sujungtos viena su kita abipusiais ryšiais, kuriais atliekami duomenų mainai ir priimami turto valdymo sprendimai.

Skaitmeninis dvynys kaupia ir integruoja informacinius išteklius apie pavienius naujos statybos arba esamus turto objektus jų gyvavimo cikle – pastatus, statinius, technologinius įrenginius ir t. t., bet tolesnėje perspektyvoje išsivysto į daug didesnio masto turto vienetų telkinius: užstatytas teritorijas, miestus, rajonus su jų infrastruktūra, įtraukdamas kitus ekonomikos sektorius, tokius kaip perdirbamoji pramonė, energetika, transportas, medicina ir kt.

Skaitmeninis dvynys imituoja fizinį objektą visose gyvavimo ciklo stadijose – nuo ankstyvojo planavimo, konceptualaus ir detalaus projektavimo, statybos procesų valdymo iki objekto užbaigimo, atidavimo eksploatuoti. Užbaigto fizinio objekto skaitmeninis dvynys efektyviai taikomas visų naudojimo ir techninės priežiūros veiklų, susijusių su turto objektu, tvaraus eksploatavimo stebėsenai ir analizei, ekstremalių situacijų prevencijai iki pat objekto konversijos ar veiklos nutraukimo.

Paversdami nestruktūruotą informaciją intelektiniu skaitmeniniu turto modeliu, realaus objekto valdytojai gali virtualizuoti valdomą objektą ir vizualizuoti su jo valdymu susijusias operacijas, per objekte įdiegtų ir jo aplinkoje esančių jutiklių ir daviklių sistemas stebėti fizinio turto būklę, palaikyti kontaktą su jo skaitmeniniu dvyniu, atlikti užklausas, gauti atsakymus apie sistemų būseną, palyginti ją su modeliuojamais elgsenos scenarijais bei jų kritiniais parametrais, tokiu būdu prognozuojant pavojus, o kartu valdyti įvairaus sudėtingumo inžinerines sistemas, struktūras ir įrenginius, užtikrinant jų saugų ir efektyvų veikimą visą gyvavimo ciklą.

Skaitmeninis dvynys išskirtinis tuo, kad jis yra susietas su realiu laiku atnaujinamais duomenimis. Europos Komisijos inicijuotame projekte DUET svetainėje (Living-in.eu) teigiama, jog idealiu atveju miesto skaitmeninis dvynys turėtų būti:

- sujungtas (angl. *Connected*),
- integruotas (angl. *Integrated*),
- vizualiai atvaizduotas (angl. *Visualized*),
- analizuotinas (angl. *Analysis*),
- saugus (angl. *Secure*).

Skaitmeniniai dvyniai leidžia geriau stebėti ir suprasti sąveiką, vykstančią tarp skirtingų sudėtingų sistemų aspektų, ir suteikti įžvalgų apie šių sistemų elgesio savybių varomąsias jėgas (Lefever S. 2020). Europos komisijos 2020 m. dirbtuvių miestų skaitmeninių dvynių tema ataskaitoje (EK, 2020) atkreipiamas dėmesys, jog be skaitmeninio dvynio palaikančių ryšių su socialiniu, fiziniu ir skaitmeniniu pasauliu, išmanusis miestas nebus sukurtas. Teigiama, jog skaitmeniniai dvyniai gali būti naudojami siekiant tiek geriau suprasti praeitį, tiek būti naudojami stebėsenai realiuoju laiku bei sistemų valdymui nuotoliniu būdu. Skaitmeninių dvynių siekiama suprasti dabartinius įvykius ir padėti numatyti ar užkirsti kelią būsimiems pokyčiams, naudojant scenarijų testavimą ir strateginį planavimą. Ataskaitoje pateikiami „ABI Research“ (2019 m.) duomenys, rodantys, jog, tikėtina, miesto skaitmeninių dvynių ir miestų modeliavimo skaičius išaugs nuo vos kelių, buvusių 2019 m., iki daugiau nei penkių šimtų – 2025 m.

Miesto skaitmeniniai dvyniai apima tiek statinius 3D miesto fizinių objektų modelius, tiek dinaminis jų parametrus, gaunamus realiuoju laiku iš mieste išsidėsčiusių jutiklių. Šie jutikliai ir modeliai „skaitmeninėje dimensijoje“ parodo „fizinės miesto dimensijos“ pokyčius, pavyzdžiui, upių vandens lygį, vėjo greitį, šukšliadėžių pilnumą arba eismo srautus realiuoju laiku. Taip pat galima miesto „socialinė dimensija“ – pavyzdžiui, kokio tipo verslas yra pastate ar kokie svarbūs kultūros renginiai vyksta tam tikroje vietoje. Gerai suprojektuoti miesto skaitmeniniai dvyniai yra sudaryti iš daugybės skirtingų sistemų, sujungtą į sąveikią, prieinamą, įtraukią ir saugią duomenų ekosistemą, kurioje įvairios suinteresuotosios šalys gali gauti įžvalgų, padedančių priimti sprendimus (OGC, 2021).

Europos komisijos 2020 m. dirbtuvių miestų skaitmeninių dvynių tema ataskaitoje (EK, 2020) teigiama, jog šioje srityje susiduriama su nemažai iššūkių, susijusių su valdymu, ekosistemų duomenų valdymu (duomenų prieinamumu ir dalijimusi jais, duomenų valdymu ir priežiūra, bendrais duomenų modeliais ir standartais), kibernetiniu saugumu ir privatumu, sąveikumu ir įgūdžiais. Lefever S. (2020) išskiria šiuos pagrindinius iššūkius:

- **Duomenų prieinamumas** – nepakanka tinkamų duomenų šaltinių (realaus laiko, patikimai surinktų, prieinamų). Ne viskas gali būti lengvai pamatuojama.
- **Duomenų kokybė** – iššūkių, susiję su tokiais klausimais, kaip duomenų kokybės matavimas, dokumentavimas ir užtikrinimas, paklaidų sprendimo būdai ir pan.
- **Duomenų sąveika** – iššūkių, susiję su sprendinių paieška, kaip užtikrinti duomenų sąveikavimą, t.y. kaip galima sujungti skirtingus duomenų rinkinius, kaip užkirsti kelią netvarkingai integracijai, kaip sujungti duomenų rinkinius ir atrasti tarp jų ryšius ir pan. Tai tampriai susiję su duomenų standartizacijos klausimais.

Coenen T. et al (2021, p. 2) išskiria šias pagrindines tikslines skaitmeninių dvynių naudotojų grupes:

- politikos formuotojai,
- valstybės tarnautojai,
- miesto planuotojai, architektai,
- greito reagavimo tarnybos (policija, gaisrinė, etc.),
- piliečiai.

Miesto skaitmeninio dvynio brandos lygiai

Europos komisijos 2020 m. dirbtuvių miestų skaitmeninių dvynių tema ataskaitoje (EK, 2020) pastabėta, jog miesto skaitmeninio dvynio brandos lygį nustatyti yra labai sudėtinga. Pateikiami du skirstymo modeliai. Pirmasis:

1. **Vizualinis dvynys:** Tai 4D vaizdas, atspindintis fizinę miesto struktūrą su pastatais, gatvėmis, parkais ir turintis daug detalių, dažniausiai naudojant statinius duomenis, taip pat įterpiant duomenis, kad būtų galima atlikti internetinį (angl. *online*) modeliavimą.
2. **Skaitmeninis šešėlių dvynys:** virtualus dabartinio momento miesto atvaizdavimas, naudojantis duomenų srautu (angl. *lifetime data*) iš mieste esančių daviklių. Pavyzdžiui, Antverpene eismo stebėjimo ir valdymo tikslais naudojamos iš mieste esančių daviklių į skaitmeninį dvynį realiuoju laiku gaunamais duomenimis apie eismo srautus ir oro kokybę. Tai leidžia priimti atitinkamus eismo valdymo sprendimus, kurie pagerintų oro kokybę.

3. **Dvipusis skaitmeninis dvynys:** virtualioje kopijoje atlikti modeliavimai gali paskatinti fizinio dvynio, t.y. - paties miesto, pokyčius, integruodami skaitmeninio dvynio išvestį į miesto verslo procesus. Pavyzdžiui, potvynių prognozavimo atveju dvyniai gali naudoti vandens potvynių modelius ir jutiklius, kad atspindėtų tikrąją būseną ir paskatintų tai įtraukti į priešgaisrinės tarnybos verslo procesus.
4. **Į ateitį orientuoti kognityviniai skaitmeniniai dvyniai,** galintys paskatinti personalizuotas išmaniųjų miestų informacines sistemas.

Antrasis požiūris į skaitmeninių dvynių brandos klasifikavimą:

- **Miesto 3D modelis**
- **Miesto informacijos modelis** (angl. *City Information Model, CIM*). Tai 3D modelis kartu su duomenimis, kurie apima tiek statinę esamą situaciją, tiek dinaminę, realiuoju laiku kintančią, miesto tikrovę, naudojantis realaus laiko/daiktų interneto duomenimis.
- **Skaitmeninis dvynys kaip darbo pobūdis.** Tai esminė dalis norint iš tikrųjų tapti duomenimis grįsta organizacija. Šiame brandos lygyje antro brandos lygmens miesto informacijos modelis naudojamas sprendimų priėmimo procese (EK 2020, p. 5).

Coenen T. et al (2021, p.7) išskiria tris skaitmeninio dvynio brandos lygius. Autoriai pastebi, jog daugelyje miestų vyrauja pirmojo lygio sistemos, nemažai miestų juda link antrojo lygio. Trečiasis lygis šiuo metu daugeliui miestų nepasiekiamas, tačiau tikimasi, kad artimiausiu metu jis taps labiau paplitęs.

- **Duomenų informacinė sistema** (angl. *data dashboard*). Šiam lygyje esantis skaitmeninis dvynys surenka ir informacinėje sistemoje talpina duomenis, surenkamus iš mieste patalpintų sensorių.
- **Skaitmeninis dvynys tarnauja sprendimų priėmime.** (angl. *model-based human decision support*). Šiame antrajame brandos lygyje naudojami į procesą arba duomenis orientuoti modeliai, siekiant padidinti gaunamos informacijos vertę sprendimų priėmimo procese. Skaitmeninio dvynio sistemoje gali veikti skirtingi modeliai, kuriuos teikia įvairūs veikėjai (angl. *actors*). Vienas modelis gali naudoti kito modelio išvestį, o modelius galima pakeisti kitais, netrukdam visam skaitmeninio dvynio veikimui.
- **Skaitmeninis dvynys tarnauja ne tik sprendimų priėmime, bet ir jų modeliavime bei simuliacijose.** (angl. *model-based human and automated decision support*). Galutinis brandos lygis pasiekiamas tada, kai skaitmeninis dvynys ne tik padeda priimant sprendimus, bet ir leidžia automatizuoti procesą. Šio lygmens skaitmeninis dvynys padeda kurti naujus algoritmus ir tikrinti jų efektyvumą, prieš juos diegiant realiame pasaulyje.

Skaitmeninio dvynio kūrimo principai ir sėkmės prielaidos

Kuriant miesto dvynį reikia strateginio požiūrio, žinoti, koku tikslu renkami duomenys, koku laiko intervalu juos fiksuoti, kiek laiko juos kaupti, ir svarbiausia – kam jie bus naudojami. Tuo pačiu, miestui, kuris ketina tapti išmanus, būtina turėti palankią infrastruktūrą (įdiegtas greitaiegis visa apimantis internetas, pakankamas belaidžio interneto prieigos taškų kiekis, klasifikatorių, būtinų registrų duomenų bazių turėjimas ir prieinamumas prie jų, galimybė naudotis atvirojomis duomenų bazėmis ir vizualizacijos priemonėmis ir pan. (Zapolskykė S., Palevičius, V., 2018 p.1, iš Patašienė ir Patašius, 2014). Idealiu atveju skaitmeninis dvynys turi būti pradedamas kurti nuo idėjos, koncepcijos momento, projektuojant būsimą infrastruktūros objektą BIM principais, projektavimo etape keliant jo detalumo lygį iki gaminti bei surinkti tinkamo informacijos lygio, o toliau statybų metu ir joms pasibaigus fiksuojant vykdomąją (angl. *As Built*) būseną (Skaitmeninė statyba, 2021, p.36).

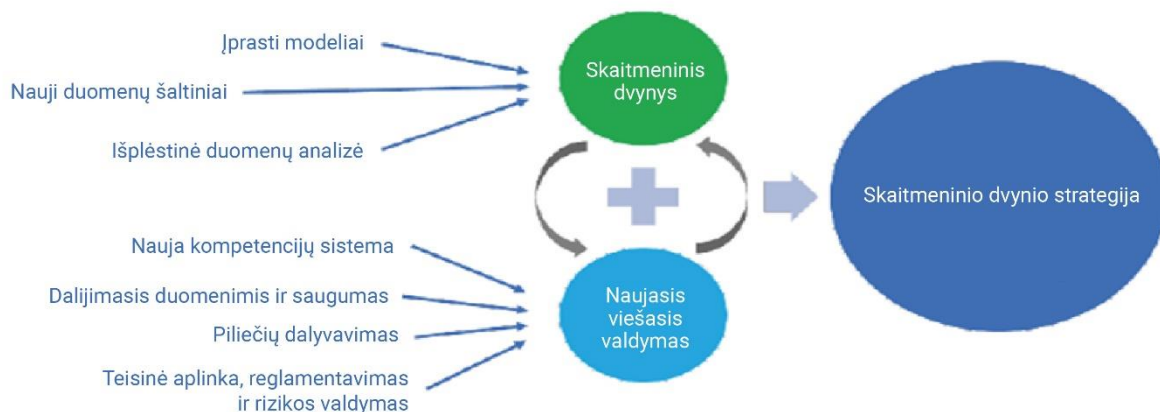
2021 m. sausio mėnesį vyko aukščiausio lygio virtualus susitikimas „Location Powers: Urban Digital Twins“, kuris subūrė pramonės, mokslinių tyrimų ir vyriausybės ekspertus iš viso pasaulio į interaktyvią diskusiją, kurioje buvo įvertinta dabartinė situacija ir parengė rekomendacijas dėl būsimų technologijų tyrimų, inovacijų ir standartų kūrimo miesto skaitmeniniams dvyniams, kurie atitinka FAIR duomenų aptinkamumo, prieinamumo, sąveikumo ir pakartotinio naudojimo principus. Susitikime buvo susitarta, kad vyriausybės, mokslininkai ir pramonė turi bendradarbiauti siekdami trijų svarbiausių prioritetų, kurie sudarys pagrindą sėkmingiems miesto

skaitmeniniams dvyniams (OGC, 2021): 1) mokslinių tyrimų plėtos, 2) standartų kūrimo, 3) bendruomenės įsitraukimo.

Wan L. et al (2019, 189-191) išskyrė šešis esminius teiginius, kuriais vertėtų vadovautis kuriant miestų skaitmeninius dvynius.

- skaitmeninio dvynio kūrimas yra progresyvus procesas, t.y., skaitmeninis dvynys, kaip techninė sistema, neišvengiamai yra ryšyje su socialine sistema. Viena vertus, mūsų žinios apie miestą ir infrastruktūrą apsprendžia tai, kaip gerai ir kokių tikslu bus kuriamas miesto skaitmeninis dvynys; kita vertus, dirbtinio intelekto (DI) dėka skaitmeninis dvynys potencialiai galėtų generuoti žinias, kurios pranoktų mūsų šiuolaikinius ir pasiūlytų sprendinius dėl miesto valdymo.
- duomenų mokslo pažanga, ypač mašininio mokymosi metodai, leidžia papildyti esamas miestų ir infrastruktūros teorijas ir kartu prisidėti miesto skaitmeninio dvynio konstrukto tolesnio vystymo.
- miesto lygio skaitmeninis dvynys nebūtinai turi būti atvaizduojamas 3D formate. Pavyzdžiui, matematiniai modeliai taip pat yra tinkami. Skaitmeninio miesto erdvinė skiriamoji geba, duomenų įvestis ir detalumo lygis bei kitimo greitis turėtų būti parinkti pagal skaitmeninio dvynio paskirtį ir pagal tai, kokius klausimus sprendžiant bus naudojamas (pavyzdžiui, užstatytos aplinkos valdymo srityje realaus laiko duomenų prireiks mažiau nei eismo valdymo srityje). Taigi, skaitmeninis dvynys nebūtinai turi būti susietas su realaus laiko informacijos gavimo ar smulkiausio erdvinio vieneto atvaizdavimu. Akcentuotina ir tai, jog sudėtingesnius technologinius sprendinius galima diegti palaipsniui.
- Gali padėti išspręsti sudėtingus politinius iššūkius. T.y. realus skaitmeninio dvynio panaudojimas yra skirtas identifikuoti sisteminio lygmens riziką, vystomų sprendimų neefektyvumą, skatinti tarpdalykinį profesionalų bendradarbiavimą, o ne teikti išskirtinį modelį optimizavimui. Skaitmeninis dvynys, tiksliai tam ir sukurtas, yra naudingas politinių sprendimų simulatorius, leidžiantis įvertinti įvairias galimybes, alternatyvios politikos stipriąsias ir silpnąsias puses. Be to, skaitmeninis dvynys gali atskleisti sisteminio lygmens rizikas ir efektyvumo stoką, kuriuos dažniausiai sukelia politinių sprendimų koordinavimo trūkumas. Skaitmeninis dvynys gali suteikti nuoseklią įrodymų bazę įvairiose srityse, kad palengvintų diskusijas ir įvairių suinteresuotų šalių bei specialistų bendradarbiavimą. Vis tik, reikėtų atkreipti dėmesį, jog dalis problemų išnaudojant skaitmeninio dvynio potencialą yra susijusios su tuo, jog skaitmeninio dvynio kūrėjai, dažnai neturi pakankamai supratimo apie netechninius veiksnius (pavyzdžiui, politinius ir vertybinius skirtumus, sprendimų priėmimo hierarchiją, institucinius suvaržymus, netiesioginius kompromisus, su kuriais susiduria politikos formuotojai ir pan.). Šie netechniniai veiksniai paprastai turi didelę įtaką, bet juos labai sunku įtraukti į modelį, nors ir yra esminiai.
- Kad būtų padarytas realus politinis poveikis, skaitmeninį dvynį, kaip technologinį sprendinį, turi lydėti prasmingos ir konstruktyvios politinės įžvalgos. 3 pav. iliustruoja, kaip skaitmeninis dvynys ir viešojo valdymo sistema susilieja į skaitmeninio dvynio strategiją. Miesto skaitmeninis dvynys pasižymi dvipuse technologinių sprendinių ir viešojo valdymo sąveika. Norint išnaudoti skaitmeninio dvynio galimybes sprendimų priėmimo procese, tam turi būti pritaikyta viešojo valdymo sistema. Akcentuojama rekomendacija atsižvelgti į specifines vietos viešojo valdymo sistemos ypatybes. Sąveika tarp skaitmeninės dvynių technologijos ir viešojo valdymo sistemos turi būti tiksliai suplanuota, kad būtų patenkinti specifiniai vietos politikos poreikiai ir būtų pasiekti norimi politikos rezultatai.

3 pav. Skaitmeninė strategija, apjungianti technologijas su viešuoju valdymu



Šaltinis: Wan L. et al (2019, p.191).

Siekiant išnaudoti skaitmeninio dvynio potencialą, šiuos sprendinius į viešojo valdymo ciklą reikalinga įtraukti nuo pat pirmojo etapo. Skaitmeninių dvynių technologija turėtų būti susieta su viešojo valdymo priemonėmis, sudarytas suderintas viešosios politikos paketas.

- Miesto skaitmeninis dvynys nebūtinai turi teikti tiesioginius sprendinius miesto ir infrastruktūros problemoms spręsti. Kai kurie iššūkiai apskritai nėra spręstini skaitmeninio dvynio pagalba. Skaitmeninis dvynys neturėtų būti suprantamas kaip panacėja ir vaistas nuo visų ligų. Miesto politikos formavimo procese skaitmeninis dvynys tiesiog suteikia miesto lygmens skaitmeninę modeliavimo aplinką, kurioje galima išbandyti įvairius sprendimų alternatyvius variantus, kas retai įmanoma realiame gyvenime. Nepaisant to, politikos kūrimas artimiausioje ateityje greičiausiai išliks žmonių užduotimi, net jei dirbtinis intelektas, įterptas į skaitmeninį dvynį, ir galėtų pasiūlyti optimaliausią sprendimą. Kai kurie iššūkiai, tokie kaip socialinė nelygybė, apskritai nėra spręstini skaitmeninio dvynio pagalba, kadangi skaitmeninis fizinio pasaulio vaizdas tiesiogiai nesprendžia pagrindinių socialinių ir politinių problemų priežasčių. Investicijos į skaitmenines technologijas ir duomenis, nors ir yra naudingos renkant informaciją, kuri vėliau tarnautų įrodymais grįstiems sprendimams priimti, neturėtų užgožti siekio analizuoti vidinį problemos mechanizmą bei jos kilimo priežastis.

Bolton A. et al (2018) išskiria šiuos pagrindinius skaitmeninių dvynių kūrimo principus: 1) tikslas, 2) pasitikėjimas, 3) funkcija (2 lentelė). Wan L. et al (2019, p.188) minėtus principus apibūdina taip:

- **Tikslas.** išryškina esminę sąsają tarp skaitmeninio dvynių sprendinio ir politikos rezultatų. Tikimasi, kad skaitmeninis dvynys padės priimti geriau pagrįstus sprendimus. Šis principas sprendžia vieną iš neišspręstų problemų, kuri buvo pastebėta ankstyvosiose išmaniųjų miestų iniciatyvose, kuriose technologijos būdavo įdiegtos įdiegtas kaip universalus sprendimas, neatsižvelgiant į specifinį socialinių bei politinių interesų ir problemų kontekstą. Šis principas kaip tik ir liepia atkreipti dėmesį į tai, kaip siekiant specifinių tikslų ir atsižvelgiant į kontekstą, turėtų būti kuriami ir naudojami skaitmeniniai dvyniai.
- **Pasitikėjimas.** Jis susijęs su duomenų patikimumo ir saugumo užtikrinimu bei atvirumu ir skaidrumu.
- **Funkcija.** Kalba apie tai, jog skaitmeninis dvynys, kaip vieną sistemą sujungti įvairūs modeliai, turi efektyviai tarnauti siekiant tikslų ir gebėti prisitaikyti prie būsimų technologinių ir visuomeninių pokyčių (Wan L. et al 2019, 188).

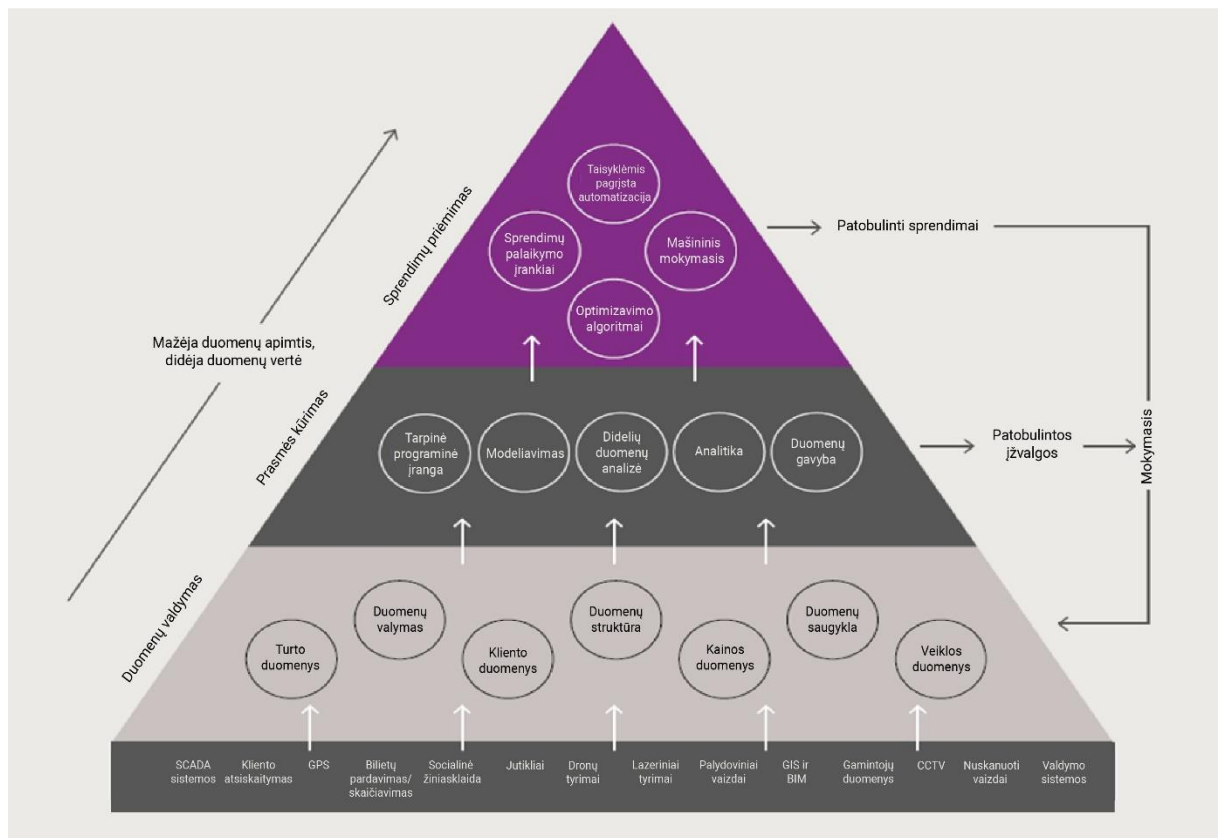
2 lentelė. Dvynių principai kuriant skaitmeninius užstatytos aplinkos dvynius

Tikslas: turi būti išsikeltas aiškus tikslas	Viešasis gėris	Vertės kūrimas	Išvalgumas
	Turi tarnauti viešajam interesui	Turi kurti vertę ir didinti našumą	Turi suteikti išvalgų apie užstatytą aplinką
Pasitikėjimas: Privalo būti patikimas	Saugumas	Atvirumas	Kokybė
	Turi įgalinti saugumą ir pats būti saugus	Turi būti atviras, kiek tik tai įmanoma	Turi būti grįstas tinkamos kokybės duomenimis
Funkcija: Turi veikti efektyviai	Apjungimas (Federacija)	Kuravimas	Evoliucija
	Turi būti apjungta į standartizuotą aplinką	Turi būti aiškus savininkas (kieno tai atsakomybė, valdymas ir reguliavimas).	Turi gebėti prisitaikyti prie technologinių ir visuomenės pokyčių.

Šaltinis: Centre for Digital Built Britain 2018 iš: Wan L. et al 2019,188.

„Dvynių principai“ siūlo informacijos vertės grandinę, iliustruojančią procesą, kaip duomenys panaudojami kaip informacija sprendimų priėmimo. (4 pav.). Iš esmės, kai duomenys renkami, apdorojami, interpretuojami ir naudojami priimančiam sprendimui, duomenų apimtis mažėja, tačiau duomenų vertė – didėja (Wan L. et al 2019, 188).

4 pav. Informacijos vertės grandinė, vaizduojanti ryšį tarp duomenų panaudojimo ir geresnių sprendimų rezultatų



Šaltinis: Bolton A, Enzer M, Schooling J et al. (2018, p. 9).

Miesto skaitmeninio dvynio generuojama nauda

Sukurtos (užstatytos) aplinkos skaitmeninio nauda atsiskleidžia ne tik turto sukūrimo (projektavimo ir statybos) stadijų laikotarpiu, kai yra kuriamas ir įgyvendinamas būsimo turto skaitmeninis prototipas – statinio projekto informacinis modelis (BIM), bet ji dar daugiau pasireiškia ir atsiskleidžia pastatyto objekto ir jų priklausinių naudojimo bei priežiūros gyvavimo ciklo etapuose, transformuojant BIM modelį į eksploatuojamo turto informacijos modelį (angl. *Asset Information Model* (AIM)) ir toliau į sukurtos (užstatytos) aplinkos skaitmeninį dvynį. Du pagrindiniai veiksniai suteikia skaitmeniniam dvyniui didelį pranašumą, lyginant su statinių informaciniu modeliavimu (BIM) paremtu inžineriniu požiūriu. Tai automatizuotas duomenų apdorojimas ir jų tiesioginis ryšys su fiziniu objektu (Urbšys A. iš Skaitmeninė statyba, 2021, p.36).

Europos komisijos 2020 m. dirbtuvių miestų skaitmeninių dvynių tema ataskaitoje (EK, 2020) išskiriama miestų skaitmeniniai dvyniai prisideda prie tokių (pagrindė **viešajam sektoriui** aktualių) naudų, kaip lengvesnis netikėtų krizių valdymas, tvaresnis miesto planavimas, lengvesnis eismo ir logistikos valdymas, atviras ir dalyvaujama demokratija grįstas miesto valdymas, ekonomikos plėtra ir augimas. Miesto skaitmeninis dvynys taip pat gali būti išnaudojamas kaip nerizikinga įvairių sprendimų testavimo aplinka, kuri padidina ilgalaikių prognozių tikslumą, pagerina tam tikrų sprendimų, kurie yra miesto ekosistemos dalis, stebėseną ir poveikio vertinimą. Skaitmeniniai miestų dvyniai gali duoti didesnę ekonominę efektyvumą, efektyvesnius vidinius procesus, geresnį krizių valdymą, atviresnį ir geriau informuotą sprendimų priėmimą, aktyvesnį valdymą bei geresnį miesto planavimą. Wan L. et al (2019, 188) įvardina šias galimas nacionalinio skaitmeninio dvynio naudas - optimizuoti išteklių naudojimą, sumažinti paslaugų sutrikimus, padidinti gyventojų atsparumą ir pagerinti jų gyvenimo kokybę. Elliott T. (2019) išskiria septynias skaitmeninių dvynių naudas miesto viešajam valdymui:

- 1) įžvalgos miesto infrastruktūrai gerinti,
- 2) geresnis bendradarbiavimas miesto suinteresuotų šalių ekosistemoje, kuriant papildomą vertę miestams ir gyventojams,
- 3) geresnis mobilumas ir saugumas viešose erdvėse – net ir organizuojant didelius renginius,
- 4) geresnis ir lengvesnis miesto planavimas ir projektų vizualizavimas,
- 5) infrastruktūros atsparumo didinimas,
- 6) didesnis visuomenės įtraukimas į sprendimų priėmimo procesą sukuriant grįžtamojo ryšio kilpą,
- 7) tarnauja kaip atvirų duomenų iniciatyva, suteikianti kitiems galimybę sugalvoti, plėtoti ir teikti paslaugas naudojant infrastruktūros informaciją.

Evans S. et al (2019, p. 8) išskiria šiuos pagrindinius privalumus, kuriuos gali duoti skaitmeniniai užstatytos aplinkos dvyniai **statybos sektoriui**:

- 1) **Sumažina statybos ir veiklos sąnaudas.** Vizualizuojant virtualius statybos sekos ir logistikos scenarijus, galima supažindinti darbuotojus su reikiamomis užduotimis, sumažinti brangiai kainuojančius pakartotinius darbus. Taip pat galima numatyti priežiūros veiklą ir įvykius, o tai savo ruožtu padės orientuotis netikėtose intervencijose ir galiausiai supaprastins išlaidas per visą nekilnojamo turto eksploatavimo laiką.
- 2) **Padidina našumą.** Svarbi informacija apie nekilnojamą turtą gali būti saugoma ir analizuojama visą jo gyvavimo ciklą ir nuolat atnaujinama. Ši informacija (pavyzdžiui, projektavimo dokumentai, inventorių, medžiagų specifikacijos ir programos/tvarkaraščiai) gali būti lengvai prieinama ir naudojama siekiant padėti priimti sprendimus ir sumažinti riziką.
- 3) **Pagerina saugumą.** Realus laiko stebėseną, įspėjimai apie pavojingas zonas bei reagavimo į ekstremalias situacijas instrukcijas leidžia pagerinti saugumą.
- 4) **Optimizuoja veiklos tvarumą nekilnojamo turto srityje.** Realus laiko stebėseną suteikia vertingos informacijos apie tai, kaip nekilnojamas turtas naudojamas ir šiuo metu veikia. Tai suteikia galimybę atsakyti į klausimus apie rizikas bei tvarumo išsaugojimą, modeliuoti situacijas (jei pakeisiu X, kaip tai paveiks Y), kad ateityje nekilnojamo turto srityje būtų galima pasiekti Jungtinių tautų darnaus vystymosi tikslų (SDG) įsipareigojimus

Bolton A., Enzer M., Schooling J. et al. (2018, p. 13) išskiria šias nacionalinės miestų skaitmeninių dvynių sistemos naudas **įvairioms tikslinėms grupėms**:

- a. **Nauda visuomenei**: didesnis suinteresuotųjų šalių įsitraukimas. Didesnis visuomenės pasitenkinimas našesne infrastruktūra ir jos teikiamomis paslaugomis.
- b. **Nauda ekonomikai**: didesnis nacionalinis našumas dėl našesnės ir elastingesnės infrastruktūros, veikiančios kaip sistema. Patobulintas rezultatų matavimas. Išaugęs informacijos saugumas.
- c. **Nauda verslui**: naujos rinkos, naujos paslaugos, nauji verslo modeliai, nauji dalyviai (angl. *entrants*). Padidintas verslo našumas dėl našesnės infrastruktūros. Geresnis pristatymo efektyvumas, naudingas visai statybų vertės grandinei - investuotojams, savininkams, turto valdytojams, rangovams, konsultantams, tiekėjams. Sumažėjęs netikrumas ir geresnis rizikos valdymas.
- d. **Nauda aplinkai**: mažiau trikdžių ir atliekų. Daugiau pakartotinio naudojimo ir didesnis išteklių efektyvumas – pagrindinis žiedinės ekonomikos užstatytoje aplinkoje veiksnys.

Apibendrinimas

Apibendrinant, akcentuotina, jog skaitmeninis dvynys yra glaudžiai susijęs su išmaniojo miesto konceptu, kadangi leidžia įveikinti visas tris pagrindines išmaniojo miesto funkcijas – žinoti, reaguoti bei numatyti. Skaitmeninių dvynių vertė išryškėja tada, kai surinkti duomenys yra panaudojami problemoms spręsti bei sprendimams priimti. Užstatytos aplinkos skaitmeniniai dvyniai padeda spręsti iššūkius, susijusius su nekilnojamo turto valdymu, įgalina stebėseną realiuoju laiku bei įvairių sprendimų simuliacijas (kas būtų, jeigu būtų), siekiant pasirinkti optimaliausią variantą, teikia reikalingus duomenis ir informaciją dirbtiniam intelektui, kurio potencialas gali būti išnaudojamas įvairiems tikslams. Skaitmeninis dvynys turi tarnauti viešajam interesui, kurti pridėtinę vertę suteikiant įžvalgų apie užstatytą aplinką. Jis privalo būti patikimas, naudoti tinkamos kokybės duomenis ir būti atviras. Svarbu, jog atskiri skaitmeniniai dvyniai būtų jungiami į vieną standartizuotą aplinką, gebėti prisitaikyti prie technologinių ir visuomenės pokyčių bei būtų aiškus savininkas ir koordinavimo procesas (kieno tai atsakomybė, valdymas ir reguliavimas). Miesto lygio skaitmeninis dvynys nebūtinai turi būti atvaizduojamas 3D formatu, nebūtinai turi būti susietas su realaus laiko informacijos gavimo ar smulkiausio erdvinio vieneto atvaizdavimu – sudėtingesnius technologinius sprendinius galima diegti palaipsniui. Skaitmeninis dvynys skirtas identifikuoti sisteminio lygmens riziką, vystomų sprendimų neefektyvumą, skatinti tarpdalykinį profesionalų bendradarbiavimą, o ne teikti išskirtinį modelį optimizavimui. Kad būtų padarytas realus politinis poveikis, skaitmeninį dvynį, kaip technologinį sprendinį, turi lydėti prasmingos ir konstruktyvios politinės įžvalgos. Kai kurie iššūkiai, tokie kaip socialinė nelygybė, apskritai nėra spręstini skaitmeninio dvynio pagalba.

1.2. Užsienio valstybių patirties analizė

Šiame skyriuje apžvelgiamos pagrindinės europinės iniciatyvos dalintis gerąja praktika plėtojant išmaniuosius miestus bei kuriant užstatytos aplinkos skaitmeninius dvynius, o taip pat aptariama užsienio šalių – Jungtinės karalystės ir Suomijos – turinčių ambicijų sukurti nacionalines užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių sistemas, patirtis.

1.2.1. Europinės iniciatyvos dalintis gerąja praktika

Europos Komisija siekia padėti Bendrijos miestams kurti savo skaitmeninius dvynius, kad jie galėtų pasinaudoti gerąja praktika ir ją pakartoti. Tam reikia bendro supratimo apie galimus iššūkius, bendros taksonomijos, vienu reikalavimų verslui, vieningų principų bei bendros ekosistemos kūrimo. Vėliau turėtų būti nustatyti kai kurie bendri techniniai reikalavimai (pavyzdžiui, infrastruktūra, sąveika, informacijos modelis, keitimasis duomenimis, modeliavimas, analizė, modeliavimo ir vizualizavimo priemonės ir metodai), taip pat susitarta dėl duomenų valdymo, dirbtinio intelekto etiško naudojimo užtikrinimas ir plėtra. Siekiant išplėsti įvairias iniciatyvas, taip pat bus svarbi skirtingų miesto skaitmeninių dvynių sąveika, todėl gali būti sukurti nauji bendrai sutarti standartai (EK, 2020). Toliau apžvelgiamos dvi europinės iniciatyvos dalintis gerąja praktika – DUET projektas Europos

užstatytos aplinkos skaitmeniniai dvyniai (angl. *Digital Urban European Twins*) bei grupės „Užstatytos aplinkos skaitmeniniai dvyniai“ (angl. *Urban Digital Twins*) esančios kaip sudedamoji dalis projekte „Gyvenimas ES“ (angl. *Living in EU*).

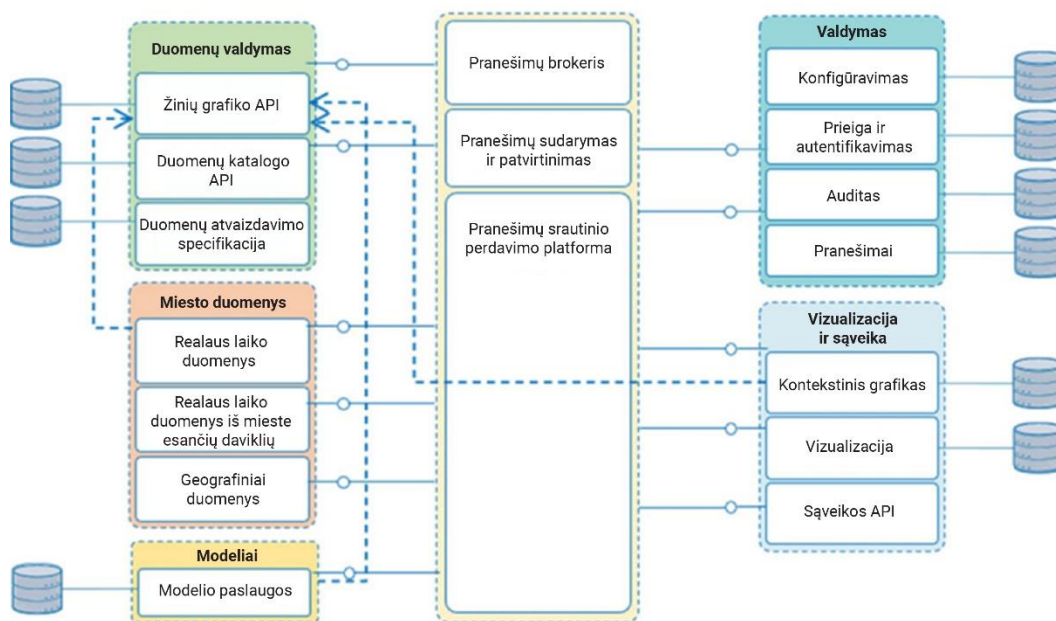
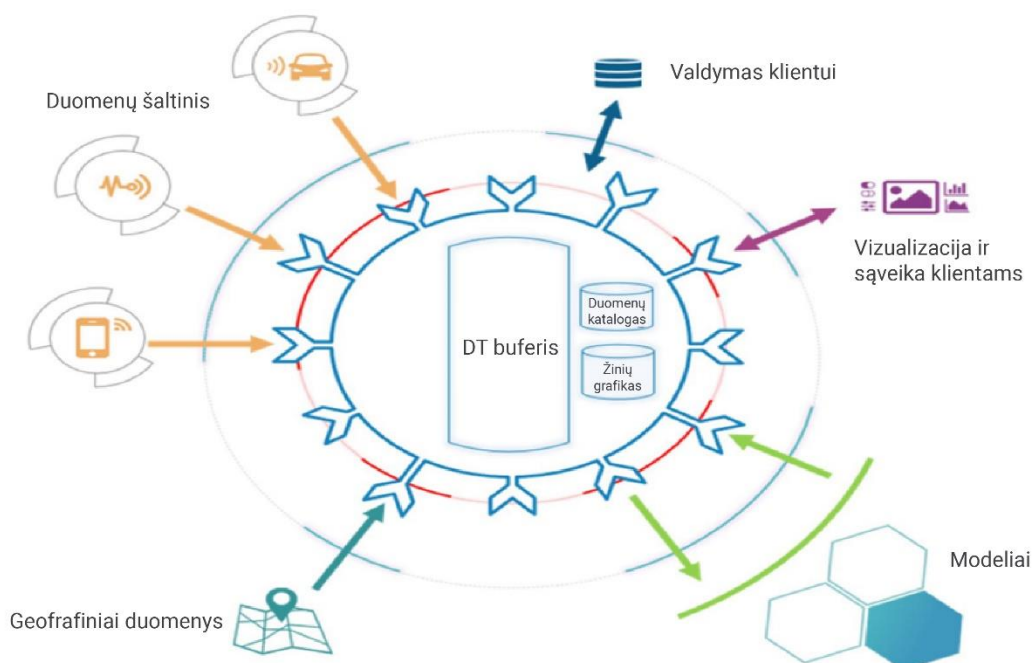
DUET

DUET yra inovacijų projektas, finansuojamas EK Horizontas 2020 programos, skirtas panaudoti pažangias debesų technologijos galimybes ir didelio našumo skaičiavimus per miestų skaitmeninių dvynių sukūrimą, siekiant padėti viešojo sektoriaus sprendimų priėmimui tapti demokratiškesniems ir veiksmingesniems. Jis skirtas stimuliuoti bendradarbiavimo ir novatoriškus daugiadisciplininius ir daugiasektorinius sprendimus visuomenės iššūkiams spręsti trijose tikslinėse srityse – transporto, aplinkos tvarumo ir sveikatos (DUET: Digital Urban European Twins). Šioje iniciatyvoje dalyvauja trys pilotiniai miestai – Atėnai, Pilsen bei Flandrijos regionas.

Projekte naudojamas LDT terminas – tai vietiniai skaitmeniniai dvyniai (angl. *Local Digital Twin - LDT*), kurių terminą neseniai sukūrė Europos Komisija, kad apibūdintų skaitmeninius miestų dvynius, jų procesus, sistemas ir turtą. Terminas LDT yra miesto skaitmeninių dvynių sąvokos sinonimas, nes abu miesto mastu reiškia skaitmeninius dvynius. DUET Digital Twins pateikia virtualias miesto kopijas, kurios leidžia lengvai suprasti sudėtingą eismo, oro kokybės, triukšmo ir kitų miesto veiksmų ryšį. Modeliuojamas numatomas galimų pokyčių poveikis, leidžiantis priimti geresnius įrodymais pagrįstus veiklos ir ilgalaikius politikos sprendimus. Naudojami atviri duomenys ir duomenų modeliai iš įvairių miesto šaltinių, juos integruojant su naujomis technologijų galimybėmis, įskaitant didelio galingumo skaičiavimą, dirbtinį intelektą ir pažangiąją analizę, kad būtų sukurta miesto aplinkos kopija, kurioje galima saugiai atlikti politikos eksperimentus (5 pav.). LDT siūlo daug tų pačių privalumų, kaip ir kitos išmaniojo miesto sistemos. Pavyzdžiui, naudojant LDT galima gauti kontekstinės informacijos apie fizinį turtą (pavyzdžiui, pastatų energijos suvartojimą), galima išmatuoti miesto pulsą (pavyzdžiui, mobilumo modelius) ir kitas pagrindines tendencijas, turinčias įtakos miestui ir jo gyventojams (pavyzdžiui, taršos lygis, klimato kaita), o taip pat netgi galima optimizuoti miesto našumą, kad jo sistemos veiktų efektyviau; pavyzdys būtų transporto tinklo optimizavimas naudojant dirbtinio intelekto valdomą valdymo centrą. Tačiau LDT skiriasi nuo IoT prietaisų skydelių, GIS, BIM ir kitų įrankių tuo, kad jie sujungia įvairius miesto duomenų šaltinius ir modeliavimo algoritmus tokiu būdu, kuris gali augti kartu su miestu, kai jis tampa sudėtingesnis. Per šį dinamišką dvikrypčio ryšio ryšį LDT atspindi gyvybingą, sudėtingą ir besikeičiantį fizinio miesto atitiktens pobūdį, todėl jie yra ideali smėlio dėžė politikos eksperimentams.

Žvelgiant iš šio kampo, LDT gali būti nerizikinga testavimo aplinka, skirta imituoti alternatyvias politikos kryptis, siekiant pagerinti miesto valdymą. Jie gali atskleisti nepakankamai veiksmingą politiką ir nustatyti intervencijų, kurios gali būti sėkmingos, svarto taškus. Dėl šios ex-ante vertinimo funkcijos LDT tampa geidžiama priemone tarp valdžios institucijų. Ir nors miestų administracijos dažnai yra pagrindiniai LDT naudotojai, yra daugybė tarptautinių pavyzdžių, įrodančių LDT naudojimą ne tik politikos formavimui. Skaitmeninis dvynys, atviras ekosistemai, gali būti naudingas ir kitiems veikėjams. Pavyzdžiui, tai gali padėti piliečiams geriau ir greičiau naudotis viešosiomis paslaugomis, o įmonės, remdamosi LDT duomenimis, gali kurti naujus produktus ir paslaugas (Kogut P., 2021).

5 pav. DUET projekto metu skirtas ir šiuo metu trijuose miestuose pilotuojamas skaitmeninio dvynio kūrimo šablonas



Šaltinis: L. Raes et al., 2021.

DUET – tai miestai miestams iniciatyva. DUET skaitmeniniai dvyniai skatina duomenimis pagrįstų sprendimų priėmimą, sukurdami visapusišką virtualų miesto procesų vaizdą. Turėdami tinkamus duomenų taškus, DUET skaitmeniniai dvyniai suteikia vaizdą, kurį galima naudoti matuojant, analizuojant ir numatant veiklos poveikį visame mieste ar regione. Šis visapusiškas matomumas realiuoju laiku leidžia miestams suprasti, kas vyksta tarpdisciplininėse srityse ir paslaugose. Turėdami šias žinias, miestai gali greitai reaguoti į įvykius ir imituoti alternatyvią politiką bei veiklos metodus, pagrįstus tikrais duomenimis, o ne daryti prielaidas, pagrįstas bendrais lūkesčiais (DUET: Digital Urban European Twins).

Urban Digital Twin

Šios grupės, priklausančios „Living in EU“ tinklui, tikslas – sukurti bendraminčių miestų bendruomenę, dirbančią su miesto skaitmeniniais dvyniais. Grupė skirta aptarti skaitmeninių dvynių koncepciją, pateikti konkrečius panaudojimo atvejus iš visos ES bei išgryninti miestų skaitmeninių dvynių vertę. Grupė jungia 30 narių. Kaip rezultatas, publikuoti du straipsniai (D’Hauwers, R. et al, 2021; Kogut, 2021), aptariantys reikalingą įvairių miesto ekosistemų veikėjų bendradarbiavimą, kad būtų galima susidaryti išsamų situacijos mieste vaizdą. Siekiant apibrėžti sudėtingus ryšius tarp skirtingų Urban Digital Twin ekosistemos veikėjų, verslo modelių literatūra padeda atsakyti į klausimus, kaip galima sukurti vertę ir kaip valdyti vertės tinklą. Nustatyti keturis skirtingus miesto skaitmeninių dvynių verslo modelių tipai, atsižvelgiant į tai, ar juos naudoja vyriausybė, ar ekosistema ir ar vyriausybė, ar ekosistema kontroliuoja miesto skaitmeninių dvynių vertės tinklą. Taip pat siekiama nustatyti, kokius iššūkius skirtingi esami skaitmeniniai dvyniai patiria diegdami užstatytos aplinkos skaitmeninius dvynius.

1.2.2.Suomijos patirtis

Suomijos atvejis pasirinktas dėl šalies ambicijų turėti nacionalinio lygmens užstatytos aplinkos skaitmeninę informacinę sistemą (skaitmeninį dvynį), Helsinkio kaip išmanaus miesto aukštų pozicijų tarptautiniuose reitinguose bei didelės patirties (iš kurios mokosi kitos šalys) kuriant užstatytos aplinkos skaitmeninius dvynius.

Ambicija sukurti nacionalinę užstatytos aplinkos skaitmeninę informacinę sistemą

Suomijos Aplinkos ministerija vykdo „Ryhti“ projektą², kurio metu svarbiausia užstatytos aplinkos informacija bus surinkta ir prieinama vienoje vietoje. Šiuo dviejų metų trukmės (2021 – 2023 m.) projektu siekiama informacijos valdymą supaprastinti ir padaryti aiškesnį bei skaidresnį. Projekto konsultantais pasirinktas Ramboll konsorciumas³. Planuojama, jog duomenys bus sukuriami tik vieną kartą sutartu formatu bendroje nacionalinėje duomenų sistemoje, kur jie bus atnaujinami ir patikimai prieinami visoms sistemoms. Tai palengvins duomenų vartotojų darbą. Kuriant šią informacinę sistemą didelis dėmesys teikiamas patogiam ir praktiškam naudojimui. Informacija išsaugoma keliose sistemose, ypač susijusi su savivaldybių zonavimu ir statybos leidimų tvarkymu. Šio projekto dėka ateityje sumažės rankinio informacijos apdorojimo poreikis. Diegimas susideda iš dviejų informacinių išteklių, iš kurių vienas skirtas statybų informacijai, o kitas – zonavimo poreikiams. Už sistemos kūrimą yra atsakingas Suomijos aplinkos institutas SYKE kartu su Aplinkos ministerija. Konkretesni darbai buvo pradėti 2021 m. antroje pusėje.

Kuriama platforma suteiks kontroliuojamą ir lengvai naudojamą prieigą prie informacijos apie žemės naudojimą ir statybas. Pirmajame etape informacija bus tokia, kokią viešasis administravimas naudoja vykdydamas teisės aktų nustatytas operacijas. Reformuotas Suomijos žemės naudojimo ir statybos įstatymas apibrėžia informaciją, kuri ateityje turi būti prieinama skaitmeniniu formatu. Remiantis šiuo metu rengiamais darbais, užstatytos aplinkos informacinė sistema apims šią informaciją:

1. Su žemėtvarkos planavimu susijusi informacija,
2. Informacija apie miesto plano rengimo etapą,
3. Miesto plano pasiūlymas kaip duomenų modelis,
4. Patvirtintas miesto planas kaip duomenų modelis,
5. Teisiškai galiojantis miesto planas kaip duomenų modelis,
6. Miesto plano ataskaita,
7. Informacija apie statybos draudimą,
8. Informacija apie statybos apribojimą,
9. Informacija apie priemonės apribojimą,
10. Svetainės išdėstymo planas,
11. Viešųjų teritorijų planai,

² Plačiau apie Suomijos Aplinkos ministerijos vykdomą „Ryhti“ projektą čia: <https://ym.fi/en/the-built-environment-information-system>

³ Ramboll konsorciumas vienija 16 tūkst. ekspertų, besispecializuojančių tvarių sprendimų kūrime pastatų, transporto; vandens; aplinka ir sveikatos; architektūros, kraštovaizdžio ir urbanistikos srityse. Plačiau: <https://ramboll.com/>

12. Statybos taisyklės,
13. Miesto teritorijos planas,
14. Savivaldybės žemės politikos programa ir savivaldybės žemės politikos santrauka.

Dėl statybos leidimų:

- Sprendimas dėl statybos leidimo,
- Sprendimas dėl leidimo sutvarkyti kraštovaizdį,
- Sprendimas dėl leidimo griauti,
- Išskirtinio planavimo leidimo sprendimas,
- Statybvietės plano duomenų modelis,
- Statybvietės įgyvendinimo duomenų modelis,
- Statybos leidimo objekto naudojimo ir priežiūros instrukcijos.

Per platformą skirtingi operatoriai gali gauti reikiamą žemės naudojimo ir statybos informaciją aktualia ir patikima forma, pavyzdžiui:

1. Sprendimus priimančias asmenys gauna tikslesnę informaciją vertinimui ir prognozavimui, kuri kontroliuoja teritorijų ir savybių naudojimą.
2. Savivaldybės gauna informaciją, pagal kurią galima įvertinti tokius dalykus kaip remonto poreikis savivaldybės valdose artimiausioje ateityje.
3. Pastatų savininkai gauna pagrindinę informaciją apie savo sklypą (pavyzdžiui, planavimo leidimą ir supančios teritorijos zonavimą) ir gali vesti remonto įrašus, susijusius, pavyzdžiui, su pastato renovacija.
4. Gelbėjimo tarnybos gauna informaciją apie specialias svetainės savybes, pavyzdžiui, sprendimus dėl išsaugojimo.
5. Mokesčių institucijos gauna naujausią informaciją, pavyzdžiui, apie turto apmokestinimą.
6. Įmonės gauna informaciją paslaugų plėtrai.

Siekama, kad viešosios organizacijos informacijos prašytų tik vieną kartą. Naujoji informacinė sistema papildys bendrą valstybės informacijos valdymo sistemą, kurią sudaro turto, gyventojų ir įmonių informacinės sistemos. Sistema bus sukurta taip, kad ji būtų suderinama su kitomis sistemomis ir galėtų gauti informaciją viena iš kitos. Savivaldybės informaciją apie žemę ir pastatus gaus nustatyta standartizuota forma, tiesiogiai į nacionalinę sistemą ir atvirkščiai. Vadinamoji pagrindinė informacija apie žemės naudojimą ir pastatus (pavyzdžiui, paskirtis, leidimas planuoti) ateityje būtų prieinama tik naujoje sistemoje, iš kurios informaciją gautų kitos valstybės informacinės sistemos ar kitos informacijos turinčios organizacijos. Atitinkamai naujojoje sistemoje bus naudojami kitose sistemose esanti informacija apie nekilnojamą turtą, jo savininką, kelius ir infrastruktūrą.

Įvardinamos šios nacionalinės užstatytos aplinkos informacinės sistemos **naudos tikslinėms grupėms** (Ministry of the Environment, 2021):

Pastatų savininkams ir jais besinaudojantiems:

1. Naujausia informacija pagerina sistemingą pastatų naudojimą ir priežiūrą. Pakeitimų ar remonto įrašai leis savininkui, pirkėjui ar finansuotojui geriau suprasti pastato kokybę ir vertę.
2. Pastato savininkas gaus pagrindinę informaciją apie savo sklypą (pavyzdžiui, planavimo leidimą ir supančios teritorijos zonavimą).
3. Pagerės informacijos apie aplinką prieinamumas ir naudojimas. Pagerės savivaldybės gyventojų galimybės daryti įtaką ir dalyvauti. Pavyzdžiui, gyventojui galės būti išsiųstas elektroninis pranešimas, apie planuojamus pokyčius jo gyvenamojoje aplinkoje.
4. Su užstatyta aplinka susijusios paslaugos bus pagrįstos naujausia ir patikima informacija (pavyzdžiui, draudimai, turto apmokestinimai, nekilnojamojo turto sandoriai ir kt.).

Įmonėms:

- Įmonės galės kurti geresnes paslaugas, kurios būtų konkurencingos ir būtų pagrįstos dabartine informacija.

- Įmonėms nebereikės ieškoti savo veiklai svarbios informacijos iš skirtingų vietų bei tikrinti, ar informacija yra atnaujinta.
- Tvarkyti savo ar klientų svetaines tampa lengviau, o priežiūros galimybės didėja.

Savivaldybėms:

- Nacionaliniai informacijos valdymo procesai, užstatytos aplinkos atsakomybės ir vaidmenys taps aiškesni.
- Informacijos tvarkymas vienoje vietoje leis atsisakyti perteklinių įsipareigojimų skirtingiems operatoriams. Pavyzdžiui, savivaldybė su zonavimu ir statybomis susijusią informaciją valstybės institucijoms turės pateikti tik vieną kartą, o tai atlaisvins resursus kitiems darbams.
- Savivaldybės lengviau nei anksčiau galės gauti valstybės sprendimus dėl žemės panaudojimo.
- Keitimasis duomenimis tarp regionų ir savivaldybių taps lengvesnis, o neautomatinio duomenų konvertavimo tokiems dalykams kaip regioninis planavimas ar stebėseną reikės mažiau.
- Lengviau galės vykti savivaldybių sistemų pirkimai.
- Centralizuotoje sistemoje (palyginus su iki šiol esančia decentralizuota sistema) galima bus daugiau dėmesio skirti skaitmeniniam saugumui ir duomenų apsaugai.
- Žemėnaudos stebėjimą bus galima pakeisti situacijos vaizdais, numatymu ir strateginiu planavimu.
- Gelbėjimo skyrius gali lengvai pasiekti informaciją apie specialias svetainės funkcijas.

Centrinei valdžiai:

- 1) Pagerės bendras planavimo ir statybos vaizdas.
- 2) Aktuali ir patikima informacija galės būti naudojama priimant sprendimus, o apie juos galima bus gauti tikslesnę statistiką, prognozes ir modeliavimą. Galima bus atsisakyti dalies biurokratinės naštos.
- 3) Automatinis ir standartinis duomenų perdavimas sumažins rankinį duomenų perdavimą ir konvertavimą.
- 4) Mokesčių institucijos gaus naujausią informaciją, pavyzdžiui, apie turto apmokestinimą.

Aplinkai ir klimatui:

- Sukurtos aplinkos duomenų reforma taip pat padeda Suomijai iki 2035 m. tapti neutralia anglies dioksido visuomene.
- Informacija apie pastatų savybes galės būti naudojama apskaičiuojant anglies pėdsaką per visą gyvavimo ciklą.
- Vykdam reformą bus sukurta nacionalinė statybinių medžiagų emisijų duomenų bazė (projektas SYKE rakDB).
- Plėtosis žiedinės ekonomikos statybos produktų ir atliekų rinka, iš anksto nustatant ardomo pastato medžiagas, kurias galima panaudoti pakartotinai.

Helsinkio, kaip išmanaus miesto, atvejis

Suomijos sostinėje Helsinkyje gyvena apie 600 000 gyventojų. Bendras miesto plotas – 719 km², iš kurių beveik 70 proc. sudaro jūra (502 km²) ir 30 % – sausuma (217 km²). Gyventojų tankis Helsinkyje yra beveik 3000 gyventojų vienam km². „Smart Kalasatama“, kurio skaitmeninio dvynio projektas šioje ataskaitoje aptariamas kaip geroji praktika, yra strateginis išmaniojo miesto plėtros rajonas Helsinkyje.

Helsinkis, kaip išmanus miestas, užima tvirtas pozicijas tarptautiniuose reitinguose:

- 2020/21 Top 50 Smart City Government Rankings užima 5 vietą iš 50 (Eden Strategy Institute, 2018).
- Smart City Index 2020 užima 2 vietą iš 109.
- Helsinkis laimėjo 1-ąją vietą konkurse „Europos išmaniojo turizmo sostinė 2019“.
- Taip pat yra išrinktas geriausiu miestu, teikiančiu skaitmeninio mobilumo kaip paslaugos (MaaS) paslaugas (Hämäläinen M. (2020).

Strateginis aspektas

Vizija ir strategija

2021 – 2025 m. Helsinkio miesto strategija apima daugybę išmaniojo miesto elementų ir plėtros zonų. Už strategiją atsakingas Helsinkio strategijos skyrius, kurio direktorius yra tiesiogiai pavaldus miesto merui. Miestas siekia būti į gyventojus ir vartotojus orientuotu miestu, kuriame žmonės gali gyventi saugioje ir patikimoje aplinkoje. Helsinkis pozicionuojamas kaip lygių galimybių ir tarptautinis miestas, plėtojantis atsakingą ekonomiką kaip tvaraus augimo pagrindą, prisiimantis ambicingą atsakomybę už klimatą ir gamtos išsaugojimą, miestas, kuris yra geriausia ir lygiateisiškiausia vieta pasaulyje mokytis bei yra patrauklus savo darbuotojams.

Helsinkis yra „Šešių miestų strategijos“ projekto, kuris įgyvendina išmanaus miesto bandomuosius projektus tokiose srityse kaip išmanusis mobilumas, atviri duomenys, sveikata ir žiedinė ekonomika šešiuose didžiausiuose Suomijos miestuose, dalis Hämäläinen M. (2020).

Helsinkis siekia būti miestu pasaulyje, kuris geriausiai išnaudoja skaitmeninimą (Helsinkio miesto strategija 2021 – 2025). Pagrindinis Helsinkio skaitmeninimo programos tikslas – paversti gyventojų gyvenimą patogesnį ir palengvinti paslaugų prieinamumą jas padarant prieinamas ir virtualiu būdu. Pagrindinės Helsinkio skaitmenizacijos proceso temos yra susijusios su vis efektyvesniu miesto duomenų panaudojimu duomenų strategijos pagalba, geresniu dirbtinio intelekto panaudojimu bei paslaugų poreikius numatančiomis paslaugomis. Helsinkio miestas užsibrėžė tikslą padedant skaitmeninėms technologijoms tapti geriausiai veikiančiu miestu pasaulyje. Skaitmeninio miesto strategijoje išskiriamos ateities miesto savybės:

- Išnaudojami didžiuliai miesto duomenų klodai – sukuriamas 3D miesto modelis, naudojamas statybų planavimui, automobilių srauto valdymui, virtualų Helsinkį gali aplankyti turistai.
- Miesto bendruomenė įtraukiama į miesto valdymą – biudžetas planuojamas kartu su gyventojais, matuojamas jų pasitenkinimas paslaugomis, gyventojų suteiktas grįžtamasis ryšys naudojamas paslaugoms tobulinti, pakeitimai testuojami su gyventojais.
- Personalizuotos, proaktyvios paslaugos gyventojams, pavyzdžiui, tėvams automatiškai pasiūlomas geriausiai jų poreikius atitinkantis darželis vaikams, remiantis gyventojų sveikatos istorija, miestas identifikuoja gyventojus rizikos grupėse ir automatiškai pakviečia juos gydytojo konsultacijai.
- Tele-sprendimų plėtra – darbas Helsinkio mieste gali būti organizuojamas nuotoliniu būdu, net slaugos ir socialinės paslaugos gali būti teikiamos per atstumą.
- Didelių investicijų reikalaujantys miesto plėtros projektai keičiami lanksčiais ir smulkesniais projektais (Visionary Analytics 2020, 56).

Pajėgumai

Viešojo sektoriaus darbuotojams organizuojami mokymai dirbtinio intelekto ir kitų aktualių skaitmeninių technologijų srityje, suvokiant to reikšmę siekiant strateginių tikslų. Mieste taip pat palaikoma inovacijų kultūrą skatinanti aplinka. Įsteigta vyriausiojo skaitmeninio pareigūno pareigybė, siekiant užtikrinti, kad skaitmeninė transformacija būtų aktualizuota įvairiose miesto srityse. Helsinkis siekia suskaitmeninti miesto paslaugas, kad jos būtų prieinamos visą parą (Hämäläinen M.2020).

Technologinis aspektas

Helsinkio miesto IRT ir duomenų administravimo departamentas veikia prie Ekonominės plėtros ir planavimo skyriaus. IRT skyrius yra atsakingas už suderinamų skaitmeninių technologijų valdymą ir plėtrą įvairiose miesto srityse. Departamentas taip pat atsakingas už viso miesto žmonės architektūros ir IRT infrastruktūros projektavimą ir įgyvendinimą. Helsinkio tikslas – teikti žemo slenksčio technologijų inovacijų ir eksperimentavimo paslaugas ir sudaryti galimybę išorinėms suinteresuotosioms šalims pasiekti skaitmeninius duomenis. Miestas aktyviai eksperimentuoja ir gauna naudos iš duomenų analizės, dirbtinio intelekto, jutiklių ir daiktų interneto technologijų keliose miesto srityse (Helsinkio IRT politika).

Duomenys

2020 m. pavasarį Helsinkio miestas patvirtino ambicingą Duomenų strategiją. Pagal šią strategiją iki 2025 m. Helsinkio duomenys turėtų būti labiausiai naudojami ir dažniausiai naudojami miesto duomenys pasaulyje. Duomenų ir analizės panaudojimas taip pat leidžia efektyviau valdyti žinias. Miestas gali priimti geriau informuotus sprendimus, numatyti veiksmų poveikį ir automatizuoti sprendimų priėmimą. Šiuo metu Helsinkis ir

jo regioniniai miestai yra paskelbę beveik 650 duomenų rinkinių ir atvėrė beveik 120 sąsajų išorės suinteresuotosioms šalims. Helsinkio regioninis transportas, paslaugų žemėlapių taikomųjų programų sąsajos (API) ir geografiniai duomenys, tokie kaip žemėlapiai ir pašto kodai, buvo populiariausios sąsajos ir duomenų rinkiniai, kuriuos taiko atvirų duomenų vartotojai.

Pirmieji 3D Helsinkio miesto (Kamppi vietovės) modeliai buvo sukurti dar 1987 m. Skaitmeninio Helsinkio miesto sprendiniai tobulinami iki dabar. Remiantis statistinėmis aplinkosaugos duomenų serijomis, buvo sukurtas 3D modelis – Helsinkio energetikos ir klimato atlasas, siekiant užtikrinti miesto pastatų energijos suvartojimo skaidrumą. Vaizdinė priemonė padeda miestui įvertinti ir analizuoti energijos suvartojimą įvairiuose miesto pastatuose ir taip reaguoti į energijos nutekėjimą bei padidinti energijos vartojimo efektyvumą, ypač senuose pastatuose.

Technologijų eksperimentai

Helsinkio miestas įsteigė nepriklausomą įmonę *Forum Virium Helsinki* (FVH) Ltd., kuri kuria naujas skaitmenines inovacijas ir miesto paslaugas bendradarbiaujant su privačiomis įmonėmis, kitomis viešosiomis organizacijomis ir piliečiais. Šiuo metu FVH vykdo skaitmeninių technologijų plėtrą ir eksperimentus „Smart Kalasatama“ bei kituose miesto rajonuose. Suinteresuotosios šalys gali išbandyti išmaniojo miesto sprendimus realioje miesto aplinkoje su tikrais vartotojais ir kartu sužinoti, ar išmanaus miesto sprendimas yra perspektyvus didesniu mastu. Išmanieji Kalasatama Agile Pilots ir technologijų eksperimentai padidino susidomėjimą ne tik Helsinkyje, bet ir kituose Suomijos bei Europos miestuose. „Smart Kalasatama Cookbook“ pristatoma geriausia „Kalasatama smart city Pilots“ praktika ir išmoktas pamokas.

Vertikali ir horizontali taikymo sritis

Daugybė išmaniųjų miestų iniciatyvų ir eksperimentų Helsinkyje buvo susiję su judumu, aplinka ir žiedinės ekonomikos plėtra. Helsinkis aktyviai kūrė funkcionalias išmaniąsias eismo sistemas, siekdamas sumažinti išmetamų teršalų kiekį. Mobilumas kaip paslauga yra vienas iš labiausiai išvystytų projektų Helsinkyje. Dėl mobilumo ir transporto plėtros atsirado naujų duomenimis pagrįstų inovacijų ir paslaugų. Siekiama, kad visos miesto paslaugos būtų suderinamos, o skaitmeninių duomenų turinys ir sąsajos būtų lengvai prieinami miesto suinteresuotosioms šalims. Miestas aktyviai skatina atvirų IRT ekosistemų atsiradimą, siūlydamas sąžiningas ir lygias galimybes trečiosioms šalims kurti naujas skaitmeninio miesto paslaugas.

Saugumas ir privatumas

Duomenų saugumui ir privatumo klausimams spręsti skiriamas didelis dėmesys.

Viešojo valdymo aspektas

Helsinkio, kaip išmaniojo miesto, plėtra, anot Hämäläinen M. (2020), yra decentralizuota. Daugelis Helsinkio išmaniųjų miestų iniciatyvų yra pagrįstos projektais ir finansuojamos ES. Derinamos išmanaus miesto plėtros „iš viršaus į apačią“ ir „iš apačios į viršų“ priegijos. Tai reiškia, kad norint investuoti į infrastruktūros plėtrą, reikalinga miesto lygmens strategija, kurią kuriant turi būti įtrauktos visos suinteresuotosios šalys (viešasis, privatus sektorius, visuomenė, etc.). Taikant miesto plėtros metodą iš viršaus į apačią ir iš apačios į viršų, miestas atveria savo duomenų sąsajas ir kuria IRT sistemas, kad kiekvienas pilietis galėtų dalyvauti ir panaudoti savo išteklius miesto gyventojų gyvenimo kokybei gerinti. Helsinkio atveju „Agile Pilots“ ir naujų technologijų eksperimentai yra išmanaus miesto plėtros priemonė. Helsinkyje vystantis išmaniajam miestui, galima tikėtis, kad ši plėtra pereis nuo „Agile Pilots“ prie brandesnio išmaniojo miesto valdymo požiūrio.

Finansavimas ir metrika

„Smart Kalasatama“ yra strateginis miesto plėtros projektas, todėl jį finansuoja Helsinkis, tačiau kiti išmanaus miesto politiniai projektai ir eksperimentai yra finansuojami iš įvairių ES fondų bei vietos ar nacionalinės visuomeninės organizacijų. Atvirų duomenų pagrindu kuriamas skaitmenines miesto paslaugas finansuoja Helsinkis. Helsinkyje netaikomas joks tarptautinis išmaniojo miesto standartas.

Suinteresuotųjų šalių aspektas

Laikomasi principo, jog į išmanaus miesto kūrimo procesą turi būti įtrauktos visų pagrindinių suinteresuotųjų šalių (viešasis, privatus, akademinis sektorai, visuomenė) atstovai. Suinteresuotųjų šalių įtraukimas į išmaniojo miesto plėtrą, sprendinius padarė konkretesnius bei atvėrė galimybes sužinoti, kurie išmaniojo miesto sprendimai veikia, o kurie ne. Viešieji miesto duomenys padidino skaidrumą ir, tikimasi, padidins pilietinį dalyvavimą ir miesto plėtrą iš apačios į viršų. Kita nauda, kurią miestas gavo iš atvirų duomenų, yra vidinis taupymas ir išteklių efektyvumas, nes duomenys yra visur prieinami visiems. Trečiasis privalumas – viltis, kad atvirų duomenų teikimas paskatins naują verslą ir pagerins Helsinkio ir Suomijos įmonių konkurencingumą.

Helsinkio miesto dalies Kalasatama skaitmeninio dvynio projektas

Kalasatama yra Helsinkio miesto dalis. Kalasatama skaitmeninio dvynio projekto (Ministry of the Environment, 2019) metu sukurti aukštos kokybės atvirų duomenų 3D modeliai, kurie yra kaip platforma, skirta projektuoti, išbandyti, taikyti ir aptarnauti visą užstatytos aplinkos (angl. *built environment*) gyvavimo ciklą. Projekto eiga buvo suskirstyta į penkis tarpinius tikslus, nuo skaitmeninio modelio (dvynio) sukūrimo iki išnaudojimo miesto procesuose (6 pav.).

6 pav. Tarpiniai projekto Kalasatama skaitmeninio dvynio tikslai



Šaltinis: Ministry of the Environment (2019). The Kalasatama Digital Twins Project. The final report of the KIRA-Digi pilot project

Skaitmeninio modelio sukūrimas

Pagrindinis projekto tikslas buvo sukurti aukštos kokybės modelį – skaitmeninį Kalasatama rajono dvynį, kuris veiktų kaip skaitmeninių dvynių projektavimo, testavimo, taikomųjų programų ir paslaugų platforma visam pastatytos aplinkos gyvavimo ciklui, o taip pat sumaniam miesto vystymuisi. Skaitmeninis dvynys buvo sukurtas naudojant naujausias modeliavimo technologijas ir programas, tokias kaip CityGML standartu pagrįstas semantinis miesto informacijos modelis (angl. *CityGML standard-based semantic city information model*) ir realybės tinklelio modelis (angl. *reality mesh model*). Kalasatama skaitmeninio dvynio modelis sukurtas kaip atskiras sprendinys šio projekto rėmuose, o jo pirminiai duomenys, turinys ir tikslumas yra kokybiškesni nei anksčiau modeliuotų Helsinkio 3D miesto modelių.

Realybės tinklelio modelis (angl. *reality mesh model*) yra fotorealistinis miesto modelis, sukuriantis vizualinį geometrinį modelį, atitinkantį miesto tikrovę, remiantis oro nuotraukomis. Tinklinio modelio gamyba net dideliems miestams yra ekonomiškai dėl labai automatizuoto skaičiavimo. Tačiau apskaičiuojant miesto masto modelį prireiks kelių mėnesių, kol jis veiks efektyviame kompiuterių ūkyje. Tinklo modelio pranašumas yra jo vaizdinė informacija, kurioje yra visi elementai, kurie fotografavimo metu dažniausiai yra nejudantys. Realybės tinklelio technologija gali pateikti labai detalius 3D modelius. Pradinių duomenų tikslumas ir skaičiavimo galios prieinamumas nustato didžiausius modelio gamybos apribojimus.

CityGML modelis yra semantinis miesto informacijos modelis pagal Global OGC (Open Geospatial Consortium) standartą (CityGML v2.0). Kontinentinėje Europoje CityGML modelius gamina keli didieji miestai, o Singapūras ir Niujorkas taip pat naudoja CityGML modelius. „National Geographic Survey of Finland“ atliktas nacionalinės pastatytos aplinkos 3D modeliavimas taip pat pagrįstas „CityGML“.

„CityGML“ modelio pranašumai yra tai, kad jis yra atviras pasaulinis standartas ir atviros informacijos modelis, turi taikomųjų programų srities plėtinį (ADE) ir kad yra daug ir besivystančių atvirojo kodo įrankių informacinio modelio aplinkai kurti. Be to, standartą palaiko daugybė pasaulinių kūrėjų, įskaitant universitetus, tyrimų institutus, valstijas, miestus ir vis daugiau paslaugų programų.

Iki projekto pradžios svarbiausi abiejų modelių (realybės tinklelio modelio ir miesto informacinio modelio) šaltiniai jau buvo gauti iš 2017 m. aerovaizdų ir taškinių debesų duomenų rinkinių, aerofotografijos ir lazerinio skenavimo, taip pat registru ir erdvinių duomenų. Pirmasis šio projekto tikslas buvo sutelktas į modelio kūrimo procesą ir planuojamų pastatų modeliavimą, kuris yra esminis skaitmeninių dvynių naudojimo principas.

Skaitmeninio dvynio duomenų atvėrimas

Antrajame etape skaitmenio dvynio platforma plėtojama naudojant atvirojo kodo įrankius.

Skaitmeninio dvynio kūrėjai srautinio perdavimo paslauga reikią:

1. Galimybę naudoti didelius 3D duomenis UNITY programose be dydžio apribojimų ir optimizavimo (pavyzdžiui, visas Helsinkis susideda iš 700 GB duomenų ir 2 milijardų daugiakampių);
2. sumažinti programos dydį ir įkėlimo laiką;
3. daugiakampių skaičius ir atminties pakankamumas nebekelia problemų;
4. visose situacijose galima pasiekti nuo 60 iki 120 kadrų atnaujinimo dažnį.

Galutiniam vartotojui paslauga reikią sklandų darbą visuose išmaniuosiuose įrenginiuose, įskaitant telefonus ir planšetinius kompiuterius. Platus paslaugų prieinamumas atitinka ir Helsinkio miesto tikslus, nes taip siekiama, kad paslauga būtų prieinama kuo didesniai žmonių skaičiui.

Modeliavimas bus toliau tobulinamas, nes didės miestų duomenų rinkimo ir apdorojimo pajėgumai. Jau dabar galima pagaminti milimetro tipo tinklelio modelius naudojant automatizuotus metodus. Tik bazinių duomenų tikslumas ir skaičiavimo pajėgumai apribos modelių gamybą ir priežiūrą. Ateityje transporto priemonės bus galima aprūpinti lazeriniais skaitytuvais, prijungtais prie duomenų tinklo. Realus laiko informacija iš jų leis nuolat atnaujinti miesto modelį, o jo tikslumas bus parinktas pagal naudojimo poreikis. Taigi bus galima pasiekti realaus laiko miesto informacijos modelio srautinį perdavimą.

Skaitmeninis dvynys kaip išmani plėtros platforma

Trečiasis tikslas buvo sutelktas į bendradarbiavimą su pagrindiniu partneriu – projektu „Smart Kalasatama“. „Smart Kalasatama“ yra pagrindinis „Kalasatama“ partneris skaitmeninių dvynių bandomasis projektas ir yra išmaniojo miesto plėtros Helsinkyje vėliavnešys. Čia ieškoma naujų išmanių sprendimų viešojo valdymo skaidrumui didinti, orientacijai į vartotoją gerinti bei įtraukiai planuoti miestą.

Išmanieji eksperimentai skirstomi į tris temas: energija, tvarus mobilumas ir išmaniosios kasdienės paslaugos. Energetikos temoje bandomi ir pristatomi saulės energijos panaudojimo ir anglies neutralumo sprendimai. Išmaniosios kasdienės paslaugos apima tokias ambicijas kaip pasiekiamumas iš bet kur ir bet kada, daugiafunkcij naudojimą bei paslaugų paketų centralizavimą. Mobilumo temoje siekiama pagerinti anglies dvideginio neutralumo rodiklius skatinant dalintis elektromobiliais bei plėtojant mobilumą geležinkeliais.

Išmani miesto platforma

Skaitmeninius dvynius ketinama naudoti kaip virtualią plėtros platformą „Smart Kalasatama“ projekto eksperimentams, taip skatinant išmaniųjų miestų projektų planavimą, įgyvendinimą, sąveiką ir komunikaciją Kalasatamos regione. Modelio platforma suteikia galimybę pažangiai projektuoti skaitmeninį projektavimą, testuoti ir bendrauti su projektais prieš juos realiai įgyvendinant. Virtuali „Smart Kalasatama“ platforma buvo sukurta naudojant naršyklės pagrindu veikiančią „OpenCities Planner“ programą.

Šiame projekte pagamintas Kalasatama tinklinis modelis naudojamas kaip OpenCities Planner programos naudojimo pagrindas. Tinklelio modelis pritaikytas prie „OpenCities Planner“ per programos debesies paslaugą, kurią valdo administratoriai. Programoje taip pat buvo įtraukti planuojamų pastatų 3D modeliai, taip pat reljefo modeliai.

Skaitmeninis dvynys kaip simuliacijų platforma

Ketvirtasis tikslas buvo išbandyti naujausius 3D miesto modelių modeliavimo, testavimo ir panaudojimo būdus. Kalasatamoje skaitmeninis dvynys išnaudotas vėjo simuliacijoms kurti bei saulės apšvietimo modeliavimo tikslais taikant pagrindinę skaitmeninių dvynių idėją: pirmiausia suprojektuoti, išbandyti ir kurti daiktus skaitmeniniu būdu.

Skaitmeninio dvynio įgalinimas miesto procesuose

Penktasis tikslas buvo skatinti skaitmeninių Dvynių panaudojimą miesto procesuose ir paslaugų gamyboje. Kiek skaitmeninio dvynio sprendiniai įveiklinti išmanaus miesto procesuose vaizduojama 7 pav.

7 pav. Helsinkio miesto ištestuoti miesto 3 D modelio sprendiniai įvairiuose srityse nuo 2017 m.



Pastaba: Helsinkio ištestuoti miesto 3D modelio sprendiniai pažymėti violetine spalva

Šalinis: Ministry of the Environment (2019). The Kalasatama Digital Twins Project. The final report of the KIRA-Digi pilot project.

Skaitmeninių dvynių naudojimas miesto procesuose ir paslaugų kūrime – Helsinkio skaitmeninio programos. 2019 m. vasario 14 d. paskelbtame Helsinkio skaitmeninio programos projekte skaitmeniniai dvyniai pristatomi kaip vienas iš pagrindinių programos projektų. Programa siūlo šiuos tikslus:

- Miestas taiko veiklos metodą, pagrįstą informaciniu modeliu pagrįsto skaitmeninio dvynio panaudojimu, kuris leidžia bendrai dalyvauti visiems operatoriams ir kurti gerą gyvenimą miesto gyventojams.
- Tikslus, atnaujintas esamos miesto struktūros modelis ir ateities planai leis plėtoti procesus, praktikas ir paslaugas, paremtas 3D technologija.
- Skaitmeninis dvynių metodas apima duomenų šaltinį, paslaugų platformą, įrankių rinkinį ir kompetenciją plėtoti veiklą. Tai iš realaus ir virtualaus pasaulio susidedantis darinys, leidžiantis planuoti, testuoti ir įgyvendinti procesus, paslaugas ir projektus – iš pradžių skaitmeniniu būdu. Skaitmeninis dvynys yra nauja kompetencija, leidžianti atlikti sudėtingas analizes ir modeliuoti optimalius sprendimus.
- Sprendimų priėmimas, sąveika ir bendravimas bus pagrįsti gerai pagrįstais faktais ir patikimu procesu, atsižvelgiant į visas perspektyvas ir kuriant abipusį supratimą. Informacinis modelis leidžia optimizuoti miesto biologinius, socialinius ir techninius komponentus kaip visumą. Skaitmeninio dvynio naudojimas leidžia išnaudoti daugybę ir įvairių duomenų šaltinių. Tai nėra vienintelis informacijos modelis.

Siekiant skatinti visus aukščiau išvardintus tikslus, visi miesto urbanistinės aplinkos komiteto tvarkomi klausimai bus pristatyti 3D miesto modelių platformoje ir galima bus stebėti vykstančių pokyčių momentinį vaizdą. Tai gali būti naudojama komunikacijai, būsimoje projekto etapuose, etc. Projektas vykdomas etapais, o galutinis tikslas – visapusiškai informaciniais modeliais pagrįstos operacijos. Tam reikalingos naujos patirties, tinkamų išteklių ir gairės pokyčiams vadovauti.

Apibendrinimas

Apibendrinant Suomijos patirtį, akcentuotina, jog šalis turi ambicijų iki 2023 m. sukurti nacionalinę užstatytos aplinkos skaitmeninę informacinę sistemą, kurioje bus surinkta ir vienoje vietoje prieinama svarbiausia informacija apie užstatytą aplinką. Tai dalis skaitmeninės užstatytos aplinkos programos iki 2030 m. veiklos. Teigiama, jog nacionalinė užstatytos aplinkos skaitmeninės informacijos sistema bus naudinga pastatų savininkams ir jais besinaudojantiems, įmonėms, savivaldybėms, centrinei valdžiai, aplinkai bei klimatui.

Suomijos sostinė Helsinkis, kaip išmanusis miestas, užima pirmaujančias pozicijas tarptautiniuose reitinguose. 2021 – 2025 m. Helsinkio miesto strategija apima daugybę išmaniojo miesto elementų ir plėtros zonų. Siekiama būti miestu, kuris geriausiai išnaudoja skaitmeninimą. Pagrindinis Helsinkio skaitmeninimo programos tikslas – paversti gyventojų gyvenimą patogesnį ir palengvinti paslaugų prieinamumą jas padarant prieinamas ir virtualiu būdu. Viena iš krypčių šiems tikslams siekti – sukurtas 3D miesto modelis, naudojamas statybų planavimui, automobilių srauto valdymui, bei miesto patrauklumui turistams didinti (virtualų Helsinkį gali aplankyti turistai). Ypatingai išvystytas Helsinkio miesto dalies – Kalasatama – skaitmeninis dvynys. Kalasatama skaitmeninio dvynio projekto metu sukurti aukštos kokybės atvirų duomenų 3D modeliai, kurie yra kaip platforma, skirta projektuoti, išbandyti, taikyti ir aptarnauti visą užstatytos aplinkos gyvavimo ciklą. Šiame projekte panaudoti pažangiausi technologiniai sprendiniai.

1.2.3. Jungtinės Karalystės patirtis

Jungtinės karalystės atvejis pasirinktas dėl šalies ambicijų turėti nacionalinio lygmens skaitmeninį dvynį bei didelio mokslininkų įsitraukimo generuojant sprendinius. Į skaitmeninę infrastruktūrą Jungtinė Karalystė planuoja investuoti 600 mlrd. svarų. Skaičiuojama, jog skaitmeninių dvynių sprendiniai generuos 7 mln. svarų vertę per metus (CDBB, 2021).

Britų Vyriausybė, 2011 m. įkūrė „BIM Task Group“, siekdama, kad BIM metodai būtų kuo greičiau įdiegti viešajame sektoriuje, taupant statyboms reikalingas lėšas ir didinant statybų sektoriaus efektyvumą. Vertinama, kad BIM naudojimas viešajame sektoriuje JK sutalpė ir tebetaupo dešimtis milijardų svarų. 2015 m. Vyriausybei patvirtinus strategiją „Digital Built Britain“, ilgainiui „BIM Task Group“ virto Vyriausybės iniciuotu „Centre for Digital Built Britain“ (CDBB), o visi svarbiausieji nacionaliniai BIM reikalai, įskaitant BIM standartus, deleguoti „UK BIM Framework“. Finansuojamas Vyriausybės CDBB veikia Kembridžo universitete ir yra atsakingas už „Digital Built Britain“ strategijos įgyvendinimą. Kembridžo universitetas CDBB veiklai sutelkė savo mokslininkus iš kuo įvairiausių savo centrų, institutų ir laboratorijų, dirbančių, kad pagrįstų ir sukurtų prielaidas nacionaliniam skaitmeniniam dvyniui, kuris apibrėžiamas kaip pavienių skaitmeninių dvynių ekosistema, kurioje jie susiję saugiai besidalijamais duomenimis (Butkus, E. iš Skaitmeninė statyba 2021, 10).

Jungtinės Karalystės Nacionalinė infrastruktūros komisija (angl. *National Infrastructure Commission* - NIC, 2017) išsikėlė ambicingą statybų planą sukurti nacionalinį JK infrastruktūros skaitmeninį dvynį. Šis nacionalinis dvynys apjungtų individualius infrastruktūros modelius į vieną federalinę sistemą ir taip būtų sukurta sistema, įgalinanti suderintai planuoti, kurti ir valdyti nacionalinę infrastruktūrą. Šia iniciatyva tikimasi optimizuoti išteklių naudojimą, sumažinti paslaugų sutrikimus, padidinti piliečių atsparumą ir pagerinti gyvenimo kokybę (Wan L. et al 2019, 187). JK nacionalinė infrastruktūros komisijos (NIC) ataskaitoje „Duomenys visuomenės labui“ (2017 m.) kalbama apie duomenų ir skaitmeninių technologijų panaudojimą priimant geriau informuotus sprendimus. Ataskaitoje siūloma plėtoti nacionalinį skaitmeninį dvynį, kaip būdą pagerinti nacionalinių išteklių našumą, paslaugų kokybę ir turto teikiamą vertę (Wan L. et al, 2019, 187). Nacionalinis skaitmeninis dvynys suteiks geresnį supratimą apie infrastruktūrą, padės ją optimizuoti bei įgalins viešąjį bei privatų sektorių priimti labiau informuotus sprendimus. Tikimasi, jog nacionalinis skaitmeninis dvynys leis:

- optimizuoti tokius resursus kaip energija ir vanduo,
- sumažins transporto trikdžius ir vėlavimą bei palengvins eismo srautą,
- padidins atsparumą teroristinėms atakoms,
- pagerins JK gyventojų gyvenimo kokybę,

- pagerins reagavimą į stichines nelaimes (JK Nacionalinė infrastruktūros komisija).

JK pilotiniai miestų infrastruktūros skaitmeninių dvynių projektai: *Exeter, Bristol, Newcastle, Milton Keynes, Cambridge*.

Nacionalinė skaitmeninių dvynių programa

Nacionalinė skaitmeninių dvynių programa pradėta 2018 m. Nacionalinę skaitmeninių dvynių programą (CDBB, 2021) vykdo Kembridžo universiteto ir Verslo, energetikos ir pramonės strategijos departamento partnerystės centras „Center for Digital Built Britain“. Jos tikslas – sukurti nacionalinį skaitmeninį dvynį, siekiant padidinti infrastruktūros atsparumą, sumažinti trikdžius ir vėlavimus, optimizuoti išteklių naudojimą ir pagerinti piliečių gyvenimo kokybę.

Individualūs skaitmeniniai dvyniai jau kuriami visoje šalyje. Nacionalinėje skaitmeninių dvynių programoje kuriami sprendiniai, kad šie atskiri dvyniai galėtų prisijungti ir sudaryti tarpusavyje sujungtą skaitmeninių dvynių ekosistemą. Nacionalinis skaitmeninis dvynys (atskirų skaitmeninių dvynių ekosistema) atvertų didžiulę dalijimosi aukštos kokybės, saugiais duomenimis vertę.

Nacionalinės skaitmeninių dvynių programos tikslai (Digital Twin Hub):

- Įgalinti nacionalinį skaitmeninį dvynį – sujungti skaitmeninius dvynius į ekosistemą, siekiant geresnių rezultatų;
- Sukurti informacijos valdymo sistemą, kad būtų užtikrintas saugus ir patikimas dalijimasis duomenimis ir veiksmingas informacijos valdymas;
- Įsteigti skaitmeninės sistemos užduočių grupę, kad būtų užtikrintas pagrindinių žaidėjų koordinavimas ir tarpusavio susiderinimas.

Visi programos aspektai turi socialinę ir techninę perspektyvą, siekiant suteikti kitiems galimybę keistis ir priimti sujungtus skaitmeninius dvynius savo organizacijose. Siekiama tarnauti visuomenės gerovei: tarpusavyje susijęs dalijimasis duomenimis leidžia geriau suprasti, mokytis ir priimti sprendimus, o tai suteikia didžiulę naudą kuriant efektyvesnę, tvaresnę ir ekonomišką užstatytą ir natūralią aplinką. Nacionalinė skaitmeninių dvynių programa grįsta akademinės bendruomenės, pramonės ir vyriausybės bendradarbiavimu. Kiekvieno iš šių sektorių vyresnieji vadovai buvo paskirti į Skaitmeninės sistemos užduočių grupę (DFTG), kuri veikia kaip patariamoji grupė. DFTG atsiskaito Vyriausybei per CDBB – strateginę patariamąją tarybą. Nacionalinės skaitmeninių dvynių programos rėmuose veikia „Digital Twin Hub“ – bendradarbiaujanti ir palaikoma internetinė bendruomenė, skirta tiems, kurie turi arba kuria užstatytos aplinkos skaitmeninius dvynius. Nacionalinė skaitmeninių dvynių programa bendradarbiauja su būsimais skaitmeninių dvynių naudotojais ir ankstyvaisiais pritaikytojais, kad sukurtų informacijos valdymo sistemą, skirtą apjungti skaitmeninius dvynius į vieną ir išnaudoti to teikiamą naudą.

Nacionalinio skaitmeninio dvynio nauda

JK turi ypatingą galimybę pademonstruoti pasaulinę lyderystę skaitmeninių dvynių technologijų srityje, sukurdamą savo infrastruktūros nacionalinį skaitmeninį dvynį, kuris, pavyzdžiui, galėtų:

1. Integruoti ir teikti pirmenybę transporto tinklų (pavyzdžiui, kelių ir geležinkelių) priežiūros poreikiams iš erdvinės perspektyvos, kad būtų kuo mažiau trikdžių vartotojams.
2. Perdengti planuojamą infrastruktūrą ant esamos infrastruktūros, kad būtų parodyta tarpusavio priklausomybės ir įvertinti optimalų investicijų laiką (tokio įrankio pavyzdys yra GLA Londono infrastruktūros žemėlapių aplikacija).
3. Nustatyti energijos vartojimo efektyvumą, kurį galima išbandyti įvairiuose sektoriuose modeliuojant.

Į šiuos skaitmeninius dvynių modelius įvedus patikimus duomenis, bus galima geriau suprasti infrastruktūros sistemos veikimo būdą. Gilaus mokymosi metodų taikymas gali pasiūlyti daugiau nuspėjimo galimybių. Ateityje gali būti įmanoma analizuoti tokius klausimus kaip: jei iki 2050 m. Londono gyventojų skaičius padidėtų 50 proc.,

kaip reiktų keisti transporto judėjimą? Kaip nestatyti dar vienos automobilių stovėjimo aikštelės miesto centre? Kaip galime iš naujo optimizuoti eismo srautą ir sumažinti spūstis? kaip iki 2050 m. galėtume 25 proc. sumažinti energijos suvartojimą vienam žmogui? Skaitmeninis dvynių modelis gali suteikti daugiau įžvalgų, nei šiuo metu įmanoma naudojant esamus infrastruktūros modelius, ir gali būti naudojamas kaip priemonė, padedanti priimti sprendimus. Šis dvynys fiksuos duomenis apie infrastruktūrą, kurį galima papildyti modeliais, nuspėjamaisiais turto valdymo metodais ir pažangiu duomenų mokslu, kad būtų optimizuotas infrastruktūros sistemų veikimas (NIC, 2018).

Nacionalinėje skaitmeninių dvynių programoje išskiriamos šios naudos atskiroms tikslinėms grupėms:

- **Nauda visuomenei:** skaidrus suinteresuotųjų šalių įtraukimas. Geresni rezultatai galutiniams klientams – visuomenei – mokesčių mokėtojams / sąskaitų mokėtojams / bilietų pirkėjams / rinkėjams. Geresnis klientų pasitenkinimas ir patirtis dėl našesnės infrastruktūros ir jos teikiamų paslaugų.
- **Nauda ekonomikai:** padidėjęs nacionalinis našumas dėl našesnės ir atsparios infrastruktūros, veikiančios kaip sistema. Patobulintas rezultatų matavimas. Padidintas informacijos saugumas (asmeninis, fizinis, kibernetinis).
- **Nauda verslui:** naujos rinkos, naujos paslaugos, nauji verslo modeliai, nauji rinkos dalyviai. Padidėjęs verslo efektyvumas dėl našesnės infrastruktūros. Optimizuotas pristatymo efektyvumas, naudingas visai statybos vertės grandinei – investuotojams, savininkams, turto valdytojams, rangovams, konsultantams, tiekėjams. Sumažėjęs neapibrėžtumas ir geresnis rizikos valdymas.
- **Nauda aplinkai:** mažiau trikdžių ir atliekų. Daugiau pakartotinio naudojimo ir veiksmingesnio išteklių naudojimo – pagrindinis žiedinės ekonomikos užstatytoje aplinkoje veiksnys.

Pagrindiniai etapai

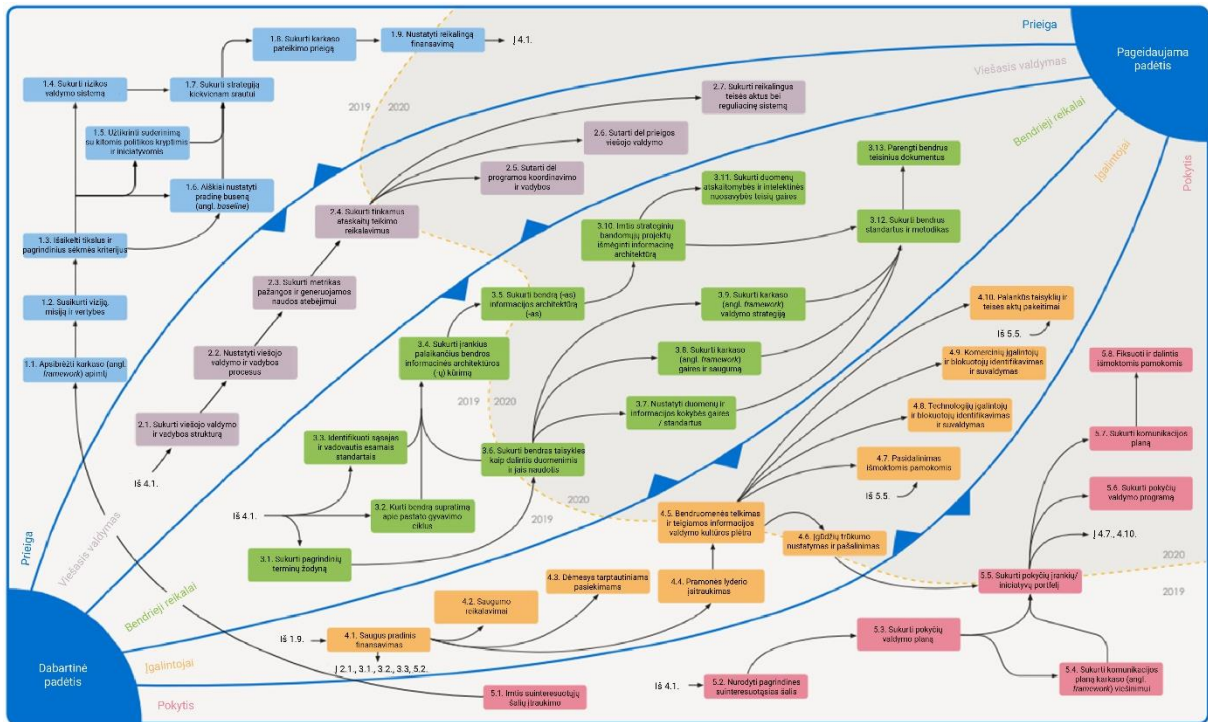
Pradinė veikla buvo sutelkta į pramonės ir vyriausybės suderinimą pagal bendrą informacijos valdymo apibrėžimą ir požiūrį, kad būsimi skaitmeniniai dvyniai galėtų atvirai ir saugiai dalytis duomenimis:

- **Dvynių principai (2018)** (angl. *Gemini Principles*), dokumentas, kuriame išdėstyti siūlomi nacionalinio skaitmeninio dvynio principai ir informacijos valdymo sistema, kuri leis tai padaryti;
- **Veiksmų planas – kelrodis (2018 m.)** (angl. *The Roadmap*) – penkių pagrindinių srautų, atsakingų už informacijos valdymo sistemos teikimą, prioritetinis planas (8 pav.)⁴;
- **„Digital Twin Hub“ (2019 m.)** – internetinė bendruomenė, skirta ankstyviems skaitmeninių dvynių įsisavintojams, kad galėtų mokytis dalinantis ir darant pažangą;
- **„Klestinčios sistemos“ (2020)** (angl. *Flourishing systems*) – dokumentas, kuriame propaguojamas į žmones orientuotos ir sisteminės infrastruktūros vizijos pasikeitimas.
- **Kelias link informacijos valdymo sistemos (2020 m.)** (angl. *The pathway towards an Information Management Framework*) techninis dokumentas ir santrauka apie siūlomą techninį informacijos valdymo sistemos pagrindą.
- **Dvynių programa (2020)**, šios programos tikslas – plėtoti išteklius „Digital Twin Hub“ bendruomenei ir išplėsti informacijos valdymo sistemos bei Programos aprėptį. Dvynių programa suburia žmones ir

⁴ Efektyvus informacijos valdymas visoje sukurtoje aplinkoje, leidžiantis priimti geresnius sprendimus, sutaupyti finansinių lėšų, pagerinti našumą ir aptarnavimą bei geresnius rezultatus verslui ir visuomenei per visą gyvenimą. Tinkama informacija tinkamu laiku tinkamose rankose.

organizacijos, norinčius savanoriauti, kad būtų sukurta medžiaga, skirta Digital Twin Hub“ bendruomenei.

8 pav. Nacionalinio skaitmeninio dvynio programos kelrodis



Šaltinis: Enzer, M., et al. (2019)

Apibendrinimas

Apibendrinant Jungtinės Karalystės patirtį, akcentuotina jog JK užima lyderiaujančias pozicijas užstatytos aplinkos skaitmeninių dvynių kūrimo srityje. Išsikelta ambicija sukurti nacionalinio lygmens užstatytos aplinkos skaitmeninį dvynį, kuris veiktų kaip atskirų miestų skaitmeninių dvynių ekosistema. Į skaitmeninę infrastruktūrą Jungtinė Karalystė planuoja investuoti 600 mlrd. svarų. Skaičiuojama, jog skaitmeninių dvynių sprendiniai generuos 7 mln. svarų vertę per metus. Tikimasi, jog nacionalinis skaitmeninis dvynys leis optimizuoti tokius resursus kaip energija ir vanduo, sumažins transporto trikdžius ir vėlavimą bei palengvins eismo srautą, padidins atsparumą teroristinėms atakoms, pagerins reagavimą į stichines nelaimes, pagerins JK gyventojų gyvenimo kokybę. Nacionalinis skaitmeninis dvynys kuriamas pagal Nacionalinę skaitmeninių dvynių programą, pradėtą 2018 m. Ją vykdo Kembridžo universiteto ir Verslo, energetikos ir pramonės strategijos departamento partnerystės centras „Center for Digital Built Britain“. Siekiama įgalinti nacionalinį skaitmeninį dvynį – sujungti skaitmeninius dvynius į ekosistemą, siekiant geresnių rezultatų; sukurti informacijos valdymo sistemą, kad būtų užtikrintas saugus ir patikimas dalijimasis duomenimis ir veiksmingas informacijos valdymas; įsteigti skaitmeninės sistemos užduočių grupę, kad būtų užtikrintas pagrindinių žaidėjų koordinavimas ir tarpusavio susiderinimas. Išskiriamos naudos visuomenei, ekonomikai, verslui ir palinkai. Nacionalinė skaitmeninių dvynių programa grįsta akademinės bendruomenės, pramonės ir vyriausybės bendradarbiavimu.

1.3. Lietuvos patirties analizė

Šiame skyriuje pateikiama Lietuvos išmaniųjų miestų užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimo patirties analizė siekiant identifikuoti pagrindinius iššūkius ir sėkmės prielaidas. Jame pristatoma Vilniaus, Kauno ir Šiaulių skaitmeninio miesto iniciatyvų ir veiklų analizė. Skyrius parengtas konsultacijų su ekspertais ir interviu su išmanaus miesto kūrimo patirtį Lietuvos miestuose turinčiais asmenimis pagrindu.

1.3.1. Vilniaus patirtis

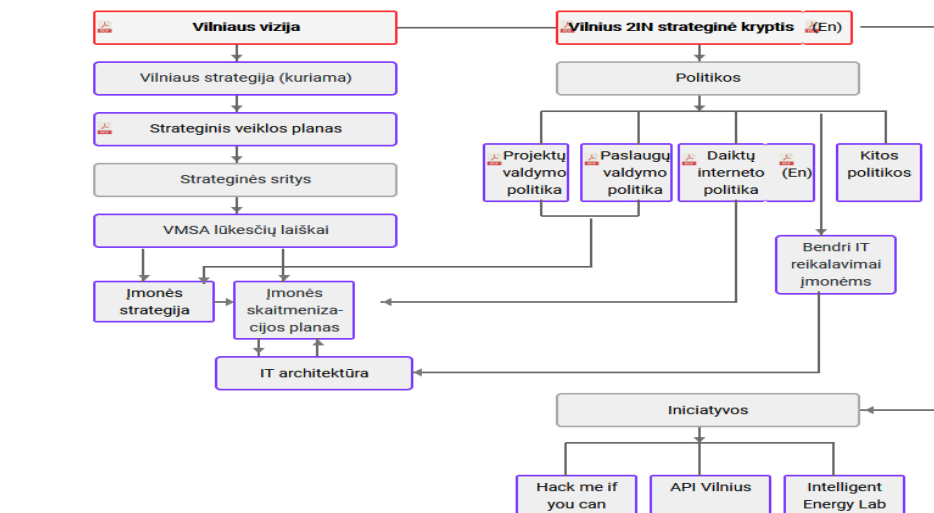
Skaitmeninio miesto inicijavimas ir ateities planai

2015 m. buvo nuspręsta, kad Vilnius bus atviro šaltinio (angl. *open source*), atvirų duomenų (angl. *open data*) atstovas. 2015-2017 m. inicijuotas Vilniaus skaitmeninio miesto projektas, atlikti pradiniai darbai. Šis Vilniaus skaitmeninio miesto projektas – 100 proc. viešojo sektoriaus iniciatyva. Savivaldybės administracijoje grupės žmonių – atvirų duomenų (angl. *open data*) atstovų – iniciatyva buvo atverti visi duomenys, savivaldybėje priimti sprendimai įkeliama į skaitmeninę erdvę viešam naudojimui (pavyzdžiui, gyventojams informuoti, kitoms savivaldybėms susipažinti su galimybe pritaikyti savo miestų skaitmeninėms praktikoms), skaitmeninės kompetencijos plačiai pritaikytos optimizuojant laiką, siekiant išvengti klaidų ir pan. Per tris metus tokia darbo praktika savivaldybėje tapo įprasta, palaipsniui dauguma darbuotojų perėjo prie skaitmeninio formato darbų. Informanto pastebėjimu, daugelis gyventojų atvirus duomenis taip pat pradėjo naudoti savo kasdieninėms reikmėms (pavyzdžiui, priprato turėti žemėlapius, juose ieškoti gatvių numerių, kitos aktualios informacijos). Tokiu būdu išsivystė kultūra, kad viskas turėtų būti įkeliama į virtualią erdvę (angl. *online*), pakilo bendras skaitmenizacijos lygis.

Šiuo metu yra rengiami Vilniaus miesto strateginės kryptis bei strategija (9 pav.). Miesto skaitmeninimas – vienas pagrindinių Vilniaus strateginių prioritetų. Strateginėje Vilniaus vizijoje 2030 pažymima šiuo metu mieste esanti pažangi skaitmeninė ir integruota bendruomenė (išskiriamos 10 sričių: administravimas, transportas, švietimas, aplinka, kultūra, sveikata, socialinė apsauga, saugumas, planavimas, plėtra). Vilniaus strateginėje vizijoje išskiriami vadinamieji „Vilniaus varikliai“ – pagrindiniai principai, kurie identifikuojami Vilniaus veiklos planuose, kurie yra būtini išlaikyti konkurencingumą ir pirmauti. Greitis (sprendimai, sistema, paslaugos), atvirumas (įtraukimas, galimybės, tolerancija), sumanumas (efektyvumas, duomenys, skaitmena). Išskiriamas „miestas kaip paslauga be trikdžių“, „gyventojams, verslui, svečiams lengva daryti tai, kas jiems svarbu“, kt.

9 pav. Strateginės krypties VILNIUS 2IN struktūra ir dokumentai

Strateginė kryptis VILNIUS 2IN



Šaltinis: Vilniaus miesto strateginė kryptis „Vilnius 2in“

Skaitmeninio miesto praktikos

Vilnius, formuodamas savo skaitmeninį dvynį, iš esmės atsižvelgė į savo miesto specifiką. Kalbant apie užsienio miestus, iš kurių galima būtų pasisemti patirties, pažymima, kad tokių modelių, padėsiančių suformuoti visuminį vaizdą bei visapusiškai tinkančių Vilniui – nėra. Bendra vienijanti gija yra tai, kad visi yra miestai, tačiau kultūriniai skirtumai bei kiekvieno miesto unikalumas daugiau pabrėžia ir skaitmeninio dvynio formavimo unikalųjį principą bei aspektus.

Vilniuje skaitmeninių paslaugų yra sukurta nemažai⁵, siekiama juos įveikinti sprendimų priėmimo procese. Pavyzdžiui, Vilniaus 3D formatu internetiniame puslapyje pateiktas miesto saulės energijos potencialas – prieš porą metų įkelta informacija padėjo parengti informaciją vilniečiams apie galimybę įsirengti saulės kolektorius pagal didžiausio energetinio efektyvumo stogų lokaciją. Savivaldybės atstovai susisiekė su gyventojais, kurie galėtų gauti paramą stogams jei jie įsirengtų saulės baterijas (pagal ES rengiamų praktikų pavyzdį).

Vilniaus miesto atvirų duomenų erdvė – vieša Vilniaus miesto prieiga prie erdvinių ir atvirų duomenų portalo, suteikianti galimybę lengviau įvairių interesų grupių atstovus pasiekti juos dominančią informaciją, ją peržiūrėti, vizualizuoti bei atsisiųsti. Čia taip pat suteikiama galimybė duomenis vertinti ir analizuoti, peržiūrint informaciją interaktyviame žemėlapyje.

Vilniaus miesto atvirų duomenų erdvė savivaldybės darbuotojams suteikia galimybę prisijungti prie Vilniaus GIS portalo, kuriame pateikti miesto erdviniai duomenys, prieiga prie įvairių GIS įrankių, sudaryta galimybė bendradarbiauti su kitais savivaldybės darbuotojais. Miesto interaktyviame žemėlapyje pateikiami savivaldybės turimi penkerių metų duomenys. Savivaldybės darbuotojai vidiniam darbui neturi kitų įrankių dirbti savivaldybėje viduje (visa kita yra buhalterija, aviliai, dokumentai, el. pašto adresai). Taip pat api.vilnius.lt įkelta savivaldybės informacija pritaikyta žmogaus įskaitomumui (angl. *human readable*) principu. Žemėlapiai – viena vizualizacijos dalis, kita dalis – pateikiama informacija šaltinių, iš kurių duomenys keliauja, kam duomenys gali būti naudojami, ar jie yra patikimi/nepatikimi. Asmuo gali pasiimti duomenis, gali pažiūrėti statistiką. Šie įrankiai yra skirti darbuotojams tam, kad juos galėtų naudoti savo darbui.

Skaitmeninio Vilniaus duomenų erdvė miesto gyventojams suteikia galimybę būti informuotiems apie mieste vykstančius procesus. Miesto interaktyviame žemėlapyje suteikiama galimybė susipažinti su savivaldybėje priimtais, tvirtinamais ir planuojamais rengti projektais, susirasti kitą gyventojus dominančią informaciją. Šiuo metu miesto interaktyviame žemėlapyje – Vilniaus savivaldybės GIS atvirų duomenų tinklapyje išskirtų temų sluoksniais, žymėjimais, įrankiais bei atvirais duomenimis pateikiama informacija apie teritorijų planavimą ir statybą, bendrąjį planą, miesto tvarkymą, žemės gražinimą, aplinkosaugą, transportą, laisvalaikį, žaliąjį Vilnių, lauko kavines, civilinę saugą, seniūnijas, saugaus miesto, rinkimų, etc. Svetainėje skelbiami (su galimybe peržiūrėti ir atsisiųsti (.csv, .kml, .shp formatais)) vieši Vilniaus miesto savivaldybės GIS duomenys.

Vis dėlto, manoma, kad kol kas skaitmeninio Vilniaus projektas naudos atneša per mažai palyginus su tuo, kiek iš viso galėtų atnešti. Teigiama, kad galima būtų jos naudoti daug daugiau. Šiuo tikslu nuo 2021 m. gegužės 1 d. miesto savivaldybė įsteigė duomenų ir kompetencijų centrą (angl. *data centre*).

Savivaldybės statybų valdymo praktikų skaitmenizavimas

Vienas savivaldybės skaitmenizavimo pavyzdžių – pagrindinės Vilniaus miesto savivaldybės statybų valdymo bendrovės UAB „Vilniaus vystymo kompanija“ (VVK) bendrųjų įmonės veiklų ir individualių projektų skaitmenizavimas. Pavyzdžiui, įmonės elektroninis statybos darbų žurnalas padeda efektyviai valdyti statybos darbų procesą – užtikrina darbų skaidrumą, atsakomybę ir kontrolę, o žurnalo dokumentų archyvavimas leidžia kaupti ir atgaminti informaciją apie sumontuotus gaminius (Skaitmeninė statyba, 2021, p. 40-41). VVK nuo 2018 m. viešuosiuose pirkimuose pastatams bei inžineriniams statiniams ar tinklams taiko reikalavimą naudoti BIM (pastaruoju metu siekiama taikyti ne tik statinio informacinį modeliavimą, bet ir statinio informacijos valdymą (angl. *Building Information Management*)). BIM taikymo dėka išvengiama papildomų išlaidų dėl neįvertintų projektinių sprendinių ar netinkamai sukurtų kiekių žiniaraščių. Skaitmeninių modelių naudojimas padeda išvengti netikslų ar neteisingų projektinių sprendinių (Skaitmeninė statyba, 2021, p.41). Taip pat parengtiems modeliams tikrinti VVK naudoja kolizijų patikros programinę įrangą testuojant geometrines kolizijas (geometrinius elementų susikirtimus) bei logines kolizijas (pavyzdžiui, testuojant ar langams atidaryti netrukdo šalia suprojektuoti radiatoriai, ar koridoriaus plotis yra pakankamas ir pan.) (Skaitmeninė statyba, 2021, p. 42). Siekiama BIM technologijas naudoti ne tik projektavimo ir statybos etapuose, bet ir sukurtus BIM modelius taikyti statybos organizavimo bei eksploatavimo etapuose. Siekiama, kad BIM modelis statybos darbų organizavimo

5 Pavyzdžiui, Vilniaus miesto 3D modelis <<https://3d.vilnius.lt/scenos/realaus-vaizdo-3d-modelis>>.

etape bus naudojamas ne tik apskaičiuojant žemės darbų kiekius, bet ir sudarant statybų organizacinį planą bei modeliuojant būsimus statybos darbus. Taip pat planuojama skaitmenizuoti darbų saugą: užsienio šalių praktikos analizė ir skaitmenizuotas darbų saugos modeliavimas padėtų užtikrinti tinkamą darbų saugos reikalavimų planavimą ir įgyvendinimą (Skaitmeninė statyba, 2021, p. 43).

Ateityje VVK planuoja centralizuotai valdyti Vilniaus miesto savivaldybės nekilnojamojo turto statinius. Siekiama inventorizuoti ir efektyviai valdyti visą miesto nenaudojamą ir naudojamą įvairios paskirties nekilnojamąjį turtą. Miestui tai leistų saugoti baigtų, vystomų ir planuojamų vystyti objektų dokumentaciją vienoje platformoje. Aktuali informacija apie visus valdomus ir turimus statinius būtų pasiekiami realiuoju laiku. Taip pat eksploatacinių programinių įrankių privalumai leistų centralizuotai ir efektyviai tvarkyti kylančias nekilnojamojo turto problemas, sekti statinių eksploatacines išlaidas ir statinių energijos suvartojimą. Vilniaus miesto savivaldybės administracija, remdamasi patikimais duomenimis ir jų analize, galėtų lengviau identifikuoti neefektyvų nekilnojamąjį turtą, stebėtų, ką reikėtų rekonstruoti, kur reikėtų sumažinti energijos eikvojimą ir pan. (Skaitmeninė statyba, 2021, p. 43).

Sėkmės prielaidos

Vilniaus miesto patirties analizės metu išryškėjo šios pagrindinės sėkmės prielaidos kurti ir plėtoti skaitmeninį miestą:

- procesų inicijavimui bei įtvirtinimui reikalinga bendra skaitmenizacijos kultūra: skaitmeniniai gebėjimai duomenis naudoti, duomenų kultūra organizacijoje ir mieste, kuriame žmonės labiau susiduria ir daro, gebėjimas duomenis atskleisti, integruoti į informacines sistemas ir kurti iš to įvairias paslaugas.
- neužtenka padaryti tik skaitmeninį žemėlapij, kuriame bus pateikti duomenys. Šalia turi būti sukurtą žemėlapij lydintis procesas: reikalinga politinė valia esamus duomenis pradėti naudoti kitaip – juos įveiklinti sprendimų priėmimui ir paslaugų gyventojams teikimui.
- tam, jog skaitmenizacija vystytųsi iš esmės, reikia, kad būtų pakankamai žmonių, galinčių galvoti apie inovacijas plačiaja prasme. Šia prasme inovacijos nėra laikomos tik skaitmenizacija ar technologijomis. Inovacijos yra viskas. Manoma, kad vertėtų nebijoti pabandyti, nebijoti klysti. Šiuose veiksmuose yra labai daug lyderystės.

1.3.2. Kauno patirtis

Skaitmeninio dvynio inicijavimas ir ateities planai

Kauno skaitmeninio dvynio (angl. *Digital Twin*) projektą vykdo Kauno technologijos universiteto (KTU) Statybos ir architektūros fakulteto KTU Išmaniųjų miestų ir infrastruktūros centras (IMIC). IMIC yra tarptautinės korporacijos *Bentley sistemos skaitmeninės pažangos akademijų* (angl. *Bentley Systems Digital Advancement Academies*) narys. Centrą įsteigti paskatino populiarėjanti skaitmenizavimo patirtis ir iššūkiai statybų sektoriuje. Šiuo metu, Eurostat duomenimis, 2019 m. sudarė 5,4 proc. ES BPV. Vis dėlto, sektoriaus efektyvumo rodikliai ženkliai atsilieka lyginant su kitais sektoriais (McKinsey Global Institute, 2017). Tokios situacijos priežastys – statybų sektoriaus didelė fragmentacija, nulemta didelio skaičiaus dalyvių veikimo, jų veiklos etapų, sudėtingai palaikomos tarpusavio komunikacijos bei projektų organizavimo iššūkių.

IMIC kūrime pagrindinis atskaitos taškas buvo IRT technologijų, kurias galima naudoti statybų pramonei, poveikis, taip pat universitetų ir pramonės bendradarbiavimas kuriant išmaniuosius miestus. IMIC pagrindas – mokslo, švietimo ir verslo sinergija. Centro kūrėjams buvo aktualu ne tik parengti naujos kartos inžinierius, tačiau ir verslą paskatinti diegti inovacijas. Tad centro pradininkai mokslininkai prie savo mokslinės veiklos pasiūlė įsitraukti verslo ir savivaldos atstovus. Šiuo atveju IMIC įkūrimas suprantamas kaip tiltas tarp mokslo bei verslo, kuriam išmanaus miesto ir skaitmeninės statybos tematikos yra aktualios. Manoma, kad centras padeda tobulinti kvalifikaciją mokslininkams, studentams, verslo ir savivaldos atstovams, efektyviau įsigilinant į skaitmeninės statybos, išmaniųjų miestų bei šiuolaikinės inžinerinių statinių infrastruktūros sritis ir tokiu būdu užtikrinant šių sričių sėkmingą vystymąsi Lietuvos rinkoje.

Kolkas, remiantis BIM-LT projekto informacija, Kauno skaitmeninio dvynio projektas vykdomas moksliniais bei edukaciniais tikslais (pavyzdžiui, įgyvendinant mokslo projektus (*Horizon 2020*, kt.), nacionalinius projektus). Jis remiamas didžiųjų statybos verslo atstovų, kuriems šie klausimai aktualūs, investuojantys į skaitmeninio dvynio veiklas⁶. Kauno miesto savivaldybės įsitraukimas į IMIC projektą šiuo metu nefiksuojamas.

Kauno miesto savivaldybės skaitmeninės praktikos

Kauno miesto savivaldybėje, siekiant pagerinti savivaldybės procesų valdymą, topografiniai skaitmeniniai duomenys reglamentuojant geodezijos įstatymais pradėti kaupti 1994 m. Kauno miesto savivaldybės Taryba, siekdama užtikrinti LR Vietos savivaldos įstatymo vykdymą, 1993 m. įkūrė savivaldybės įmonę „Kauno planas“. Įmonė projektuoja, kuria ir prižiūri Kauno skaitmeninį žemėlapij ir geografines informacines sistemas (GIS), kuria integruotas ir sektorines skaitmenines duomenų bazes, kuria internetinius sprendimus taikant GIS technologijas. Tokia informacija teikiama Kauno SĮ "Kauno planas" internetiniame puslapyje. Įmonė įdirbiu GIS srityje siekia, kad Kauno miesto savivaldybė pradėtų skaitmenizavimo procesus naudojantis GIS sprendiniais, galėtų efektyviai ir greitai įvertinti esamas situacijas ir priimti atitinkamus sprendimus vykdant šiuos uždavinius: šienaujamų plotų apskaitai, žemės sklypų formavimui (nuosavybės grąžinimui ir kt.), apliesto nekilnojamo turto bei paveldo tvarkos objektų stebėsenai ir apskaitai, COVID-19 prevencijai ir situacijos valdymui, 3D vizualizavimui, saulės energijos potencialo skaičiavimui, duomenų apsikeitimui tarp savivaldybės organizacijų, problemų registro (Kauno švara) valdymui, paviršinio vandens ėmimo vietų ir taršos rodiklių valdymui, želdynų tvarkymui, SEDR ataskaitų teikimui ir kt. (Kaunas auga (GIS sprendimai procesų valdymui)). GIS modelis suprantamas kaip gera praktika pradedant skaitmenizuoti visus duomenis. Kadangi duomenys keičiasi, turi būti sukurtas ir įveiklintas nuoseklus duomenų skaitmeninimo procesas. Šiuo metu duomenys dar nėra iki galo atverti, taip pat nėra nuspręsta dėl bendro duomenų įvesties bei tvarkymo proceso.

Pradėjus naudoti GIS sprendinius atsirado didesnis poreikis skaitmenizuoti ir skirtingą informaciją matyti įvairiausiai duomenų pjūviais, atsirado poreikis keistis informacija tarp savivaldybės ir savivaldybės įmonių (Kaunas auga (GIS sprendimai procesų valdymui)). Miestas penktus metus vykdo ELA projektą, kuriuo siekiama apjungti 12 savivaldybės įmonių naudoti bendrą GIS standartą. Vilnius šį įrankį jau naudoja, Kaune projekto įveiklinimui naudojami archyviniai duomenys. Projektu siekiama įveikti techninės pusės iššūkius – šiuo metu savivaldybės skyriai bei įmonės duomenis skirtingai kaupia bei kelia skirtingais formatais. Nesant bendro standarto, sprendžiant bet kokį su duomenų panaudojimu susijusį klausimą, naudojami papildomi resursai, kyla daugiau kaštų. Siekiant išspręsti problemą, siekiama suvienodinti duomenų pateikimo formas. Šiuo klausimu išskiriama pažanga – žmonės supranta, kad duomenų atvėrimas bei skaitmenizavimas yra ateitis.

Šiuo metu „Kauno plano“ parengtas skaitmeninis miesto planas. Jame pateikiama informacija aktuali statantiems pastatus. Vis dėlto, kol kas gyventojai šia galimybe naudojasi neplačiai. Pažymima, kad aktualu ne tik suformuoti skaitmenizavimo įrankius, bet ir juos įveiklinti. Pavyzdžiui, teigiama, kad šiuo metu miestų kuriami 3D modeliai ne visuomet yra naudojami savivaldybių darbuotojų ir gyventojų. Taip pat, formuojant skaitmeninį dvynį, ypatingai aktualūs yra duomenų atvėrimas, suvienodinti standartai, apsikeitimo duomenimis įveiklinimas ir – svarbiausia – realiai veikianti skaitmeninė sistema (savivaldybės darbuotojai ir gyventojai aktyviai kuria ir naudoja sistemą).

„Kauno planas“ ateityje matytų save kaip Kauno miesto duomenis rengiantį GIS kompetencijų centrą. Skaitmeninio Kauno miesto ateities sprendimai turėtų būti patvirtinti šiuo metu Kauno savivaldybės rengiamame Kauno miesto strateginiame plane.

Skaitmeninio dvynio praktikos

IMIC projekto komanda⁷, skenuodama dabartinio miesto situaciją, fotogrametrijos būdu kuria dalies Kauno miesto skaitmeninį modelį. Šiuo metu yra sukurtas miesto pastatų geometrinę išraišką parodantis 3D modelis,

⁶ 2018 m. gegužės 22 d. pasirašytas susitarimo memorandumas dėl bendradarbiavimo išmaniųjų miestų ir infrastruktūros srityje su „Bentley Systems“, „YIT Lietuva“, INHUS Group“, „Kauno tiltai“, „Staticus“, „Digital Construction“. Vėliau buvo pasirašyti bendradarbiavimo susitarimai <<https://imic.ktu.edu/>>.

⁷ Projekto komanda: dr. Darius Pupeikis, dr. Vytautas Bocullo, Rytis Venčaitis, Paulius Kavaliauskas <<https://imic.ktu.edu/digitaltwin-kaunas/>>.

ant kurio dedami sluoksniai – integruojami jutiklių duomenys, kurie atvaizduojami grafikuose (juos galima kelti į analitikos sluoksnius, taikyti mašininio mokymosi algoritmus, atlikti simuliacijas ir pan.), kt. Čia galima rasti skaitmeninius Kauno centro, KTU Studentų miestelio modelius, kitų, dar nepastatytų statybos projektų pavyzdžių. Dabartiniame modelyje galima matuoti plotą, tūrį, aukštį, stebėti kaip keičiasi pastatų metami šešėliai pagal laikotarpį, virtualiai aplankyti KTU pastatus, susipažinti su KTU studentų darbais ar IMIC strateginių partnerių iš verslo vykdomais projektais. Projekto apimtis ir komanda nuolat auga, plečiamos modelio pritaikymo galimybės tiek KTU vykdomuose studijų ir mokslo veiklose, tiek kitais, miestui aktualiais klausimais. Ateityje planuojami integruoti įvairių mokslinių projektų rezultatai (energetinio pobūdžio simuliacijos, potvynių užliejamos teritorijos), istorinės vietos, kultūros paveldo vertybės.

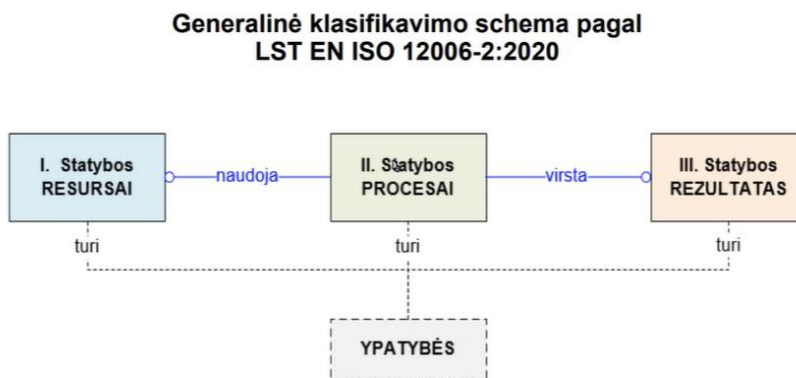
Verta paminėti ir vieną iš privataus verslo skaitmeninio iniciatyvų Kaune. DRONETEAM.lt, sukaupusi Lietuvos 3D teritorijos archyvą, jo dalį yra atvėrusi visuomenei – kartu su partneriu UAB [IN RE](http://IN_RE) savo iniciatyva ir lėšomis sukūrė Kauno senamiesčio virtualų maketą. Naudojant bepilotes skraidykles (dronus) ir fotogrametrijos technologiją, yra galimybė parengti itin tikslūs statinių ar teritorijų 3D realybės modelius, naudingus viešojo ir privataus sektoriams, gyventojams. Pasak komandos atstovų, 3D erdvėje galima ne tik atvaizduoti atskirus statinius, bet ir gana tiksliai atgaminti miestus su visomis kultūrinėmis vertybėmis. Komanda taip pat yra sukūrusi Panevėžio miesto, Klaipėdos senamiesčio 3D modelius.

IMIC veiklos tematika yra orientuota į pastatų ir inžinerinių statinių informacinį modeliavimą (BIM), kuris detalizuojamas BIM taikymo būdais (angl. *BIM uses*). Tai yra naudos ir galimybės, kurias teikia skaitmenizavimas statybos industrijoje. Pavyzdžiui, statybos skaičiuojamos kainos nustatymas, klaidų ir kolizijų valdymas, energetinis ir aplinkosauginis modeliavimas, skaitmeninis turto valdymas ir kt. IMIC taip pat skatina atviro kodo (angl. *open BIM*) koncepciją, kurios pagrindų užtikrinamas nešališkumas ir bendradarbiavimas tarp statinio gyvavimo ciklo dalyvių (projektuotojų, gamintojų, užsakovų, statybininkų). Informacijos atvirumas ir neprisirišimas prie konkrečių tiekėjų, programinės ir techninės įrangos, yra ypač aktualus viešajam sektoriui. Tačiau, siekiant įvardintos pažangos, būtina sukurti aiškias taisykles, metodologiją statinio gyvavimo ciklo dalyviams, kaip reikia kurti, standartizuoti, keistis duomenimis apie užstatytą aplinką. Vienas iš šiuolaikinės statybos tikslų – plėtoti greitesnių procesų modulinę statybą, kuris ypač aktualus sprendžiant iššūkius renovacijos klausimais. Skaitmeninis dvynys ar kito pavidalo skaitmeninės užstatytos aplinkos reprezentacijos sukuria ženklų potencialą su efektyvinti statybos ir gamybos procesus, valdyti turtą, priimti racionalius ir argumentuotus sprendimus numatant investicijas į nekilnojamą turtą. Turint omenyje, kad skirtingiems statybos procesų dalyviams reikalingi skirtingi duomenų rinkiniai, aktualu LR Statybų įstatymo ribose susikurti metodiką, kurią galima panaudoti integracijos sektoriuje didinimui. KTU IMIC kartu su partneriais⁸ šį iššūkį siekia įveikti kurdami Nacionalinį statybos informacijos klasifikatorių Aplinkos ministerijos vykdomame BIM-LT projekte⁹. Siekiant didinti viešojo sektoriaus statinių statybos planavimui, projektavimui, statybai, eksploatavimui, valdymui skiriamų išteklių naudojimo efektyvumą, taikant statinio informacinio modeliavimo – BIM priemones, planuojamos sukurti priemonės, skirtos viešojo sektoriaus statinių statybos planavimo, projektavimo, statybos, eksploataavimo, valdymo efektyvumui didinti, taikant BIM. Nuspręsta pradėti nuo tarptautinių standartų, nes Lietuva nedidelė, o IRT pasaulis – globalus. Bendras principas: pradėti nuo generalizuotų schemų, pagrindinių klasių, vėliau šiuos elementus sugeneralizuoti į sistemas. Nuspręsta, kad pradėti reikėtų nuo svarbiausios informacijos (pavyzdžiui, skaitmenizuojant pastatą, sužymėti sienas, langus, etc.), po to ją detalizuoti (10 pav., 11 pav.).

8 BIM-LT projekto partneriai: Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Kauno technologijos universitetas, Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, valstybės įmonė Turto bankas ir valstybės įmonė Statybos produkcijos sertifikavimo centras <<https://statyba40.lt/titulinis/bim-lt-projektas/>>.

9 Priemonių, skirtų viešojo sektoriaus statinių gyvavimo ciklo procesų efektyvumui didinti, taikant statinio informacinį modeliavimą, sukūrimas (BIM-LT) <<https://imic.ktu.edu/bim-lt/>>.

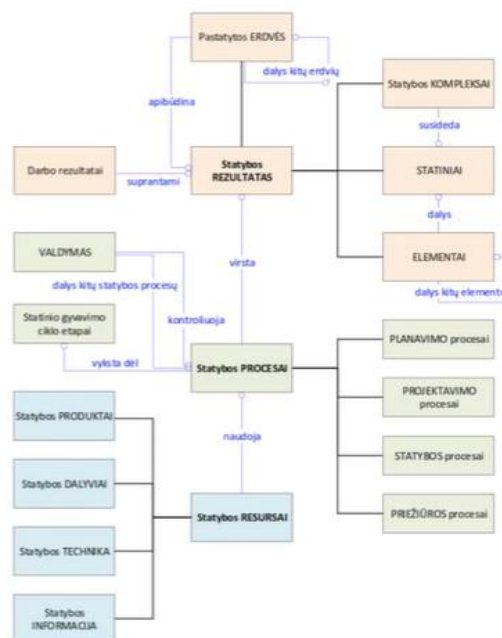
10 pav. Generalinė klasifikavimo schema (statybos informacija LST EN ISO 12006-2:2020)



Šaltinis: IMIC vadovo dr. Dariaus Pupeikio skaidrės

11 pav. Detalizuota generalinė klasifikavimo schema (statybos informacija LST EN ISO 12006-2:2020)

**Generalinė klasifikavimo schema
pagal LST EN ISO 12006-2:2020**



Šaltinis: IMIC vadovo dr. Dariaus Pupeikio skaidrės

BIM-LT projekte rengiami pasiūlymai dėl BIM norminių dokumentų projektinių nuostatų, nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius, pasiūlymai dėl viešųjų pirkimų vykdymo metodinių dokumentų, standartinių sutarčių formų, kai taikomas BIM, projektinių nuostatų, BIM teikiamos naudos vertinimo ir stebėsenos metodika, vykdomi mokymai, susiję su skaitmeninio priemonių taikymu¹⁰.

Remiantis LR Aplinkos ministerijos informacija, Nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus (NSIK) sukūrimu siekiama atliepti tarptautinius standartus bei juos adaptuoti Lietuvos kontekstui, sukurti bendrą žodyną (lietuvišką atitikmenį). NSIK ir jo valstybinė informacinė sistema yra viena pagrindinių priemonių kuriant skaitmeninę šalies statybos sektoriaus ateitį taikant BIM – statinio informacinio modeliavimo – metodus¹¹. BIM-

10 Priemonių, skirtų viešojo sektoriaus statinių gyvavimo ciklo procesų efektyvumui didinti, taikant statinio informacinį modeliavimą, sukūrimas (BIM-LT) <<https://imic.ktu.edu/bim-lt/>>.

11 „Vyriausybė jau yra [pitarusi](https://am.lrv.lt/lt/nauijenos/statybos-sektorius-skaitmeninio-darbotvarkeje-nacionalinis-statybos-informacijos-klasifikatorius), kad šiuos metodus bus privaloma taikyti nuo 2021 m. sausio 1d. projektuojant, statant ir įrengiant viešojo sektoriaus statinius ir kilnojamuosius objektus (elektros tinklus, dujotiekius, ryšių linijas, kabelius ir jų kanalų sistemas)“ <<https://am.lrv.lt/lt/nauijenos/statybos-sektorius-skaitmeninio-darbotvarkeje-nacionalinis-statybos-informacijos-klasifikatorius>>.

LT projekte siekiama sustandartizuoti, pritaikyti IRT sistemoms, rasti kompromisą tarp tarptautinių klasifikatorių bei nacionalinį klasifikatorių formuoti panašiu principu, atliepiančiu regiono ypatumus (Baltijos jūros regioną (Baltijos ir šiaurės šalys)). KTU IMIC kartu su Vilniaus Gedimino technikos universiteto (VGTU) mokslininkais atliko alternatyvių statybos informacijos klasifikatorių palyginamąjį tyrimą ir pasiūlė Lietuvai tinkamą variantą. Šis sprendimas nereiškia, kad bus panaikinti valstybėje galiojantys klasifikatoriai. Juo bus pateikiama išsamesnė informacija apie statinius ir jų statybą. Pažymima, kad alternatyvos pasirinkimas taip pat nelaikytinas tarptautinio klasifikatoriaus adaptavimu.

1.3.3. Šiaulių patirtis

2019 m. ES teritorinio bendradarbiavimo projekto metu parengta Šiaulių išmanaus miesto koncepcija. Šiaulių miesto savivaldybę atstovavo iš įvairių savivaldybės skyrių sudaryta darbo grupė. Projekto metu savivaldybės atstovai bendradarbiavo su savo išmanaus miesto koncepcija kuriančiu Latvijos partneriu – Jelgavos savivaldybe. Buvo keičiamasi patirtimi, ieškomi sąlyčio taškai. Kadangi Jelgava turi jau gana ilgai veikiančią miesto koordinavimo skyrių, valdančią savivaldybės turtą ir infrastruktūrą, Šiaulių miesto savivaldybės atstovai mokėsi iš Jelgavos patirties ir kūrė savo miestui galimą pritaikyti išmanaus miesto sistemą. Vienas projekto rezultatų – Šiaulių gyventojams sukurtas internetinis portalas, kuriame gyventojai gali prisijungti, teikti užklausas, dokumentus, gauti atsakymus, etc. Šiuo metu jis yra veikiantis, tačiau vis dar vyksta portalo testavimas, jis nėra atvertas gyventojų naudojimuisi.

Išmanaus miesto koncepcijos rengimo paslauga buvo perkama viešo konkurso būdu. Buvo atlikta esamos situacijos analizė, Šiaulių išmanumo lygio įvertinimas bei suformuota Šiaulių išmanaus miesto koncepcija. Išmanaus miesto koncepcijos rengimo metu buvo išgryninti šeši išmanaus miesto kriterijai, kuriems buvo pateikti koncepcijos sprendiniai: išmanus transportas, išmani aplinka, išmanūs gyventojai, išmani ekonomika, išmanus valdymas, išmanus gyvenimas. Savivaldybė pagal šiuos sprendinius siekia planuoti savo veiklas. Išmanaus miesto koncepcija nėra miesto Taryboje priimtas strateginis dokumentas. Jis suprantamas kaip darbinis dokumentas, kuriuo remiantis orientuojamasi į miesto ateitį, planuojamos veiklos. Koncepcijos pagrindu sudaryta darbų lentelė (koncepcijoje pristatyti dešimties metų darbai, o savivaldybė susiplanavo darbus ateinančių trejų metų laikotarpiui).

Įvertinant tarptautinio projekto rezultatus, manoma, kad tokio pobūdžio projektai brangūs ir nauda ne visuomet akivaizdi. Projekto pabaigoje sukuriamas produktas, tačiau neretai jis lieka neįveiklintas. Taip pat pabrėžiami tarptautinio bendradarbiavimo iššūkiai. Pavyzdžiui, šio projekto metu miesto informacinės sistemos pirkimui buvo suformuotas konkursas, kurį laimėjo Jelgavos verslo įmonė. Užsienio partneriai sukūrė informacinės sistemos produktą, neturėdami prieigos prie reikiamų pasiekti Lietuvos registru. Išskiriami ir kiti iššūkiai: sudėtingas bendradarbiavimas tarp valstybių partnerių, kalbos barjero sukelti iššūkiai.

Šiauliai planuoja artimoje ateityje turėti kituose miestuose veikiančią jungiamąjį vaidmenį atliekančią maps.lt sistemą, į kurią bus įtraukti visi savivaldybės skyriai. Planuojamas įrankio pirkimas ir paslaugos palaikymas. Kol kas dar nėra atlikti parengiamieji darbai, leidžiantys pasirinkti internetinę platformą. Planuojama, kad augantis viešųjų paslaugų skaitmenizavimas pagerins gyvenimo kokybę miesto gyventojams, palengvins savivaldybės darbuotojų darbą (manoma, kad paslaugos būtų greičiau ir kokybiškiau atliekamos).

Viena pagrindinių dabartinių miesto problemų – Šiauliuose nėra skaitmenizuotos nekilnojamojo turto valdymo sistemos. Šiuo metu vyksta informacinės sistemos miesto koordinavimo duomenų surinkimas, kuris ateityje padės skaitmeniniu būdu vykdyti dalį savivaldybės nekilnojamojo turto bei infrastruktūros aptarnavimo funkcijų. Šiuo metu yra parengti dokumentai ir 2021 m. pabaigoje bus inicijuojamas miesto 3D modelio pirkimas. Pirmiausia bus siekiama skaitmenizuoti centrinę miesto dalį dėl užstatymo, žaliųjų plotų planavimo, etc. Bendroji miesto savivaldybės vizija – suskaitmenizuoti urbanizuotus ir urbanizuojamus objektus vienoje vietoje, turėti duomenis su visomis reikalingomis sąsajomis su dokumentų valdymo sistema. Šiuo metu vyksta problemos analizė, tačiau dėl esamo nepakankamo finansavimo nėra priimta konkrečių sprendimų. Vis dėlto, bendro duomenų skaitmenizavimo įgyvendinimas išlieka probleminis klausimas. Pavyzdžiui, duomenų skaitmenizavimo

procesu egzistuoja su IRT susiję iššūkiai. Vienas iš iššūkių – kaip būtų įmanoma apjungti jau esamas ankstesniais laikotarpiais iš skirtingų tiekėjų įgytus įrankius, internetines sistemas? Esant situacijai kai vieno dokumento rengimas pakartotinai rengiamas keliose sistemose, skirtingiems skyriams rengiant sau priimtinu formatu kyla šių sistemų apjungimo problema. Taip pat minima problema, kad kai kurių esamų sistemų jau yra neįmanoma apjungti, nes dirbama su skirtingomis platformomis, sistemomis, etc. Visa apimanti sistema yra brangi, taip pat ją įsigyjant kai kurių programų sistemų savivaldybė turėtų atsisakyti, nes jos būtų nereikalingos. Pabrėžiama, kad ši problema gali būti aptinkama daugelyje savivaldybių, kurios dėl fragmentuoto ir nepakankamo finansavimo yra įsigijusios įvairių tarpusavyje nesusijusių sistemų, kurias vėliau susieti yra sudėtinga.

Tuo pačiu minima, kad visai Lietuvai reikėtų centralizuotos turto apskaitos sistemos. Šiuo metu fiksuojamas toks kiekvienos savivaldybės poreikis. Manoma, kad Lietuvos rinka maža, tad susiduriama su tokio pobūdžio projektų rengimo paslaugos teikėjų trūkumu – kalbant apie išsamias skaitmenines sistemas, pirkimams reikalingų dokumentų parengimą. Kiekviena savivaldybė tokio pobūdžio sistemą bando nusipirkti individualiai. Tam pačiam tiekėjui už tą pačią programą mokama daug kartų. Reikėtų pirkimą atlikti centralizuotai, daryti nacionalinio lygmens sistemą.

Minima, kad aktualūs išmanaus miesto kūrimo sprendimai turi būti formuojami nacionaliniu lygmeniu. Savivaldybės susiduria su situacija, kai nežinoma, kokie sprendimai bus priimti valstybiniu lygmeniu, kada ir kokie produktai bus įgyti ir įdiegti, tad individualūs savivaldybių sprendimai įsigyti atskirus smulkius produktus paremti nežinomybe ir abejone dėl pasirinkimo tinkamumo.

Viešojo ir privataus sektorių indėlis

Aktualus viešojo sektoriaus skaitmeninių kompetencijų klausimas. Kalbant apie skaitmeninę sritį, viešasis sektorius negali pasiūlyti patrauklių darbo sąlygų kompetentingiems specialistams. Siūlomas, kad nacionaliniu lygmeniu būtų galima pasiūlyti programuotojams geras darbo ir užmokesčio sąlygas taip sudarant galimybę kurti sistemas, reikalingas savivaldybėms, kitoms viešojo administravimo įstaigoms. Tokiu atveju viešojo sektoriaus atstovai būtų užtikrinti, kad reikiamas paslaugas gaus pilnai, bus užtikrintas sukurtų įrankių aptarnavimas (pavyzdžiui, sukūrusi įrankį, įmonė nepradings), bus užtikrintas tęstinumas.

Dabartiniu laikotarpiu viešajame sektoriuje susiduriama su smulkiomis privataus verslo įmonėmis, nesuteikiančiomis kokybiškų paslaugų. Minimi atvejai, kai tokio tipo įmonės dalyvauja konkursuose, juos laimi pasiūlydamos mažesnes kainas, sukuria nekokybišką produktą, kurį reikia taisyti patiems užsakovams. Šio tipo įmonių egzistavimas taip pat neretai būna trumpalaikis, tad ne visuomet jos gali užtikrinti suteiktos paslaugos tęstinumą. Manoma, kad viena iš tokios problemos priežasčių – paslaugos pirkimas už mažiausią kainą, kai kokybiška paslauga yra per brangi. Tokiu atveju paslauga (skaitmeninė sistema, kt.) nuperkama, vėliau yra sudėtingas sistemos palaikymo užtikrinimas, darbui su ja trūksta žmogiškųjų resursų.

Apibendrinimas

Išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktikos viešosios politikos kontekste

- Aktualu skaitmenizacijos procesus susieti su politiniais sprendimais. Pavyzdžiui, Vilniuje sukūrus skaitmeninį miesto žemėlapią lydėjo politinė valia esamus duomenis pradėti naudoti kitaip – juos įveiklinti sprendimų priėmimui ir paslaugų gyventojams teikimui.

Išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktikos, individualios bei bendruomeninės iniciatyvų bei lyderystės svarba

- Skaitmenizacijos procesų vykdymui būtinas pakankamas skaičius žmonių, galinčių galvoti apie inovacijas plačiąja prasme (šia prasme inovacijos apima įvairias sritis, jos nėra suprantamos siaurąja tik skaitmenizacijos ar technologijų prasme). Manoma, kad vertėtų nebijoti bandyti, klysti, priimti lyderystę generuojamose įžvalgose ir įgyvendinamuose sprendimuose.

Užsienio išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktikos panaudojimas Lietuvos miestų praktikoje

- Kalbant apie užsienio miestus bei jų patirtį, pažymima, kad tokių modelių, padėsiančių suformuoti visuminį vaizdą bei visapusiškai tinkančių Lietuvos miestams – nėra. Bendra vienijanti gija yra tai, kad visi yra miestai, tačiau kultūriniai skirtumai bei kiekvieno miesto unikalumas daugiau pabrėžia ir skaitmeninio dvynio formavimo unikalųjį principą bei aspektus.

Su išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktika susiję iššūkiai

- *Technologiniai iššūkiai.* Išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimas ir valdymas – ypatingai fragmentuota sritis (pavyzdžiui, egzistuoja skirtingi standartai, jų įvairovė, nevienodi perdavimo protokolai). Siekiant šią sritį unifikuoti, reikalingi papildomi resursai.
- *Skaitmeninių kompetencijų ir supratimų trūkumo iššūkiai.* Aktualus viešojo sektoriaus skaitmeninių kompetencijų klausimas. Viešo sektoriaus visiems atstovams būtina didinti skaitmeninio raštingumo kompetencijas. Vilniaus atvejis parodė, kad procesų inicijavimui bei įtvirtinimui reikalinga bendra skaitmenizacijos kultūra: skaitmeniniai gebėjimai duomenis naudoti, duomenų kultūra organizacijoje ir mieste, kuriame žmonės labiau susiduria ir daro, gebėjimas duomenis atskleisti, integruoti į informacines sistemas ir kurti iš to įvairias paslaugas. Taip pat aktualus planuojamų statyti ir pastatytų statinių skaitmeninės informacijos supratimo iššūkis. Pavyzdžiui, ne visuomet užsakovui (pavyzdžiui, planuojamo statyti vaikų darželio vadovui) yra aišku kokios informacijos jis galėtų reikalauti iš darbų vykdytojo. Taip pat aktualus strateginių principų kūrimo viešajame sektoriuje poreikis. Pavyzdžiui, privataus sektoriaus (pavyzdžiui, prekybos centrų) atstovai gana tiksliai žino ko nori, nes jų statomi pastatai tipiniai ir žinios įgytos per statymo ir statinio eksploatavimo patirtį.
- *Išmanaus miesto kūrimo sprendimų fragmentacijos iššūkiai.* Aktualiausi išmanaus miesto kūrimo sprendimai galėtų būti formuojami nacionaliniu lygmeniu. Šiuo metu savivaldybės susiduria su situacija kai nežinoma kokie sprendimai bus priimti valstybiniu lygmeniu, kada ir kokie produktai bus įgyti ir įdiegti, tad individualūs savivaldybių sprendimai įsigyti atskirus smulkius produktus paremti nežinomybe ir abejone dėl pasirinkimo tinkamumo.

Viešojo ir privataus sektorių indėlis

Kalbant apie viešojo ir privataus sektorių indėlį, remiantis britų patirtimi (EUBIM TaskGroup (2018); Matthews A. (2017); Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (2021)), manoma, kad skaitmenizavimo pradininku turi būti viešasis sektorius. Įprastai privatus užsakovas nematys tolimesnės grąžos, jam aktualus pelnas. Privataus sektoriaus veikėjai (pavyzdžiui, tiekimo grandinėje industrijos atstovai) per daug fragmentuoti, tad vienas net ir didelis privataus verslo atstovas negalės išspręsti visų su užstatytų ir užstatomų teritorijų susijusių skaitmenizavimo iššūkių. Ilgalaikė perspektyva – viešojo sektoriaus interesas, tad ir viešasis sektorius kaip užsakovas turi inicijuoti išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo procesų pradžių.

1.4. Viešojo ir privataus sektoriaus indėlis

Lietuvoje viešojo ir privataus sektorių partnerystės apibrėžimas yra nustatytas Lietuvos Respublikos investicijų įstatyme – tai valstybės arba savivaldybės institucijos ir privataus subjekto įstatymų nustatyti bendradarbiavimo būdai, kuriais valstybės arba savivaldybės institucija perduoda jos funkcijoms priskirtą veiklą privačiam subjektui, o privatus subjektas investuoja į šią veiklą ir jai vykdyti reikalingą turtą, už tai gaudamas įstatymų nustatytą atlyginimą.

Šiuo metu egzistuojanti teisinė bazė sudaro sąlygas taikyti žemiau nurodytas partnerystės formas:

- Viešoji ir privati partnerystė gali būti įgyvendinama dviem būdais – kaip sutartinė partnerystė, kai VPSP sutarties šalių įsipareigojimai yra nustatomi sutartyje arba kaip institucinė partnerystė, kai bendradarbiaujama mišraus kapitalo juridiniame asmenyje, kurio dalis akcijų priklauso valstybei / savivaldybei. Abiem šio viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimo būdams taikomos tiek koncesijos, tiek ir valdžios ir privataus subjektų partnerystės formos.
- Koncesijos atveju viešojo sektoriaus subjektas suteikia privataus sektoriaus subjektui (koncesininkui) leidimą vykdyti ūkinę komercinę veiklą, susijusią su infrastruktūros objektų projektavimu, statyba, plėtra, atnaujinimu, pakeitimu, remontu, valdymu, naudojimu ir (ar) priežiūra, teikti viešąsias paslaugas, valdyti ir (ar) naudoti valstybės, savivaldybės turtą (tarp jų eksploatuoti gamtos išteklius), o koncesininkas pagal koncesijos sutartį prisiima visą ar didžiąją dalį su tokia veikla susijusios rizikos bei atitinkamas teises ir pareigas, ir jo atlyginimą už šią veiklą sudaro tik teisės užsiimti atitinkama veikla suteikimas ir pajamos iš tokios veiklos ar tokios teisės suteikimas ir pajamos iš tokios veiklos kartu su atlyginimu, mokamu koncesininkui suteikiančiosios institucijos, atsižvelgiant į jos prisiimtą riziką. Koncesijų suteikimą reglamentuoja Koncesijų įstatymas.
- Valdžios ir privataus subjektų partnerystės forma taikoma tais atvejais, kai privatus subjektas valdžios ir privataus subjektų partnerystės sutartyje nustatytais sąlygomis investuoja į valdžios subjekto funkcijoms priskirtas veiklos sritis ir šiai veiklai vykdyti reikalingą valstybės arba savivaldybės turtą ir vykdo tose srityse tam tikrą nustatytą veiklą, už kurią privačiam subjektui atlyginimą moka valdžios subjektas. Šią partnerystės formą reglamentuoja Investicijų įstatymas (Centrinė projektų valdymo agentūra, 2020).

Pasaulio ekonomikos forumo ataskaitoje „Viešojo ir privačiojo bendradarbiavimo panaudojimas siekiant įgyvendinti naują miesto darbotvarkę“ (2017) teigiama, jog privataus sektoriaus indėlis vis labiau reikalingas miesto užstatytos aplinkos plėtros vertės grandinėje, įskaitant politikos formavimą, planavimą, projektavimą, įgyvendinimą, eksploatavimą ir priežiūrą bei stebėseną, o taip pat miesto viešųjų paslaugų teikimo finansavimui. Norint sukurti tvarios miestų pertvarkos darbotvarkes, būtinas viešasis ir privatus bendradarbiavimas. Tai apima dialogą ir bendradarbiavimą tarp daugelio suinteresuotųjų šalių, įskaitant verslą, vyriausybę ir pilietinę visuomenę. Privataus sektoriaus dalyvavimas buvo labai svarbus daugelio miesto paslaugų teikimo projektų sėkmei ne tik pažangiose, bet ir kylančios ekonomikos šalyse. Viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimas, leidžiantis plėtoti ir valdyti infrastruktūrą bei teikti viešąsias paslaugas, yra strateginis būdas patenkinti augančius urbanizuoto pasaulio infrastruktūros poreikius.

Teigiama, jog viešajam sektoriui privatųjį vertėtų įtraukti jau pirminiame miesto plėtros planavimo etape, aiškiai suformuluoti viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimo politiką bei laikytis įsipareigojimų, kurti palankią bendradarbiavimui teisinę ir reguliacinę sistemą, decentralizuoti miestų plėtros sprendimus įgalinant miestų savivaldas, stiprinti suinteresuotųjų šalių partnerystę pavyzdžiui, įkuriant kompetencijos centrą, kuris veiktų kaip platforma dalijimuisi žiniomis, bendradarbiavimui ir moksliniams tyrimams, viešieji pirkimai turėtų pasižymėti lankstumu ir skaidrumu, teisinių ginčų tarp privataus ir viešojo sektorių interesų mechanizmas turėtų būti aiškiai nustatytas ir skaidrus.

Privatusis sektorius partnerystėje su viešuoju sektoriumi turėtų taikyti proaktyvų požiūrį, atsakingai įvertinti teikiamo projekto poreikį ir skubumą, sudėtingumą, pajamų šaltinį visame projekto gyvavimo cikle, bendradarbiauti su vietos bendruomene, kurti tvarų privataus ir viešojo sektorių bendradarbiavimą, plėtoti partnerystes, kurios neapsiriboja įprastomis žiniomis ir akivaizdžiu partnerių sąrašu, pavyzdžiui, atliekant mokslinius tyrimus ir bendradarbiaujant su akademinėmis institucijomis, finansuojant nevyriausybines organizacijas (NVO) / fondus ar naudojant socialinę žiniasklaidą.

Viena iš esminių problemų įgyvendinant viešojo ir privataus kapitalo partnerystės principais paremtus projektus yra silpna projekto dalyvių verslo procesų ir procedūrų integracija. Be to, projektuose dalyvaujančių specialistų ir organizacijų noras apsaugoti savo intelektinę nuosavybę prieštarauja kliento (šiuo atveju valstybės) tikslams viešojo ir privataus kapitalo partnerystės principais paremtame projekte. Dėl šių problemų išlieka didelė kaštų augimo, projekto atskirų etapų vėlavimo, valdymo neefektyvumo ir kt. rizika. Šių problemų pašalinimui reikalingi

nauji metodai ir priemonės tokių projektų įgyvendinime. Šalys, viešojo ir privataus kapitalo partnerystės principais paremtų projektų įgyvendinimo lyderės, suprato, kad statybų sektoriaus skaitmeninimas užtikrins projektų dalyvių intelektualinės nuosavybės apsaugą ir skatins jų atvirą bendradarbiavimą (Skaitmeninė statyba, 2016).

Eubim (2016) rekomenduoja *įtvirtinti viešojo sektoriaus lyderystę*, pirmiausia nustatant įtikinamas pažangos paskatas, aiškią viziją ir konkrečius tikslus. Tai dažnai yra pirmieji viešojo sektoriaus organizacijų žingsniai nustatant pagrindą, kad būtų galima imtis nuoseklių veiksmų pagal BIM programą, siekiant:

- nustatyti, kas skatina tą viešąją organizaciją imtis viešosios lyderystės skatinant taikyti BIM savo viešajam nekilnojamajam turtui;
- apibūdinti ateitį po to, kai bus imtasi to veiksmo;
- nustatyti matuojamas vertes ir tikslinius rodiklius, kurie bus pagerinti pagal programą;
- viešai paskelbti apie ketinimą imtis lyderystės ir skatinti pramonę;
- didinti viešojo turto savininko, pirkėjo ir (arba) valdytojo, veikiančio kaip organizacija užsakovė, gebėjimus.

Viešojo sektoriaus lyderystės įtvirtinimas yra svarbus ir reikalingas:

- stiprinant paramą pačioje viešojo sektoriaus organizacijoje, kad būtų galima skirti finansavimą ir reikalingus išteklius;
- suderinant viešojo ir privačiojo sektorių suinteresuotųjų subjektų veiksmus viena bendra linkme;
- telkiant dėmesį į rezultatus, kurių tikimasi pasiekti imantis veiksmų.

Lietuvos statybų sektoriaus skaitmeninimo ir jo finansavimo galimybių studijoje (2016) apibrėžiamos šešios vertingiausios rolės, kurių kartu su verslo organizacijomis, kompleksiskai kaip pagrindinis lyderis ar partneris, gali imtis viešasis sektorius, t.y jis gali būti:

- iniciatorius (vystytojas);
- reguliatorius;
- švietėjas (mokytojas);
- finansavimo (ir palaikymo) šaltinis;
- viešintojas (valorizacija su pilotiniais projektais);
- tyrėjas (MTEPI).

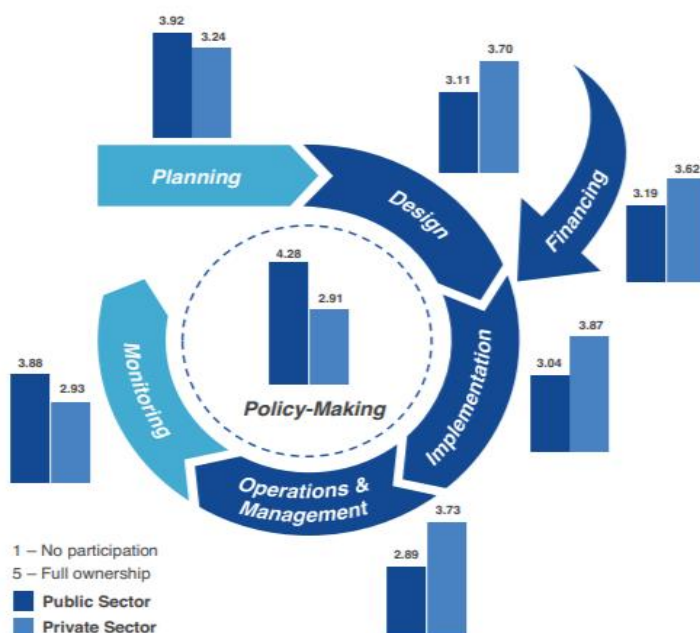
Eubim (2016) Viešojo sektoriaus lyderystės įtvirtinimas yra susijęs su vertingu viešojo sektoriaus atstovo, kaip programos rėmėjo arba lyderio, dalyvavimu ir *būtinu finansavimu* bei išteklių programai įgyvendinti. Viešojo sektoriaus lyderis gali paremti sprendimo priėmimo dėl finansavimo prašymo procesą arba viešai pranešti pramonės konferencijoje apie šią programą. Finansuojant programą tikriausiai būtų skirta nedidelė investicija finansuoti mažai asmenų grupei, kuri vadovautų šiai programai, permainingoms ir komunikacijai bei įgūdžių tobulinimo veiklai. Viešojo sektoriaus aukšto rango rėmėjo suteikta parama didina programos matomumą ir autoritetingumą tiek valdžios sektoriuje, tiek pramonės suinteresuotiesiems subjektams. Tai taip pat teikia galimybių gauti finansavimą ir įgyti išteklių, kad būtų galima įvykdyti programoje numatytus planus. Siūloma apsvaistyti finansavimą pagal viešąją ir privačiąją iniciatyvą ir bendrą programą, skatinti suderinimą su ES finansuojamomis programomis ir naudotis prieinamu finansavimu. Teigiama, kad skaitmenizavimo pradininku turėtų būti viešasis sektorius, kadangi viešasis sektorius yra didžiausias pavienis statybos pramonės užsakovas. Ši nekonkuruojanti, skaidri ir nediskriminuojanti užsakovų grupė gali investuoti viešąsias lėšas, užtikrindama didesnę vertę mokesčių mokėtojams ir skatindama rinką viešaisiais pirkimais.

Viešojo sektoriaus ir privataus sektoriaus partnerystės nauda

Viešojo ir privačiojo sektorių partnerystė gali pasitarnauti kaip finansavimo šaltinis imtis naujoviškų projektų, kurie kitu atveju būtų nepasiekiami. Įmonėms daugialypiai išmaniojo miesto domenai suteikia aplinką eksperimentuoti ir naudoti naujas technologijas realiame pasaulyje bei atrasti naujų verslo ir vertės kūrimo galimybių išmaniojo miesto kontekste (Monitor Deloitte, 2015). Pasaulio ekonomikos forumo atliktos apklausos

(2015) duomenimis, privatus sektorius už viešąjį yra geriau pasirengęs skatinti miesto pertvarką ir gali prisidėti visoje miesto vertės grandinėje (12 pav.).

12 pav. Viešojo ir privataus sektorių indėlis visoje miesto vertės grandinėje



Pirminis šaltinis: *World Economic Forum, Shaping the Future of Urban Development and Services Initiative, Global Survey on Urban Services (October-December 2015)*

Privataus sektoriaus bendradarbiavimas suteikia daug naudos įgyvendinant pertvarkos strategijas, nes padeda viešajam sektoriui įveikti savivaldybių biudžeto deficitą, suteikia papildomų investicijų privataus sektoriaus kapitalo forma, palaiko labai reikalingų projektų srautą ir spartina ekonomikos plėtrą. Privatusis sektorius taiko naujoviškus erdvinio planavimo ir žmogų orientuoto miestų projektavimo metodus, tuo pačiu užtikrindamas didesnę efektyvumą, geresnius sąnaudų ir laiko įsipareigojimus bei biudžeto tikrumą įgyvendinant ir valdant ilgalaikius miesto paslaugų teikimo projektus, o tai leidžia pasiekti geresnių rezultatų. Siekiant geriau užtikrinti tvarią miestų plėtrą iš viešojo ir privačiojo sektorių bendradarbiavimo, labai svarbu laikytis daugelio suinteresuotųjų šalių metodo, kuris taip pat įtrauktų pilietinę visuomenę, akademinę bendruomenę ir bendruomenes visuose miesto vertės grandinės etapuose.

Patrick T. I. Lam, Wenjing Yang (2017, p. 604) teigimu, viešasis sektorius, teikiantis standartines viešąsias paslaugas už mokesčių mokėtojų pinigus, dažnai yra suvaržytas išleisti papildomai inovacijoms arba imtis papildomos rizikos, kad bandomieji projektai pradėtų veikti platesniu mastu, ypač jei patobulintos paslaugos reikalauja tam tikrų papildomų viešojo sektoriaus išlaidų. Privataus sektoriaus subjektai turi įvairesnius finansavimo šaltinius ir yra labiau linkę prisiimti komercinę riziką, tikėdamiesi pakankamos investicijų grąžos. Jie taip pat gali labiau suprasti rinkos tendencijas bei taikyti lankstesnius valdymo metodus. Viešojo ir privataus sektorių partnerystė leidžia pasiekti sinergiją kuriant išmaniojo miesto sprendinius, kurių savarankiškai viešajam sektoriui pasiekti nebūtų įmanoma.

Kaštų ir naudos požiūriu, privataus sektoriaus dalyvavimas pakeistų vertybių pusiausvyrą, kurią reikia atidžiai įvertinti jau išmaniojo miesto projektų pradžioje. Pavyzdžiui, nors rizikos ir technologijų perdavimas yra įgalintas, kainų sutarimas ir konkurencija yra opūs klausimai, siekiant išvengti monopolijos ir slapto susitarimo spąstų. Prieš užmezgant viešojo ir privačiojo sektorių partnerystę, reiktų atsižvelgti į tiesioginių ir netiesioginių kaštų ir (arba) naudos veiksnius.

3 lentelėje pateikta, kokios naudos gaunamos, kai investuoja tik viešasis sektorius ir kokios naudos gaunamos, jei vyksta viešojo ir privataus sektorių partnerystė.

3 lentelė. Gaunamos naudos iš išmanaus miesto sprendimų priklausomai nuo investavimo šaltinio

Investavimo šaltinis	Naudos	
	Tiesioginės naudos	Netiesioginės naudos
Tik viešasis sektorius	Naudotojo mokestis (jei taikoma) kaip viešosios pajamos	
	Sutaupytas laikas dėl didesnio patogumo, trumpesnės kelionės ir laiko, praleisto eilėse	Išteklų sutaupymas (pavyzdžiui, darbo jėgos trūkumo sumažinimas)
	Išaugę pirkimai (pavyzdžiui, pirkimai internetu, rezervavimas ir kt.)	turto vertės / atlyginimo padidėjimas dėl išmanių sprendimų pritaikymo
	Išgelbėtos gyvybės dėl sumažėjusių nelaimingų atsitikimų / nelaimių prevencijos	Daugiklio poveikis vietos ekonomikai
	Medicininis išlaidų sutaupymas	Bendras vartotojų pasitenkinimas
	Išaugęs produktyvumas	Savalaikis ligos gydymas (mažiau kančių)
	Sumažėjęs užterštumas	Daugiau laiko poilsiui/sumažėjęs stresas
	Išaugusios pajamos iš turizmo	Daugiau laiko šeimai
	Gatvės nusikalstamumo sumažėjimas	Prestižas miestui
		Sumažėjusios bausmės ir reabilitacijos išlaidos / nusikaltimo tyrimo išlaidos
		Sumažėjęs darbo jėgos trūkumas dėka išaugusio gimstamumo
	Viešoji nauda privataus sektoriaus įsitraukimo atveju	Prieinami privataus sektoriaus įgūdžiai
Padidėjęs efektyvumas		Geresnė paslaugų kokybė, geresnė technologinių inovacijų plėtra ir mažesnė kaina dėl išaugusios konkurencijos
Finansų prieinamumas		Valstybės lėšos gali būti nukreiptos kitiems tikslams
Rizikos perdavimas		Padidintos galimybės eksportui (jei sistemos turi rinką)
Išaugusios vietinės/užsienio investicijos		
Viešojo sektoriaus įstaigų skaičiaus sumažinimas		

Šaltinis: Patrick T. I. Lam, Wenjing Yang (2017)

Privataus ir viešojo sektorių partnerystės pavyzdžiai

Patrick T. I. Lam, Wenjing Yang (2017) Japonijos, Korėjos ir Singapūro atvejo tyrimai taip pat iliustruoja bendrai naudojamą viešosios ir privačios partnerystės praktiką, duodančią sinerginį efektą, jei tinkamai planuojama ir įgyvendinta. Pavyzdžiui, Korėjos Incheon mieste viešajam sektoriui priklauso 28,6 proc. akcijų, likusi dalis – privačiam sektoriui.

Suomijos Aplinkos ministerija vykdydama „Ryhti“ projektą¹², kurio metu svarbiausia užstatytos aplinkos informacija bus surinkta ir prieinama vienoje vietoje, savo konsultantais pasirinko Ramboll konsorciumą¹³, tačiau aiškią lyderystę procese išlaiko Aplinkos ministerija. Koku formatu jie bendradarbiauja informacijos nėra pateikiama. Tikėtina, jog Konsorciumas yra tiesiog pasamdytas šiam konkrečiam darbui.

Jungtinėje Karalystėje, rengiant Vyriausybės 2011 m. statybos strategiją ir BIM programą, nustatytas aiškus pažangos planas, kaip bus vykdoma veikla per penkerių metų laikotarpį. Šiame plane viena iš strateginių darbo sričių – ryšiai su pramone ir mokslo įstaigomis. Lyderystė ir proceso įgyvendinimas perduotas mokslininkams. Bendradarbiavimui su pramone skirta 5 mln. GBP; šios lėšos perduotos Statybos pramonės tarybai (CIC), kad būtų sudaryta Jungtinės Karalystės BIM darbo grupė. Numatyta, kad ši grupė, bendradarbiaudama su pramone,

12 Plačiau apie Suomijos Aplinkos ministerijos vykdomą „Ryhti“ projektą čia: <<https://ym.fi/en/the-built-environment-information-system>>.

13 Ramboll konsorciumas vienija 16 tūkst. ekspertų, besispecializuojančių tvarių sprendimų kūrime pastatų, transporto; vandens; aplinka ir sveikatos; architektūros, kraštovaizdžio ir urbanistikos srityse. Plačiau: <<https://ramboll.com/>>.

nustatys naujus darbo būdus ir standartus ir padės vyriausybės departamentams diegti naujus darbo būdus ir skleisti žinias pramonei.

Ryškus viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimo pavyzdys – Estija. Estijos Ekonomikos reikalų ir susisiekimo ministerijos teigimu, privataus ir viešojo sektorių bendradarbiavimas lemia statybų pramonės skaitmeninimo sėkmę ir leidžia užtikrinti duomenų ir paslaugų srautą visiems proceso dalyviams. Estijos visos šalies skaitmeninis dvynys - kuriamas bendradarbiaujant viešajam ir privačiajam sektoriams. Siekiama padidinti Estijos statybos sektoriaus (ir ne tik) galimybes. Šis sprendinys padės priimti su statybomis ir pastatais susijusius sprendimus, įgalins išbandyti ir dirbti su statybų projektais virtualioje realybėje bei vėliau pritaikyti juos realiame gyvenime (InvestinEstonia, 2021). Estijos 3D elektroninės statybos platformą parengė bendrovė „Reach-U“ ir Ekonomikos reikalų ir komunikacijos ministerija. E-statybos 3D platforma iš esmės yra paslaugų centras, kuriame bus kaupiami ir vizualizuojami visi įvairių institucijų duomenys. Ateityje bus sukurta galimybė taikyti ir derinti skirtingus leidimus. Vienas iš naujausių platformos atnaujinimų – Žemės valdybos sukurta 3D žemėlapių programa, leidžianti vartotojui apžvelgti visus Estijos pastatus iš visų kampų ir vizualizuoti jų aplinką erdviškai, naudojantis 3D modeliu. Ateityje, greta pastatų, taip pat planuojama turėti ir antžeminių (medžiai, krūmai, rieduliai ir kiti gamtos objektai), ir požeminių (vamzdžiai, kabeliai, geologiniai duomenys apie naudingąsias iškasenas ir t.t.) objektų duomenis kaip 3D modelį. Tai leis atlikti tikslesnę matomumo analizę.

Viešojo ir privataus sektoriaus indėlių santykis

Lietuvos statybų sektoriaus skaitmeninimo ir jo finansavimo galimybių studijoje (2016), atsižvelgiant į atliktą Didžiosios Britanijos, Suomijos ir Danijos patirties skaitmeninant statybų sektorių analizę, išskirti trys privataus ir viešojo sektoriaus bendradarbiavimo modeliai:

1. Modelis, kuriame Skaitmeninimo priemonių komplekso priemonės maksimaliai įgyvendina viešasis sektorius (Pirmasis modelis).
2. Modelis, kuriame įgyvendinant Skaitmeninimo priemonių komplekso priemonės viešasis sektorius ir privatus sektorius dalyvauja lygiomis dalimis (Antrasis modelis).
3. Modelis, kuriame Skaitmeninimo priemonių komplekso priemonės maksimaliai įgyvendina privatus sektorius (Trečiasis modelis).

Šie modeliai studijoje nagrinėti išskiriant skaitmeninimo priemonių galimas teikiamas paslaugas, priemonių palaikymo veiklas, priemonių paslaugų galimus platintojus ir naudotojus bei atliekant modelių stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių analizę.

Įvertinus visų trijų Lietuvos skaitmeninimo priemonių modelių SSGG analizės rezultatus ir užsienio šalių patirtį autoriai Lietuvos statybų sektoriaus skaitmeninimui siūlo rinktis antrą, subalansuoto valstybės ir verslo bendradarbiavimo, modelį.

Pirmojo (daugiausia viešojo sektoriaus iniciatyvomis paremto) modelio ar trečio (daugiausia privataus sektoriaus iniciatyvomis paremto) modelio pasirinkimas, būtų apribotas neefektyviu tik dalies SGC dalyvių atstovavimu ir žmogiškųjų bei finansinių resursų panaudojimu, kas iš esmės apsunkintų bendrų kompleksinių sprendimų SGC apimtyje suderinamumą bei įteisinimą. Šiais atvejais dalis veiklų iš viešojo ar privataus sektoriaus pusių būtų praktiškai neįmanomos arba neefektyvios. Pavyzdžiui, trečiojo modelio atveju (esamos situacijos, daugiausia verslo iniciatyvomis paremtas modelis) tik viešajam sektoriui būdingos skaitmeninimo priemonės, t.y. infrastruktūros informacijos kaupimas ir valdymas, teisės aktų suderinamumas, viešųjų pirkimų, valstybės strateginių tikslų, finansinių ir organizacinių resursų efektyvus panaudojimas, būtų fragmentuotas ir nesuderintas su daugiausia verslo iniciatyvomis. Tai ir toliau lemtų sudėtingą, brangų ir ilgą, o tam tikrais atvejais ir neįmanomą verslo skaitmeninimo iniciatyvų įgyvendinimą, žemą bendrą statybų sektoriaus, sudarančio nuo 7 iki 10 proc. visos šalies bendrojo vidaus produkto ir įdarbinančio apie 10 proc. visų šalies dirbančiųjų, inovacijų ir konkurencingo bei efektyvumo, vertinant Europos Sąjungos (toliau – ES) vidurkį, lygį. Šis variantas nors ir yra minimalistinis kasmetinėje finansinėje ir organizacinėje viešojo sektoriaus perspektyvoje, tačiau žalingas ilgalaikėje ir strateginėje šalies ekonomikos perspektyvoje. Pirmojo modelio atveju, aktyvus valstybės institucijų dalyvavimas, tačiau fragmentuotas verslo dalyvavimas, sukels atvirkštines pasekmes, t.y. neefektyvus dalies SGC

dalyvių atstovavimas, nesuderinami kuriami sprendimai, neišnaudojama dalis kompetencijų, veiklos finansuojamos tik vienos iš šalių, sudėtingesnė integracija į ES statybų verslo aplinką ir t.t.

Antrojo modelio pasirinkimas, t.y. viešųjų (arba valdžios) institucijų ir verslo/pramonės interesų sujungimas yra siūlomas kaip efektyviausias modelis diegiant skaitmenizavimo priemonių kompleksą. Sujungti/integruoti bendradarbiavimo sprendimai bendrai užtikrintų efektyvų visų SGC dalyvių atstovavimą ir bendrų rezultatų siekimą, sprendimų suderinimą, viešojo intereso (tvarumo, konkurencingumo, efektyvumo ir kt.) tikslų įgyvendinimo užtikrinimą. Kartu tai leistų suvienyti bendrus viešo ir privataus sektorių žmogiškus ir finansinius resursus. Tai leistų optimizuoti viešojo sektoriaus ir verslo išlaidas, tai taip pat leistų pašalinti nereikalingus ir neveiksnius apribojimus tarp skirtingų institucijų. Šie veiksmai kompleksiskai leistų pagerinti Lietuvos ilgalaikį ekonomikos augimą ir padidinti Lietuvos produktyvumo pajėgumus, didintų šalies konkurencingumą ir eksporto apimtį.

Privataus sektoriaus požiūris į viešojo ir privataus sektoriaus bendradarbiavimą

Siekiant modernizuoti urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo procesus, formuojant centralizuotą 3D aplinką išmaniems miesto BIM sprendimams taikyti (kitais – taikyti užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinį), šiame procese gali būti naudingas privataus sektoriaus indėlis, viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimas.

Privatus statybų sektorius

Šiuo metu nedalyvaujant užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinio kūrimo sprendimų priėmimo, išreiškiamas privataus statybų sektoriaus lūkestis, kad planuojami skaitmeninių duomenų formato ir pateikimo reikalavimai būtų kiek įmanoma maksimaliai unifikuoti visuose miestuose, visoje Lietuvoje. Statybos sektorius mato ir išskiria tokias užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio taikomo sprendinio naudas:

- skaitmenizuota informacija dešimtims kartų pagreitina visus su užstatomos ir užstatytos aplinkos susijusius procesus;
- priimamų sprendimų skaidrumas išauga, yra perkeliama į aukštesnių standartų skaidrumo lygmenį;
- akivaizdžios tokio pobūdžio skaitmeninės informacijos begalinis panaudojamumas.

Akcentuojama, kad užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio skaitmeninimo inicijavimas bei pagrindiniai sprendimai turi būti priimti viešojo sektoriaus. Viešajam sektoriui inicijuojant, organizuojant ir koordinuojant užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio skaitmeninimą ir matant pridėtinę privataus sektoriaus įsitraukimo vertę – pastarasis pasirengęs svarstyti įsitraukimą dalinantis savo patirtimi ir pagalba. Prie šios iniciatyvos įgyvendinimo statybų sektoriaus atstovai galėtų prisidėti patirtimis, žiniomis, *know how* patarimais, perduodant jau pastatytų pastatų BIM modelius, parodant, kodėl ir kaip tokie modeliai gaminami, kur matoma pridėtinė vertė. Jau šiandien dalis statybos bendrovių dalinasi skaitmeninimo patirtimi su viešuoju sektoriumi, pavyzdžiui, mokslo, savivaldybės atstovams teikia pastatytų statinių skaitmeninius modelius, aiškina kodėl ir kaip juos stato. Sektoriaus atstovai galimą šiame procese privataus sektoriaus indėlį matytų per asocijuotas struktūras arba per mokslo institucijas (pavyzdžiui, universitetus). Siekiant, kad verslas prisidėtų finansiškai, reikėtų aiškiai matomo tikslo, uždavinių, naudos išaiškinimo su visa detalizacija ir terminais. Tokiu atveju verslas turėtų dalyvauti ir užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio skaitmeninimo proceso sprendimų priėmimo.

Svarstant, ar privataus sektoriaus atstovams būtų patrauklu dalyvauti šioje iniciatyvoje per viešojo ir privataus sektoriaus partnerystę, išreiškiamas susidomėjimas ir noras dalyvauti, įsitraukti į sprendimų priėmimą, tam, kad būtų galima išreikšti savo nuomonę. Vis dėlto, suprantama, kad norint, kad toks dalyvavimas suteiktų pridėtinę vertę, reikalingi papildomi resursai, kuriuos skirti yra sudėtinga. Manoma, kad geriausias bendradarbiavimas – per asocijuotas struktūras.

Apibendrinimas

Akcentuotina, jog privataus sektoriaus indėlis vis labiau reikalingas miesto užstatytos aplinkos plėtros vertės grandinėje, įskaitant politikos formavimą, planavimą, projektavimą, įgyvendinimą, eksploatavimą priežiūrą, stebėseną bei finansavimą. Viešojo ir privataus sektorių bendradarbiavimui siūloma rinktis subalansuoto

valstybės ir verslo bendradarbiavimo modelį kaip efektyviausią diegiant skaitmenizavimo priemonių kompleksą. Sujungti/integruoti bendradarbiavimo sprendimai bendrai užtikrintų efektyvų visų SGC dalyvių atstovavimą ir bendrų rezultatų siekimą, sprendimų suderinimą, viešojo intereso (tvarumo, konkurencingumo, efektyvumo ir kt.) tikslų įgyvendinimo užtikrinimą. Kartu tai leistų suvienyti bendrus viešo ir privataus sektorių žmogiškus ir finansinius resursus. Tai leistų optimizuoti viešojo sektoriaus ir verslo išlaidas, tai taip pat leistų pašalinti nereikalingus ir neveiksnius apribojimus tarp skirtingų institucijų. Akcentuotina, jog nors viešajam sektoriui privatųjį vertėtų įtraukti jau pirminiame miesto plėtros planavimo etape, iniciatyva ir lyderystė turėtų ateiti iš viešojo sektoriaus. Viešajam sektoriui inicijuojant, organizuojant ir koordinuojant užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio kūrimą ir aiškiai komunikuojant bendradarbiavimo naudas privačiam sektoriui, pastarasis, kaip išaiškėjo interviu metu, pasirengęs svarstyti įsitraukimą dalinantis savo patirtimi ir pagalba. Prie šios iniciatyvos įgyvendinimo statybų sektoriaus atstovai galėtų prisidėti patirtimis, žiniomis, *know how* patarimais, perduodant jau pastatytų pastatų BIM modelius, parodant, kodėl ir kaip tokie modeliai gaminami, kur matoma pridėtinė vertė.

2. Užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis

Šiame skyriuje pateikiamas užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sukūrimo Lietuvoje investicijų loginis modelis: įvardinamos sprendžiamos problemos bei apžvelgiamas jų mastas; identifikuojamos viešosios paslaugos, kurioms gerinti planuojamos investicijos; pasiūlomos problemos sprendimo alternatyvos, pateikiamas investicijų poveikio loginis modelis; nustatomos poveikio tikslinės grupės bei identifikuojamos joms galimos naudos – t.y. pasirengta kaštų naudos ir/arba veiksmingumo analizei ateityje. Skyrius parengtas remiantis pateikta Aplinkos ministerijos medžiaga siekiant preliminariai vertinti sprendimo dėl investicijų į užstatytos aplinkos skaitmeninimą nacionaliniu mastu tikslingumą.

Kontekstas

Su Europos statybos pramonės sektoriumi šiuo metu siejama daug sudėtingų, tačiau perspektyvių ekonominių, aplinkos apsaugos ir visuomenės uždavinių. Šis sektorius 2019 m. sudarė 5,4 proc. ES BPV, jame dirba 5,19 milijonų žmonių. Jis yra ekonomikos augimą skatinanti jėga ir jame veikia daugiau kaip 3 milijonai įmonių, kurių dauguma yra MVĮ.“

„Panašiai kaip ir kituose sektoriuose, statybos sektoriuje šiuo metu vyksta „skaitmeninė revoliucija“, nors iki tol jame našumas buvo didinamas nedaug. Įvairiose vertės grandinės dalyse sparčiai diegiamas statinio informacinis modeliavimas (BIM) kaip strateginė priemonė siekiant mažinti sąnaudas, didinti našumą ir veiklos efektyvumą, gerinti infrastruktūros kokybę ir aplinkosauginį veiksmingumą.“ (EUROBIM Task Group, 2018).

Siekiant tinkamai įgyvendinti Investicijų į pastatų ir infrastruktūros statybą planavimo pagrindų pertvarką, taikant skaitmenines informacijos kūrimo ir valdymo praktikas, 2020 m. gegužės 20 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybė nusprendė (Statyba 4.0.lt):

- bendradarbiavimu pagrįsto statinio informacinio modeliavimo (BIM) metodų taikymą laikyti esmine priemone siekiant efektyvesnio išteklių/investicijų planavimo ir naudojimo projektuojant ir statant statinius, geresnės viešųjų gėrybių, paslaugų kokybės naudojant pastatytus statinius ir pritarti;
- šiuos metodus taikyti projektuojant, statant ir įrengiant viešojo sektoriaus statinius ir (ar) jiems pagal paskirtį artimus kilnojamuosius daiktus (žemos ir vidutinės įtampos elektros tinklus, mažo ir vidutinio slėgio dujotiekius, ryšių linijų, ryšių kabelių, ryšių kabelių kanalų sistemas) (toliau – kilnojamieji daiktai);
- taikyti BIM metodus bus privaloma projektuojant, statant ir įrengiant viešojo sektoriaus statinius ir kilnojamuosius objektus (elektros tinklus, dujotiekius, ryšių linijas, kabelius ir jų kanalų sistemas).

Pastaruoju metu, vykdant [BIM-LT projektą](#), yra baigiami rengti BIM taikymui reikalingų norminių dokumentų projektai. Visa BIM norminių dokumentų sistema, nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius bus sukurti įgyvendinus BIM-LT projektą – iki 2022 m. Tačiau pažymėtina, kad šie sprendimai yra tik dalis įgyvendinamos reformos, nes siekiant, kad sukurtą BIM norminių dokumentų sistema veiktų kaip visuma valstybės mastu, būtina sukurti vieningą detalių erdvinių duomenų bei technologinių priemonių pagrindu valdomą infrastruktūrą, kuri apimtų:

- detalių erdvinių duomenų pagrindą;
- suderintos sandaros ir tarpusavyje susietus valstybės informacinės sistemų /registrų /kadastrų valdomus statinių informacinius modelius;
- sukurtas inovatyvias analitines technologines priemones šių modelių duomenims apdoroti ir valdyti, jas siejant su valstybės ir savivaldybės turto apskaitos sistemomis.

Šiame skyriuje nagrinėjamos užstatytos aplinkos skaitmeninimo reformos tikslas – pagerinti investavimo į pastatų, infrastruktūros statybą ir įrengimą sprendimų kokybę, greitį taikant skaitmenines informacijos kūrimo ir valdymo praktikas, – tiesiogiai susijęs su šių 2019 Tarybos rekomendacijų preambulės punktuose minimų ir tiesiogiai Lietuvai suformuluotų rekomendacijų įgyvendinimu:

Investicijomis numatyti sukurti atviri, patikimi, tikslūs, lengvai prienami ir interpretuojami duomenys apie užstatytos aplinkos objektus, jų pagrindu sukurti analitiniai įrankiai ir kiti sprendimai užtikrins galimybę privatiems subjektams (investuotojams, NT plėtojams, pramonei, fiziniams asmenims) ir viešiesiems subjektams priimti įrodymais grįstus, greitus investavimo ir valdymo sprendimus, skatinančius valstybės pažangą, tolygų jos regionų ir ūkio dalių vystymąsi, valdysenos pažangą, investicijas ir inovacijas, energijos ir išteklių naudojimo efektyvumo pokyčius.

Sprendžiamos problemos ir jų mastas

PROBLEMA 1 – Savivaldybės neefektyviai vykdo statybos leidimų išdavimą (VK, 2019), nes:

- savivaldybės darbuotojas, išduodamas leidimą, turi atlikti daugiau nei vieną tikrinimo procedūrą, nors įstatyme numatyta, kad projekto vadovas prižiūri ir atsako, kad statinio projektas atitiktų nustatytus reikalavimus, vykdyta Valstybės kontrolės (toliau – VK) visų savivaldybių apklausa patvirtino, kad tai galėtų atlikti kiti, t.y. ne savivaldybės darbuotojai, asmenys (VK, 2019);
- atsakomybė už projekto klaidas tenka savivaldybei, nes ji išduoda statybos leidimą net ir tais atvejais, kai statinio projektas atlikus patikrinimą neatitinka nustatytų reikalavimų, pavyzdžiui, kai statybos inspekcija nustato projekto klaidas patikrinimo metu (VK, 2019);
- Nepakankama savivaldybės darbuotojų kvalifikacija: valstybės kontrolės atlikto tyrimo metu “savivaldybės nurodė, kad iš viso statinio projekto atitiktų nustatytiems reikalavimams tikrina 223 valstybės tarnautojai, iš jų atestuoti – trečdalis (29 proc.)”; “beveik pusė (29, arba 48 proc.) savivaldybių nurodė, kad atestuoti specialistai nedalyvauja išduodant statybos leidimą, tarp jų yra savivaldybės, kurių teritorijos patrauklios statyboms, kurortinės su apsaugos zonomis”. “Pavyzdžiui, Palangos m. savivaldybė yra viena iš trijų, kuriose inspekcija 2015-2018 m. nustatė daugiausia neteisėtai išduotų statybos leidimų, nes projekto sprendiniai neatitiko teritorijų planavimo dokumentų sprendinių (dėl pagrindinės žemės naudojimo paskirties ir naudojimo būdo, užstatymo tankio, intensyvumo ir tūrio rodiklio, statinio aukščio, aukštų skaičiaus, statybos zonos, statinio matmenų ir pan.), prisijungimo sąlygų, specialiųjų reikalavimų ir kt.” (VK, 2019);
- VK nustatė, kad statybos leidimas išduodamas neturint visų reikalingų duomenų. Tą įrodo:
 - > 34 proc. (82 iš 239 neteisėtai išduotų leidimų) atvejais statytojai su prašymu pateikė ne visus privalomus dokumentus, tačiau savivaldybės vis tiek išdavė statybos leidimus, kurie buvo pripažinti neteisėtais (VK, 2019);
 - > Valstybės kontrolė, atlikusi inspekcijos 2015–2018 m. statybos leidimų išdavimo teisėtumo patikrinimų analizę, nustatė “14 atvejų (6 proc. iš visų 239 neteisėtais pripažintų leidimų), kai savivaldybės (1034) leidimą išdavė statytojui, neatitikusiam jam keliamų reikalavimų, t. y., naujos statybos atveju statytojas žemės sklypo, kuriame statomas statinys, nevaldė nuosavybės teise arba kitais įstatymų numatytais pagrindais, statinio rekonstravimo ar remonto atveju – statinio nevaldė nuosavybės teise ar kitais įstatymų nustatytais pagrindais”;
 - > Statybos leidimai gali būti išduodami per kelis mėnesius ar net per vienerius metus, nes su prašymu nepateikiami reikalingi dokumentai ir prašymą tenka teikti daugiau nei vieną kartą (VK, 2019).

Remiantis Valstybės kontrolės ataskaita (2019) ir Pasaulio banko siūlymu, rekomenduojama įdiegti griežtus ir diferencijuotus statybos leidimo išdavimo procedūras, šiuos reikalavimus sisteminti ir aiškiai išdėstyti informacinėje sistemoje, kas dalinai atlikta “Infostatyba” portale. Tačiau, jei išduodant statybos leidimą, reikia tikrinti ne vieną valstybės informacinę sistemą ir/ar registrą, ir/ar kadastrą, o taip pat laukti kitų institucijų sprendimo, statybos leidimo išdavimo procesas gali išsitęsti ir iki metų.

PROBLEMA 2 - sprendimai susiję su pastatų, infrastruktūros valdymu ir investicijomis į renovaciją, turto valdymą, energijos naudojimo valdymą, energinio naudingumo ir tvarumo pagerinimą nėra pakankamai kokybiški ir greitai, nes:

- Nepakankamas užstatytos aplinkos erdvių duomenų ir informacijos tikslumas, detalumas ir aprėptis pastatų ir infrastruktūros objektų turto apskaitai ir statinių informacinių duomenų modelių kūrimui: vadovaujantis Lietuvos Respublikos geodezijos ir kartografijos įstatymo 25 straipsniu ir Lietuvos Respublikos valstybės informacinių išteklių valdymo įstatymo 15 straipsnio 9 dalimi, kai Lietuvos registre registruojamas stabilus gamtinis ar antropogeninis objektas žemės paviršiuje, registre turi būti kaupiami ir tvarkomi registro objekto erdviniai duomenys. Tačiau šie duomenys sudaromi ir į registrą įrašomi naudojant georeferencinio pagrindo kadastro duomenis, kurio atnaujinimas vykdomas pagal Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:5 000 arba M 1:10 000 skaitmeninį rastrinį ortofotografinį žemėlapij, o jame registruojamų objektų (erdvių duomenų) kiekis, tikslumas yra nepakankamas sprendžiant investicijų klausimus teritorijų planavimo ir statybos srityse.
- Turimi statistiniai duomenys apie pastatus ir jų fondą yra išskaidyti skirtingose informacinėse sistemose / registruose / kadastruose, skirtingai struktūrizuoti, kaupiami, analizuojami ir tai lemia patikimos, greitai prieinamos ir reikalingais pjūviais apdorojamos ir analizuojamos informacijos apie pastatus, ypač aktualios pastatų fondo renovacijos procesų planavimui, koordinavimui, stebėsenai (energinio naudingumo klasė, energijos sąnaudos, energijos tiekimo būdas, vartojamos energijos ar kuro rūšis, iškastinio kuro dalis energijai gaminti, kompensacijų būsto išlaikymo išlaidoms apmokėti gavėjų skaičius ir pan.), taip pat pastatų valdymui ir priežiūrai, trūkumų. Lietuvoje yra 60 savivaldybių, kuriose remiantis VĮ Registrų centras duomenimis, yra apie 2,6 mln. įvairios paskirties pastatų, kuriuose registruotas 235 mln. kvadratinų metrų plotas. Didžioji dalis šių pastatų (apie 2 mln. vienetų) yra negyvenamosios paskirties, kuriems energinio naudingumo reikalavimai nekeliama (sandėliai, garažai, ar kt. nešildomi pastatai). Prie energiją vartojančių ir renovuotinių pastatų priskiriama apie 660 tūkst. pastatų (apie 130 mln. kvadratinų metrų), kurių didžiąją dalį sudaro gyvenamosios paskirties pastatai (vieno/dviejų butų namai – apie 530 tūkst.; daugiabučių namų – apie 40 tūkst.). Likę – negyvenamosios paskirties pastatai, kurie sudaro apie 70 mln. kvadratinų metrų ploto, iš jų apie 15 mln. kvadratinų metrų yra viešojo (valstybei ir savivaldybėms) priklausanti nuosavybė.
- Lietuvos kadastrai ar registrai neužtikrina tinkamo erdvių duomenų detalumo, kokybiškumo reikalingo tinkamam investicijų į viešąjį turtą vertinimui ir valdymui. Pavyzdžiui Nekilnojamojo turto kadastras ir registras kaupia ir tvarko tik nekilnojamojo turto daiktų erdvinis duomenis, o statiniams paskirtimi artimus kilnojamosios daiktus, kurie taip pat turi būti apskaitomi kaip turtas (žemos ir vidutinės įtampos elektros tinklus, mažo ir vidutinio slėgio dujotiekius, ryšių linijas, ryšių kabelius, ryšių kabelių kanalų sistemas) tvarko, valdo institucijos ir įmonės savo pavienėse sistemose ar bazėse pagal nesuderintas duomenų tvarkymo metodikas, skirtingo kodavimo, tikslumo ir detalumo. Iki šiol detalius topografinių ir inžinerinės infrastruktūros objektų erdvinis duomenis, kurie būtini tinkamam urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų, valstybės turto vystymui ir valdymui, turėjo tvarkyti savivaldybės pagal geodezininkų pateiktus topografinius planus ir inžinerinių tinklų planus, tačiau savivaldybėse sukauptų topografinių planų erdvių duomenų analizė parodė, kad tik Vilniaus miesto, Kauno miesto ir keletas kitų (Trakų rajono, Panevėžio rajono) savivaldybių nuolat tvarkė erdvių duomenų rinkinius. Kitose savivaldybėse topografinių planų erdviniai duomenys kaupiami taikant supaprastintas technologijas, tačiau tokie duomenys netinka įvairiapusiam jų naudojimui, nes nėra vieningai koduojami ir tvarkomi vieningoje centralizuotoje aplinkoje. Paminėtina, kad kai kurios savivaldybės dėl žmogiškųjų ir finansinių išteklių visiškai netvarko topografinių planų erdvių duomenų, nors pagal Lietuvos Respublikos savivaldos įstatymą ir Savivaldybės infrastruktūros įstatymą šis darbas yra tiesioginė jų funkcija.
- Detalaus ir tikslaus erdvinio pagrindo Lietuvoje trūkumas neleidžia iš anksto kokybiškai planuoti investicijų į viešąją infrastruktūrą.

PROBLEMA 3 – nekokybiškas ir lėtas investicijų į statinius planavimo procesas, nes:

- Nepakankama statinių atitiktis statytojo (užsakovo) poreikiams ir visuomenės interesams, netiksliai identifikuojami statinio statybos tikslai ir poreikiai, nepakankamai sprendžiami projektinių sprendinių

analizės statinio gyvavimo ciklo uždaviniai (ypač investicijų sąnaudų/naudos) požiūriu, nepakankamas statinių projektų tikslumas ir kokybė, nesuderinti informacijos mainai tarp statinio gyvavimo ciklo procesų dalyvių ir informacinių sistemų, registru, neefektyvi statybos dalyvių komunikacija ir bendradarbiavimas – tai reikšminga dalis esminių priežasčių, kodėl susiduriama su statinių statybos planavimo, projektavimo, statybos, eksploatavimo, valdymo procesams skiriamų išteklių neefektyvaus naudojimo problemomis (IMIC informacija).

- Projektuojant statinį, nepakankamai sprendžiami projektinių sprendinių (energinio naudingumo, konstrukcinio technologinio sprendinio racionalumo, statybos produktų tvarumo) variantų analizės uždaviniai, kurių tikslas – užtikrinti optimalų, efektyvų resursų ir tvarų gamtos išteklių naudojimą statant, eksploatuojant ir utilizuojant statinį. Šiam tikslui reikalinga patikima informacija apie statinį. Neturint patikimos ir reikiamo išsamumo informacijos apie pastatus, infrastruktūrą ir planuojant jų renovaciją, nepakankamai vertinamos ir neefektyviai planuojamos investicijų sąnaudos ir nauda statinio gyvavimo cikle, nes dažnai nepatikimai išnagrinėjamos investicijų alternatyvos, trūksta patikimos informacijos ir inovatyvių analitinių technologinių priemonių, leidžiančių nustatyti, kokį pokytį daro investicija ir kaip dėl to pagerės pastato savininkų gyvenimo kokybė.
- Valstybės kontrolė (2019) nustatė, kad “dažniausiai (44 iš 73, arba 60 proc.) leidimai buvo pripažinti neteisėtais, nes statinio projekto sprendiniai neatitiko teritorijų planavimo dokumentų sprendinių (dėl pagrindinės žemės naudojimo paskirties ir naudojimo būdo, užstatymo tankio, intensyvumo ir tūrio rodiklio, statinio aukščio, aukštų skaičiaus, statybos zonos, statinio matmenų ir pan.); specialiųjų žemės ir miško naudojimo sąlygų, įregistruotų Nekilnojamojo turto registre. Be to, buvo atvejų, kai sprendiniai neatitiko prisijungimo sąlygų ir specialiųjų reikalavimų, nors tai turėjo patikrinti inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų atstovai atlikdami jiems pavestas privalomas statinio projekto patikrinimo funkcijas”. Likusiais atvejais (40 proc.), leidimai buvo pripažinti neteisėtais dėl nustatytų kitų trūkumų, nei nurodyta 4 lentelėje.

4 lentelė. Dažniausios priežastys, dėl kurių statybos inspekcija savivaldybės išduotą statybos leidimą pripažino neteisėtu, nors statytojas atitiko jam keliamus reikalavimus, buvo pateikti visi reikalingi dokumentai, paskirti visi leidimo išdavimo derinime dalyvaujantys subjektai ir jei pateikė patikrinimo išvadas

Projekto sprendinių atitiktis teritorijų planavimo dokumentų sprendiniams	Projekto sprendinių atitiktis specialiosioms žemės ir miško naudojimo sąlygoms, įregistruotoms Nekilnojamojo turto registre (tikrina savivaldybė)	Projekto sprendinių atitiktis prisijungimo sąlygoms ir specialiesiems reikalavimams (tikrina inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų atstovai)	Atvejų skaičius (iš 73)
Pažeidžia	Pažeidžia	Pažeidžia	16 (22 proc.)
Nepažeidžia	Pažeidžia	Pažeidžia	10 (14 proc.)
Pažeidžia	Nepažeidžia	Nepažeidžia	7 (10 proc.)
Nepažeidžia	Pažeidžia	Nepažeidžia	6 (8 proc.)
Pažeidžia	Nepažeidžia	Pažeidžia	5 (7 proc.)

Šaltinis: Valstybės kontrolė (2019)

Intervencijos investicijų logika

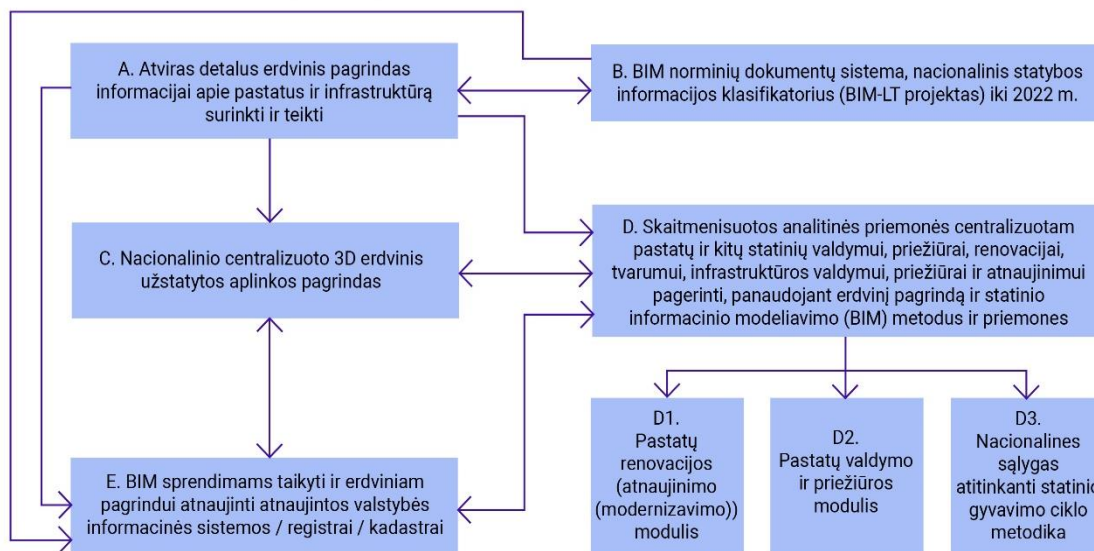
Kuriant nacionalinį atvirą centralizuotą 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti pagrindą, išskiriamos šios pagrindinės investicijų sritys:

- F. atviras detalus erdvinis pagrindas informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti ir teikti;
- G. BIM norminių dokumentų sistema, nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius (BIM-LT projektas);
- H. nacionalinis centralizuotas 3D erdvinis užstatytos aplinkos (statiniai ir infrastruktūra) pagrindas;
- I. centralizuota, integruota skaitmeniniu pagrindu sistema, skirta pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui ir priežiūrai;

- J. BIM sprendimams taikyti ir erdviniam pagrindui atnaujinti valstybės informacinių sistemų/registru/kadastrų atnaujinimas (VTIPS, „Infostatyba“, ŽDPRIS, TPDRIS, TPDR, KTVIS, LAKIS, NTK, NTR ir kt.).

Žemiau (13 pav.) pateikiamas investicijų į nacionalinį užstatytos aplinkos skaitmeninimą loginis modelis.

13 pav. Nacionalinis užstatytos aplinkos (statiniai ir infrastruktūra) skaitmenizavimo reformos loginis modelis



Šaltinis: sudaryta autorių

BIM-LT projekto (B investicijų sritis), kuriuo siekiama standartizuoti duomenų statyboms rinkimą, pabaiga planuojama 2022 m. pradžioje, todėl čia išsamiai nenagrinėjamas. Šis projektas yra svarbi prielaida užstatytos aplinkos informacijos skaitmenizavimo investicijoms (C, D, E investicijų sritims), kurios toliau išsamiau aprašomos ir analizuojamos, siekiant nustatyti investicijų alternatyvas, atsižvelgus į galimas naudas visuomenei, verslui, viešajam sektoriui ir mokslui. Toliau išsamiau aprašomas A, C, D ir E planuojamų investicijų sričių probleminis kontekstas, investicijų intervencijos logika, analizuojama galima nauda ir kaštai suinteresuotoms šalims: verslui, savivaldai, viešajam sektoriui, gyventojams, mokslui.

A. Investicijos į atviro detalus erdvinio pagrindo informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą

Probleminis kontekstas

Šiomis investicijomis sprendžiamas iššūkis dėl nepakankamo užstatytos aplinkos erdviųjų duomenų ir informacijos tikslumo, detalumo ir aprėpties pastatų ir infrastruktūros objektų turto apskaitai ir statinių informacinių duomenų modelių analizei ir viešinimui. Šiuo metu didžioje dalyje Lietuvos Respublikos urbanizuotų teritorijų dalyje nėra sukurtų didelio tikslumo ir detalumo erdviųjų duomenų, kurie aprašytų pastatus, socialinę ir inžinerinę infrastruktūrą. Esami nedidelės dalies Lietuvos teritorijos didelio tikslumo ir detalumo erdviniai duomenys yra fragmentiški ir todėl dažniausiai netinkami panaudoti rinkoje ieškant naujų sprendinių, taip pat dėl to netinkami siekiant be klaidų aprašyti ir apskaityti užstatytos aplinkos objektus. Tiksliai neaprašant ir su erdve nesusiejant užstatytos aplinkos objektų, nėra galimybių tiksliai planuoti investicijas į šių objektų priežiūrą, naudoti šių objektų duomenis pagrįstiems sprendimams priimti, planuoti plėtrą ir t.t. Nekokybiškas sektoriaus aprūpinimas skaitmenine informacija lemia klaidas viešojo turto apskaitoje, klaidas institucijoms priimant su erdve susijusius sprendimus, rinkos dalyviai negauna patikimų detalių erdviųjų duomenų projektams vystyti, kiti ekonomikos sektoriai, tokie kaip planavimas, projektavimas, statybos negali nuosekliai vystytis remdamiesi šiuo sektoriumi. Tai lėmė ir tai, kad šiuo metu valstybės mastu nėra statistinės informacijos apie tokias viešojo turto

charakteristikas kaip šaligatvių plotas, prižiūrimų medžių skaičius ir t.t. Nesant detalios informacijos nėra galimybės jos generalizuoti teikiant ataskaitas apie valstybę.

Investicijų loginis modelis

Žemiau pateikiamas investicijų į atviro detalaus erdvinio pagrindo loginis modelis (5 lentelė)

5 lentelė. Loginis modelis atviro detalaus erdvinio pagrindo informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą sukūrimui.

Veiklos	Sukurtos aerofotografinės nuotraukos ir ortofotografiniai žemėlapiai. Ortofotografinių žemėlapių vektorizavimas urbanizuotose vietovėse. Savivaldybių erdvinių duomenų rinkinio (SEDR) atnaujinimo pagal ortofotografinius žemėlapius metodikos kūrimas. Požeminių inžinerinių įrenginių vektorizavimas iš archyvinių planų.
Produktai	Žemės paviršiaus modelis. Patikimi detalūs erdviniai užstatytos aplinkos duomenys. Statistinė informacija apie šaligatvių plotą, prižiūrimų medžių skaičių ir pan. Sistemingas viešojo turto erdvinių duomenų rinkimo procesas. Kokybiškas erdvinių duomenų rinkinio atnaujinimo procesas. Erdvinių duomenų patikrinimas valstybinėse informacinėse sistemose/ registruose /kadastruose (VTIPS, „Infostatyba“, ŽDPRIS, TPDRIS, TPDR, KTVIS, LAKIS, NTK, NTR*.
Rezultatai	Kokybiška erdvinė informacija projektavimui ir investicijų planavimui. Sutaupyti laiko ir investicijų kaštai dėka kokybiškai planavimo ir projektavimo darbų. Kokybiškas investicijų į viešąją infrastruktūrą valdymas, planavimas. Atviri užstatytos aplinkos duomenys gyventojams ir verslui.
Poveikis	Mažiau klaidingai išduotų statybos leidimų. Mažiau klaidų projektuose ir investicijų planavime.

* Lentelėje naudojami santraukos: VTIPS - valstybės turto paieškos sistema, „Infostatyba“ - Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacinė sistema, TIIS - Topografijos ir inžinerinės infrastruktūros informacinės sistemos, ŽDPRIS - Žemėtvarkos planavimo dokumentų rengimo informacinėje sistemoje, TPDRIS - Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų rengimo ir teritorijų planavimo proceso valstybinės priežiūros informacinės sistemos, TPDR - Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų registras, KTVIS - Valstybinės ir vietinės reikšmės kelių turto valdymo informacinė sistema, LAKIS - Valstybinės reikšmės kelių informacinė sistema, NTK - Nekilnojamojo turto kadastras, NTR - Nekilnojamojo turto registras.

Šaltinis: sudaryta autorių

Veiklos ir produktai

Kaip matyti iš pateikto paveikslo, siekiama sukurti užpildytą ir be trūkių urbanizuotose vietovėse, nefragmentuotą detalų erdvinių duomenų pagrindą. Sukurti ortofotografiniai žemėlapiai ir detalus erdvinis pagrindas tikty sukurti erdvinis duomenis, kurie aprašytų įvairų viešąjį turta: šaligatviai, gatvės, aikštės, želdynai, mažoji architektūra, pastatai ir t.t.

Būtų pakeistas dabartinis vietovėje esančio viešojo turto erdvinių duomenų rinkimo procesas iš fragmentiško, dažnai atsitiktinio vietos ir laiko atžvilgio proceso, į sistemingą procesą. Taip būtų sukurtos erdvinių duomenų daugkartinio panaudojimo ir atnaujinimo galimybės. Sukurtas detalus ir tikslus erdvinių duomenų pagrindas taptų kokybiškai nauju pagrindu tinkamoms investicijoms į infrastruktūrą valdyti ir vystyti, esamiems valstybiniam erdvinių duomenų rinkiniams atnaujinti, sprendimams priimti/patikrinti valstybės informacinėse sistemose / registruose, kadastruose (Valstybės turto informacinės paieškos sistema (toliau – VTIPS), Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacinė sistema „Infostatyba“, Topografijos ir inžinerinės infrastruktūros informacinės sistemos (toliau – TIIS), Žemėtvarkos planavimo dokumentų rengimo informacinėje sistemoje (toliau – ŽDPRIS), Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų rengimo ir teritorijų planavimo proceso valstybinės priežiūros informacinės sistemos (toliau – TPDRIS), Lietuvos Respublikos

teritorijų planavimo dokumentų registras (toliau – TPDR) per TPS „Vartai“, Valstybinės ir vietinės reikšmės kelių turto valdymo informacinė sistema (toliau – KTVIS), Valstybinės reikšmės kelių informacinė sistema (toliau – LAKIS), Nekilnojamojo turto kadastras (toliau – NTK), Nekilnojamojo turto registras (toliau – NTR) ir kt.).

Rezultatai

Rinkos dalyviai gautų daugeliui taikymų projektavimo, planavimo srityse tinkamą erdvinę informaciją. Viešojo sektoriaus subjektams būtų sudaryta galimybė vystyti viešojo turto buhalterinės apskaitos sistemas, kurti naujus informacinius technologinius sprendimus šių duomenų analitinėms priemonėms. Būtų sukurti duomenys, tinkami naudoti parenkant renovacijos koncepciją, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo siūlymus, skaičiuojant energetinį sutaupymą. Investicijomis sukurti erdviniai duomenys sudarytų sąlygas paminėtose srityse taikyti inovatyvius sprendimus, pavyzdžiui, automatizuotos trimačių modelių kūrimo procedūros, kurti išvestinius produktus, pavyzdžiui, stogų insoliacijos skaičiavimus, sudarytų galimybę statinių energetiniam efektyvumui modeliuoti, pastatų šešėliams modeliuoti, teritorijoms planuoti ir kitiems rinkos pasiūlytiems inovatyviems sprendimams kurti. Sukurti erdviniai duomenys būtų naudingi skelbiant dangų valymo, remonto konkursus, stebint ir viešinant dangų priežiūros vykdymą, planuojant dangų rekonstrukciją ir vertinant plėtros sąnaudas, vertinant statybų daromą įtaką viešam turtui, planavimo ir projektavimo procesams, žemės kasimo darbus, inventorizuojant valdomą turtą, planuojant jo priežiūrą, remonto darbus, skaičiuoti turto vertę ir turto eksploataavimo kaštus.

Sukurtas atviras detalūs erdviųjų duomenų pagrindas būtų integruotas į jau šiuo metu valstybės debesijos infrastruktūroje kuriamos Topografijos ir inžinerinės infrastruktūros informacinės sistemos (toliau – TIIS) erdviųjų duomenų rinkinį, pasiekiamą per Topografijos, inžinerinės infrastruktūros, teritorijų planavimo ir statybos elektroninių vartų informacinę sistemą (toliau – TPS „Vartai“). Detalūs erdviųjų duomenų pagrindas taip pat būtų teikiamas viešam naudojimui ir per Lietuvos erdvinės infrastruktūros portalą, kaip atviri duomenys verslui ir gyventojams.

Aerofotografuojant būtų sukurti ortofotografiniai žemėlapiai, būtų sukurtas žemės paviršiaus modelis, sukurta savivaldybių erdviųjų duomenų rinkinio (SEDR) atnaujinimo pagal ortofotografinius žemėlapius metodika, urbanizuotose vietovėse vektorizuoti ortofotografiniai žemėlapiai, vektorizuoti užstatytą aplinką valdančių įmonių planų archyvai ir užpildyti SEDR. Jau šiuo metu yra sukurtos nuolatinio erdviųjų duomenų atnaujinimo prielaidos: Žemės ūkio ministro įsakymais patvirtinta savivaldybių (viešojo sektoriaus) erdviųjų duomenų sandara ir jų kaupimo tvarka; naujiems erdviuoms duomenims kaupti, kurie sukuriami po statybų, savivaldybėms skiriama dotacija.

Poveikis tikslinėms grupėms

Šių planuojamų investicijų į atviro detalaus erdvinio pagrindo informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą poveikio tikslinėms grupėms analizė pateikiama 6 lentelėje žemiau.

6 lentelė. Poveikio tikslinėms grupėms analizė.

SŠ/Tikslinė grupė	Naudos	Informacijos šaltinis	Kaštai	Informacijos šaltinis
Verslas: statinių projektavimo darbų įmonės	Sutrumpėja projekto kūrimo laikas. Sumažėja projekto klaidų.	Apklausa	Darbuotojų laikas, reikalingas išmokti dirbti su erdviųjų duomenų pagrindu.	Apklausa
Verslas: statybos sektoriaus įmonės	Optimizuotas išteklių naudojimas: a) sutrumpėja statybos leidimo išdavimo laikas; b) tikslių erdviųjų duomenų dėka sumažėja statybos darbų kaštai. Dėl tikslių geoduomenų sumažėjęs realaus matavimo poreikis	VK ataskaita (2019) ¹⁴	Darbuotojų laikas, reikalingas išmokti dirbti su erdviųjų duomenų pagrindu. Standartų tarp naudojamos programinės įrangos ir atviro erdvinio pagrindo derinimas?	Apklausa

¹⁴ Valstybės kontrolė. (2019). Valstybinio audito ataskaita "Statybos leidimų išdavimas ir statybos proceso atitiktis nustatytiems reikalavimams".

<p>Savivaldybės ir joms pavaldžios įmonės</p>	<p>Visi duomenys, reikalingi statinių ir infrastruktūros valdymui, pateikiami vienoje vietoje – trumpėja darbo laikas tikrinant statybos leidimus.</p> <p>Sumažėja savivaldybės darbuotojų klaidų tikrinant statybos leidimus.</p> <p>Trumpėja šių darbų planavimas ir vykdymas: dangų valymas, remontai, dangų priežiūros stebėjimas, dangų rekonstrukcijos planavimas.</p> <p>Tikslesnis plėtros sąnaudų vertinimas, vertinant statybų daromą įtaką viešam turtui.</p> <p>Tikslesni ir greitesni planavimo ir projektavimo procesai.</p> <p>Greitesnė valdomo turto inventORIZACIJA, efektyvesnė jo priežiūra, remontas.</p> <p>Tiksliu skaičiuojama valdomo turto vertė ir turto eksploataavimo kaštai.</p>	<p>Apklausa</p>	<p>Laikas, reikalingas suvesti duomenis į atvirą erdvinį pagrindą.</p> <p>Laikas, reikalingas apmokyti savivaldybės darbuotojus naudotis atviru erdvinium pagrindu.</p> <p>SEDR užpildymas.</p>	<p>Apklausa / interviu</p>
<p>Gyventojai</p>	<p>Duomenimis grįstas nuosavo būsto atnaujinimo planavimas.</p> <p>Įsitraukimas priimant sprendimus dėl viešosios infrastruktūros.</p>	<p>Apklausa/ interviu/ ankstesni tyrimai</p>	<p>Laikas, skirtas susipažinti su atvira erdvine užstatytos aplinkos informacija.</p> <p>Gali būti nepatogi vartotojui.</p>	<p>Atliktos gyventojų apklausos dėl užstatytos aplinkos skaitmenizavimo (jei buvo).</p> <p>Gyventojų nuomonės dėl skaitmenizavimo tyrimai (ar naudojasi viešąja informacija, kokių mastu?).</p>
<p>Ministerijos, joms pavaldžios įstaigos</p>	<p>Kokybiška vienodo standarto erdvinė statinių ir infrastruktūros informacija.</p> <p>Tikslesnis procesų planavimas, valdymas ir administravimas.</p> <p>Tiksli statinių ir infrastruktūros statistinė informacija.</p> <p>Galimybė sistemingai atnaujinti statinių ir infrastruktūros informaciją vienoje duomenų bazėje.</p> <p>Kokybiškas statinių ir infrastruktūros valdymo/ priežiūros/ atnaujinimo planavimas.</p> <p>Lėšų taupymas, planuojant atnaujinti/ prižiūrėti statinius ir infrastruktūrą.</p> <p>Galimybė vystyti viešojo turto buhalterinės apskaitos sistemas.</p> <p>Duomenys tinkami naudoti parenkant renovacijos koncepciją, atsinaujančių energijos šaltinių panaudojimo siūlymus, skaičiuojant energetinį sutaupymą.</p>	<p>Interviu su ekspertais</p> <p>Ankstesni tyrimai</p>		
<p>Mokslas</p>	<p>Atvirų duomenų naudojimas inovacijų kūrimui/ tyrimų miestuose ir/ar regionuose atlikimui.</p>	<p>Interviu su ekspertais</p>		

Šaltinis: sudaryta autorių

C. Investicijos centralizuotos 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti kūrimui

Probleminis kontekstas

Investicijomis į nacionalinę centralizuotą 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti norima spręsti iššūkius, susijusius su lengvai suprantamos ir prieinamos analitinės informacijos, duomenų ir inovatyvių analitinių IT priemonių apie užstatytos aplinkos objektus ir jų aplinką bei jų kitimo dinamiką, trūkumu. Tokių duomenų ir priemonių trūkumas apsunkina investavimo ir valdymo sprendimų priėmimą, gyventojų įsitraukimą į miesto valdymą (pavyzdžiui, svarstant teritorijų planavimo, renovacijos planų, statinių projektinius sprendinius), naujų ar pertvarkytų užstatytos aplinkos objektų integravimo sprendimų į architektūrinį, gamtinį, ekonominį bei socialinį vietos kontekstą kokybę, miesto valdymo ir kitų inovacijų diegimą.

Šiuo metu didžioje dalyje Lietuvos Respublikos urbanizuotų teritorijų dalyje nėra sukurtų, intuityviai, specifinių žinių neturinčiam, vartotojui suprantamų, didelio tikslumo ir detalumo erdviųjų duomenų, kurie atvaizduotų užstatytą aplinką: pastatus, socialinę ir inžinerinę infrastruktūrą. Esami nedidelės dalies Lietuvos teritorijos didelio tikslumo ir detalumo erdviniai duomenys yra fragmentiški, o jų panaudojimas ribotas ir nepakankamai susietas su išmaniojo miesto koncepcija. Teritorijų planavimo ar statybos projektų sprendinius visuomenė geriau suvokia tada, kada jie yra pateikti trimatėje (toliau – 3D) aplinkoje. 3D aplinka, tai yra reljefo modelis ir pastatų modeliai, nėra technologinė naujovė, tačiau ją sukurti ar įsigyti yra sudėtinga, nes reikia sukurti tikslias technines sąlygas. Taip pat pastatų 3D modeliams sukurti ir analitiniam sprendimams sukurti reikalingos didelės lėšos.

Sukurti detalūs 3D objektų modeliai gali būti toliau plėtojami prijungiant prie jų kitus, miesto funkcijoms valdyti tinkamus duomenis. Tokiu būdu sudaromos galimybės sukurti dinamišką miesto „skaitmeninį dvynį“, kuriame yra integruojami BIM modeliai, realiuoju laiku gaunami duomenys. Tokie papildomi duomenys leidžia išbandyti naujas koncepcijas ir paslaugas bei tirti naujas technologijas, kad būtų galima išspręsti kylančius miesto iššūkius:

- nustatyti pasikeitusią infrastruktūrą (pavyzdžiui, padidėjęs aukštingumas palėpių sąskaita, perkelti laikinieji statiniai);
- saugumo reikalavimų neužtikrinanti situacija (pavyzdžiui, prastas apšvietimas tam tikrose gatvėse);
- kintanti tarša ir triukšmo lygis (bioįvairovės, tvarumo, oro taršos mažinimo klausimai, kurie susiję su retesniu pievų šienavimu, arba natūralių pievų skatinimu);
- planines pastatų techninės būklės patikras pakeisti į matematiškai skaičiuojamus algoritmus.

Investicijų loginis modelis

Kaip minėta, siekiama sukurti vieningą 3D aplinką su baziniais funkcionalumais išmaniems miestams. Šios 3D aplinkos pagrindu būtų priimami kokybiškesni ir greitesni investavimo ir valdymo sprendimai, vykėtų teritorijų planavimo, renovacijos planų, statinių projektinių sprendinių priėmimas ir svarstymas su visuomene, kuriamos ir diegiamos inovacijos.

Nacionalinės centralizuotos 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti investicijų loginis modelis pateikiamas 7 lentelėje žemiau.

7 lentelė. Centralizuotos 3D aplinkos išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti kūrimo loginis modelis

Veiklos	Reljefo modelio kūrimas. Pastatų modelių kūrimas. Pastatų modelių, susietų su valstybės informacinių sistemų / registų kadastrų duomenimis, kūrimas. 3D analizės įrankių, leidžiančių analizuoti užstatytą aplinką, kūrimas. Įrankių, skirtų įkelti viešinamus 3D modelius, kūrimas. Viešinamų 3D modelių viešinimo valdymo įrankių kūrimas.
----------------	---

	<p>3D modelio papildytos realybės vizualizacijos aplikacijos ir jos įrankių kūrimas/diegtimas.</p> <p>Miesto funkcijoms valdyti tinkamų duomenų sandaros modelių kūrimas.</p>
Produktai	<p>Reljefo modelis, pastatų modelių, susietų su valstybės informacinėmis sistemomis/ registrais/ kadastrais, 3D užstatytos aplinkos analizės įrankiai, 3D įkėlimo viešinimo modelių įrankiai, 3D modelio papildytos realybės vizualizacijos aplikacijos ir jos įrankiai, miesto funkcijoms valdyti duomenų sandaros modeliai.</p> <p>Intuityviai specifinių žinių neturinčiam vartotojui suprantamų, didelio tikslumo ir detalumo erdviniai duomenys (3D), kuriuose atvaizduota užstatyta aplinka: pastatai, socialinė ir inžinerinė infrastruktūra.</p> <p>Miestų „skaitmeniniai dvyniai“, kuriuose yra integruojami BIM modeliai, realiuoju laiku gaunami duomenys.</p> <p>Užstatytos aplinkos planavimo ir vystymo dokumentai, tinkami vizualizavimui, viešinimui ir derinimui su visuomene.</p>
Rezultatai	<p>Nebereikia kreiptis į institucijas, siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią erdvinę 3D užstatytos aplinkos informaciją.</p> <p>Pastatų stogams sugeneruotos vieno kvadratinio metro gardelės, kuriose pateikiama metinė saulės energijos potencialo reikšmė kWh, bei suminis potencialas tenkantis visam pastato stogui per metus kWh/stogui.</p> <p>Miesto gyventojai, besidomintys atsinaujinančiais energijos šaltiniais, daugiabučių, visuomeninių pastatų, ar kvartaline renovacija, galės lengviau ir paprasčiau įsivertinti galimybes įsirengti saulės jėgaines ar kolektorius.</p> <p>Atsiręs galimybės gyventojams ir verslui rinktis žalią energiją pristatant saulės energijos potencialą interaktyviame įrankyje.</p> <p>Duomenų panaudojimas iš įvairių daviklių padės atlikti planavimo darbus, tyrinėti tam tikros vietovės specifiką neišeinant iš darbo vietos ar namų, taip bus sutaupyta ir lėšų, ir laiko viešajam sektoriui.</p> <p>Informaciją taip pat bus galima panaudoti analizuojant nenaudojamus ir neužstatytus plotus, įrengiant viešąsias erdves, parkus ar sodinant želdinius.</p> <p>Nuolat tikslinant informaciją bus galima nuolatinė prižiūrimo viešojo turto patikra dėl lietaus, sniego, ledo būsenos važiuojamosiose ir pėsčiųjų vietose.</p>
Poveikis	<p>Būtų pagerinta komunikacijos su visuomene funkcija gyventojus stipriau įtraukti į teritorijų planavimo, užstatytos aplinkos analizės procesą.</p> <p>Iš esmės pagerintų supratimą apie besikeičiantį miestą, palengvintų vizualinį supratimą nekilnojamojo turto vystytojams, gyventojams ir viešojo sektoriaus darbuotojams.</p> <p>Laiko, kuris skiriamas derinimams, leidimams gauti – sutrumpinimas iki minimumo.</p>

Šaltinis: sudaryta autorių

Kaip pateikta lentelėje, šiomis investicijomis planuojama įsigyti ir įdiegti 3D užstatytai aplinkai tvarkyti reikalingas technologines, programines priemones. Bus vykdomos 8 veiklos kuriant nacionalinę centralizuotą erdvinę 3D platformą.

Sukūrus ir įdiegus vieningą 3D aplinką ir su ja siejant bazinius funkcionalumus išmaniems miestams, naudojamas užstatytos aplinkos planavimo ir vystymo dokumentų vizualizavimui, viešinimui ir derinimui su visuomene, būtų iš esmės pakeistos dabar naudojamos viešinimo priemonės, pagerinta komunikacijos su visuomene funkcija, gyventojus būtų stipriau įtraukti į teritorijų planavimo, užstatytos aplinkos analizės procesą. Tuo pačiu 3D aplinka leistų verslo subjektams, viešajam sektoriui ir akademinėi bendruomenei kurti naujus inovatyvius duomenų analizės sprendimus. Taip pat sukurti sprendimus, kurie būtų standartizuoti taip, kad galėtų būti pritaikomi bet kuriame kitame Lietuvos mieste. Sprendimuose būtų naudojami atviri algoritmai ir technologijos, kurias būtų galima panaudoti bet kurio kito miesto ar regiono poreikiui.

Skaitmeninės technologijos, apimančios tikslius erdvinius duomenis bei duomenų panaudojimą iš įvairių daviklių, padės atlikti planavimo darbus, tyrinėti tam tikros vietovės specifiką neišeinant iš darbo vietos ar namų, taip sutaupys ir lėšų ir laiko viešajam sektoriui. Nuolat tikslinant informaciją galima nuolatinė prižiūrimo viešojo turto

patikra dėl lietaus, sniego, ledo būsenos važiuojamosiose ir pėsčiųjų vietose. Erdviniai duomenys, tame tarpe ir 3D, ir su jais susieti detalūs duomenys yra paslaugų teikimo proceso inovacija: nebereikia kreiptis į institucijas siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią informaciją – ją gyventojas ar įmonė gali matyti ir/ar atsisiųsti. Tikėtina nauda yra papildytos realybės detalūs miesto planas, kuris veiktų papildant pavyzdžiui, telefono vaizdo kameroje matomą vaizdą sukauptais erdviniais duomenimis. Ši inovacija iš esmės pagerintų supratimą apie besikeičiantį miestą, palengvintų vizualinį supratimą nekilnojamojo turto vystytojams, gyventojams ir viešojo sektoriaus darbuotojams.

3D žemėlapis taps svarbiu įrankiu nekilnojamojo turto įmonėms, projektavimo įmonėms, visiems, kurie prisideda prie miesto vystymo ir plėtros. Pagrindinis siekis yra laiko, kuris skiriamas derinimams, leidimams gauti – sutrumpinimas iki minimumo. Projektuotojams ir inžinieriams reikalinga aiški vizualinė kompleksinė informacija, galimybė suderinti savo siūlymus įkeliant juos vieno mygtuko paspaudimu.

Prieš pradėdant statyti naujus objektus mieste tiek gyventojai, tiek verslo atstovai galės tiksliai matyti, ant kurio lango kris šešėlis ar kiek procentų lango užstos vaizdą greta suprojektuotas pastatas. Iš anksto gavus visą informaciją, diskusijos su bendruomene taps konstruktyvesnės. Taip pat atsiranda galimybės gyventojams ir verslui rinktis žalią energiją pristatant saulės energijos potencialą interaktyviame įrankyje. Galima sužinoti saulės energijos potencialą ir įsivertinti mieste esamos saulės spinduliuotės lygį ir galimybes įsirengti saulės jėgaines. Sukuriant patogią ir aiškią sistemą tikimasi išauginti įrengiamų saulės jėgainių skaičių. Pastatų stogams sugeneruotos vieno kvadratinio metro gardelės, kuriose pateikiama metinė saulės energijos potencialo reikšmė kWh, bei suminis potencialas tenkantis visam pastato stogui per metus kWh/stogui. Visą šią informaciją gyventojai galėtų matyti pagal pateikiamoje pastatų 3D vizualizacijoje – kiekvienas plotas, kuris gali būti panaudotas saulės energijai gauti yra pažymėtas atitinkamo intensyvumo spalva. Miesto gyventojai, besidomintys atsinaujinančiais energijos šaltiniais, daugiabučių, visuomeninių pastatų, ar kvartaline renovacija, galės lengviau ir paprasčiau įsivertinti galimybes įsirengti saulės jėgaines ar kolektorius. Informaciją taip pat galima panaudoti analizuojant nenaudojamus ir neužstatytus plotus, įrengiant viešąsias erdves, parkus ar sodinant želdinius.

Poveikis tikslinėms grupėms

Minėtų investicijų poveikio tikslinėms grupėms analizė pateikta 8 lentelėje žemiau.

8 lentelė. Investicijų į nacionalinę centralizuotą 3D užstatytos aplinkos platformą poveikio tikslinėms grupėms analizė.

SŠ/Tikslinė grupė	Naudos	Informacijos šaltinis	Kaštai	Informacijos šaltinis
Verslas: statinių projektavimo darbų įmonės, nekilnojamo turto įmonės ir kitos įmonės, kurios prisideda prie miesto vystymo ir plėtros	Atviri miestų duomenys investicijų planavimui 3D aplinkoje. Nebereikia kreiptis į institucijas siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią informaciją – ją įmonė gali matyti ir/ar atsisiųsti. Leidimams gauti laikas sutrumpinamas iki minimumo. Projektuotojams ir inžinieriams reikalinga aiški vizualinė kompleksinė informacija bei galimybė suderinti siūlymus, įkeliant juos vieno mygtuko paspaudimu. Galimybė verslui rinktis „žalią“ energiją, atsižvelgiant į saulės energijos potencialo įvertinimą interaktyviame įrankyje.	Interviu su ekspertais/& verslo įmonių apklausa	Laikas, skirtas susipažinti su nauja 3D erdvinės informacijos platforma.	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa
Verslas: statybos sektoriaus įmonės	Nebereikia kreiptis į institucijas siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią informaciją – ją įmonė gali matyti ir/ar atsisiųsti. Sutaupyti statybų kaštai. Sutaupyti medžiagų kaštai tiksliai ir kokybiškai planuojant statybos darbus.	Interviu su ekspertais/& verslo įmonių apklausa	Įpročio dirbti su nauja „išmanaus miesto“ platforma suformavimas.	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa

	<p>Sutaupyta statybų ir kitų darbų laikas deka kokybiškų projektų.</p> <p>Kokybiškesni statiniai ir kiti investiciniai projektai deka tikslios realiu laiku gaunamos 3D erdvinės informacijos.</p>			
Savivaldybės	<p>Miesto „skaitmeninis dvynys“ su integruotais BIM modeliais.</p> <p>Realiu laiku gaunami duomenys – realiu laiku pasikeitusios infrastruktūros monitoringas.</p> <p>Realiu laiku stebima gatvių apšvietimo situacija.</p> <p>Kintančios taršos ar triukšmo lygio stebėseną realiu laiku.</p> <p>Planinių pastatų techninių būklių patikrų perkėlimas į matematinis/mašininio mokymosi algoritmus.</p> <p>Greitesni ir kokybiškesni sprendimai dėl užstatytos aplinkos investicijų ir valdymo.</p> <p>Greitesni sprendimai dėl teritorijų planavimo savivaldybėse.</p> <p>Nuolatinė viešojo turto patikra dėl lietaus, sniego, ledo būsenos važiuojamosiose ir pėsčiųjų vietose.</p> <p>Informacijos analizė apie nenaudojamus ir neužstatytus plotus, įrengiant viešąsias erdves, parkus ar sodinant želdinius.</p>	<p>Interviu su ekspertais&/savivaldybių apklausa</p>	<p>Atsakingų už „išmanaus miesto“ priežiūrą asmenų apmokymas dirbti su platforma.</p> <p>Miesto priežiūros (gatvių apšvietimo, kintančios taršos, triukšmo realiu laiku) procesų perplanavimas ir pritaikymas darbui su platforma.</p> <p>Planinių pastatų techninių patikrų proceso perplanavimas ir pritaikymas darbui su platforma.</p> <p>Atsakingų savivaldybių skyrių darbuotojų apmokymas darbui su „išmaniųjų miestų“ platforma.</p>	<p>Interviu su ekspertais/savivaldybių apklausa</p>
Gyventojai	<p>Geresnis teritorijų planavimo ir statybos projektų suvokimas dėl 3D aplinkos.</p> <p>Nebereikia kreiptis į institucijas siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią informaciją – ją gyventojas gali matyti ir/ar atsisiųsti.</p> <p>Saugumo užtikrinimo pagerėjimas gatvėse.</p> <p>Statinių projektinių sprendimų svarstymas su visuomene.</p> <p>Gyventojai informuojami ir įtraukiami į teritorijų planavimo, užstatytos aplinkos analizės procesus.</p> <p>Miesto gyventojai, besidomintys atsinaujinančiais energijos šaltiniais, galės lengviau ir paprasčiau įsivertinti galimybes įsirengti saulės jėgaines ar kolektorius.</p>	<p>Interviu su ekspertais&/gyventojų apklausa</p>	<p>Susipažinti su „išmanaus miesto“ platforma skiriamas laikas.</p>	<p>Interviu su ekspertais&/gyventojų apklausa</p>
Viešasis sektorius (savivaldybės, ministerijos, joms pavaldžios įstaigos)	<p>Atviri miestų duomenys investicijų planavimui 3D aplinkoje.</p> <p>Kokybiškesnis renovacijų programos planavimas taupys lėšas.</p> <p>Kokybiškesnis energijos išteklių taupymo programų planavimas.</p> <p>Renovacijų ar atsinaujinančių energetinių išteklių programų įgyvendinimo laikotarpis trumpės.</p>	<p>Interviu su ekspertais&/anketa</p>	<p>Ministerijų, atsakingų už renovacijos, atsinaujinančių energijos išteklių ir pan., darbuotojų apmokymas dirbti su nacionaline „išmaniųjų miestų“ platforma.</p>	<p>Interviu su ekspertais/anketa</p>
Mokslas	<p>Inovatyvių sprendimų miestams kūrimas.</p>	<p>Interviu su ekspertais</p>	<p>Susipažinti su atvirų duomenų rinkiniais skiriamas laikas.</p>	<p>Interviu su ekspertais</p>

Šaltinis: sudaryta autorių

Bendra šių investicijų vertė pagal LR Aplinkos ministerijos planą (RRP) - 8 mln. Eur, investicijų laikotarpis: 2023 m. - 2026 m.

D. Investicijos centralizuotam skaitmeniniam pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui, priežiūrai ir atnaujinimui pagerinti, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones

Probleminis kontekstas

Šiomis investicijomis sprendžiamas nepakankamai kokybiškų ir greitų sprendimų, susijusių su pastatų, infrastruktūros valdymu ir investicijomis į renovaciją, energijos naudojimo valdymo, energinio naudingumo ir tvarumo pagerinimą. Šios sprendimų ydos kyla dėl jiems priimti reikalingų aktualių, tikslių duomenų ir jiems analizuoti pritaikytų inovatyvių informacinių technologinių sprendimų trūkumo.

Nekonsoliduoti, fragmentiški duomenys. Nepaisant turimų statistinių duomenų apie pastatus ir jų fondą, jie yra išskaidyti skirtingose sistemose, skirtingai struktūrizuoti, kaupiami, analizuojami ir tai lemia patikimos, greitai prieinamos ir reikalingais pjūviais apdorojamos ir analizuojamos informacijos apie pastatus, ypač aktualios pastatų fondo¹⁵ renovacijos procesų planavimui, koordinavimui, stebėsenai (energinio naudingumo klasė, energijos sąnaudos, energijos tiekimo būdas, vartojamos energijos ar kuro rūšis, iškastinio kuro dalis energijai gaminti, kompensacijų būsto išlaikymo išlaidoms apmokėti gavėjų skaičius ir pan.), taip pat pastatų valdymui ir priežiūrai, trūkumą. Šios informacijos trūkumas ypatingai išryškėjo rengiant Lietuvos ilgalaikę pastatų renovacijos strategiją, įgyvendinant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo ir 2018 m. gegužės 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos (ES) 2018/844, kuria iš dalies keičiama Direktyva 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo ir Direktyva 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo reikalavimus.

Ribotas investicijų alternatyvų nagrinėjimas. Neturint patikimos ir reikiamo išsamumo informacijos apie pastatus ir planuojant jų renovaciją, nepakankamai vertinamos ir neefektyviai planuojamos investicijų sąnaudos ir nauda statinio gyvavimo cikle, nes dažnai nepatikimai išnagrinėjamos investicijų alternatyvos, trūksta patikimos informacijos ir inovatyvių analitinių technologinių priemonių, leidžiančių nustatyti, kokį pokytį daro investicija ir kaip dėl to pagerės pastato savininkų gyvenimo kokybė.

Konsoliduotų pastato priežiūros duomenų trūkumas. Prieš pradėdant projektavimo veiklas, statytojų (užsakovų) formuluojami statinio renovacijos tikslai ir poreikiai formuluojami remiantis tik fragmentiškais pastato priežiūros metu gautais duomenimis, kurie neretai būna neaktualizuoti.

Projektinių sprendinių variantų analizės trūkumai. Projektuojant statinį, nepakankamai sprendžiami projektinių sprendinių (energinio naudingumo, konstrukcinio technologinio sprendinio racionalumo, statybos produktų tvarumo) variantų analizės uždaviniai, kurių tikslas – užtikrinti optimalų, efektyvų resursų ir tvarų gamtos išteklių naudojimą statant, eksploatuojant ir utilizuojant statinį. Šiam tikslui reikalinga patikima informacija apie statinį.

Neefektyvus išteklių naudojimas kelis kartus kuriant ir tvarkant tuos pačius statinio duomenis ir informaciją. Įgyvendinant statinio statybos projektą, sunaudojama daug išteklių kelis kartus kuriant ir tvarkant tuos pačius statinio duomenis ir informaciją, šių duomenų ir informacijos neįmanoma pakartotinai panaudoti kituose statinio gyvavimo ciklo procesuose ar kitų statinių statybos projektuose. Kuriant, derinant ir teikiant statinių duomenis ir informaciją, statinio gyvavimo ciklo procesuose naudojami nesuderinti duomenų perdavimo formatai ir klasifikatoriai, veikiančiose informacinėse sistemose statinių erdviniai ir kiti duomenys kuriami pagal žinybinius

15 Lietuvoje yra 60 savivaldybių, kuriose remiantis VĮ Registrų centras duomenimis, yra apie 2,6 mln. įvairios paskirties pastatų, kuriuose registruotas 235 mln. kvadratinų metrų plotas. Didžioji dalis šių pastatų (apie 2 mln. vienetų) yra negyvenamosios paskirties, kuriems energinio naudingumo reikalavimai nekeliami (sandėliai, garažai, ar kt. nešildomi pastatai). Prie energiją vartojančių ir renovuotinų pastatų priskiriama apie 660 tūkst. pastatų (apie 130 mln. kvadratinų metrų), kurių didžiąją dalį sudaro gyvenamosios paskirties pastatai (vieno/dviejų butų namai – apie 530 tūkst.; daugiabučių namų – apie 40 tūkst.). Likę – negyvenamosios paskirties pastatai, kurie sudaro apie 70 mln. kvadratinų metrų ploto, iš jų apie 15 mln. kvadratinų metrų yra viešojo (valstybei ir savivaldybėms) priklausanti nuosavybė. Pažymėtina, kad norint parengti šią informaciją, reikėjo priimti eilę jos apibendrinimo prielaidų.

standartus, neatitinka statinio gyvavimo ciklo koncepcijos realizavimo poreikių, duomenys sunkiai pasiekiami statytojams (užsakovams), jų samdomiems projektuotojams, rangovams, statinių naudotojams.

Nesprendžiami statinių tvarumo padidinimo uždaviniai. Šiuolaikinė statinių projektavimo praktika iš esmės orientuota į statytojo sumanyto statinio sprendinių (statinio projekto dalys, skaičiavimai, brėžiniai), skirtų statybą leidžiančiam dokumentui gauti, statybai vykdyti ir statybos užbaigimo procedūroms atlikti, visumą. Tokia praktika neužtikrina holistinio požiūrio į statinį, kaip į fizinio pasaulio objektą, turintį ryšį su supančia aplinka pagal daugybę kitų tarpusavio jų poveikį atspindinčių aspektų visame statinio gyvavimo cikle. Tai lemia, kad dar statinio projektavimo metu nesprendžiami tokie uždaviniai, kaip antrinių žaliavų susidarymas po statinio naudojimo pabaigos, jų perdirbinimas, pakartotinis panaudojimas, retai išsamiai modeliuojami pastato energijos suvartojimo scenarijai, pasirenkant mažiausią poveikį aplinkai ir klimato kaitai turinčią alternatyvą. Viena esminių tokios praktikos priežasčių yra ta, kad statinio gyvavimo ciklo modeliavimas sietinas su kompleksiniais ir sudėtingais, daugiakriterine analize ir vertinimu pagrįstais metodiniais sprendimais. Tai neatsietina nuo automatizuotų skaičiavimų pasitelkiant atitinkamos programinės įrangos sprendimus. Šiuo metu Lietuva neturi nei vieningos statinio gyvavimo ciklo metodikos, nei reikalingų inovatyvių technologinių IT sprendimų, kurie leistų atlikti reikiamus skaičiavimus pagal šią metodiką. Pažymėtina, kad pilnavertis statinio gyvavimo ciklo modeliavimas sietinas ir su šioje paraiškoje minimo erdvinio pagrindo teikiamo potencialo išnaudojimu, jį pasitelkiant jame esančio statinio modeliavimui.

Šiomis investicijomis siekiama, kad duomenys ir informacija apie pastatus ir kitus statinius būtų parengta pagal vieningus reikalavimus, patikima, tiksli, egzistuoti jai rinkti kaupti, analizuoti reikalingi inovatyvūs IT sprendimai, šia informacija naudojamosi priimant sprendimus, susijusius su jų valdymu, priežiūra, renovacija, energinio naudingumo ir tvarumo pagerinimu. Siekiama sukurti ir įdiegti priemones, kurios užtikrintų duomenų ir informacijos apie pastatus ir kitus statinius patikimumą, tikslumą, suderinamumą, prieinamumą ir sudarytų galimybes tai panaudoti priimant kokybiškesnius ir greitesnius sprendimus, susijusius su jų valdymu, renovacija, energinio naudingumo ir tvarumo pagerinimu. Šios priemonės sudarytų galimybę:

- pagrįstai ir patikimai planuoti, įgyvendinti pastatų fondo renovacijos, energinio efektyvumo didinimo, gyvenamosios aplinkos, miesto infrastruktūros palaikymo ir vystymo iniciatyvas;
- vertinti ir pagrįsti prioritėtines renovacijos teritorijas ar kryptis (sritis), reikalingas investicijas ir paramą;
- optimizuoti ir skaidrinti pastatų valdymo ir priežiūros procesus;
- informuoti pastatų savininkus ir naudotojus pastatų valdymo, priežiūros, energinių resursų sąnaudų, pastatų išlaikymo, energijos taupymo klausimais;
- vertinti miestų vystymosi perspektyvas ir galimybes, sprendžiant miestų driekos, kitas teritorijų planavimo ir urbanistikos problemas;
- modeliuoti statinių tvarumą statinio gyvavimo cikle ir priimti palankiausias šiuo požiūriu sprendimus;
- stebėti priimtų sprendimų pagrindu vykstantį pokytį, efektą, vykdyti faktiniais duomenimis pagrįstą monitoringą (stebėseną) ir jo rezultatų pagrindu priimti reikiamus sprendimus.

Investicijų loginis modelis

Investicijų centralizuotam skaitmeniniam pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui, priežiūrai ir atnaujinimui loginis modelis pateiktas 9 lentelėje žemiau.

9 lentelė. Investicijų centralizuotam skaitmeniniam pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui, priežiūrai ir atnaujinimui loginis modelis

Veiklos	Pastatų renovacijos (atnaujinimo (modernizavimo)) modulio kūrimas. Pastatų valdymo ir priežiūros modulio kūrimas. Nacionalines sąlygas atitinkančio statinio gyvavimo ciklo metodikos parengimas. IT sprendimų, kurie sudarytų galimybes atlikti modeliavimą šios metodikos pagrindu taikant statinio informacinio modeliavimo (BIM) priemones ir šioje paraiškoje minimą erdvinį pagrindą, sukūrimas.
Produktai	Pastatų renovacijos (atnaujinimo/modernizavimo) modulis. Pastatų valdymo ir priežiūros modulis. Nacionalines sąlygas atitinkančio statinio gyvavimo ciklo metodika. IT sprendimai statinio gyvavimo ciklo modeliavimui, taikant BIM ir atviro erdvinio pagrindo duomenis.

Rezultatai	<p>Pakankamai vertinamos ir efektyviai planuojamos investicijų sąnaudos ir nauda statinio gyvavimo cikle, nes patikimai išnagrinėjamos investicijų alternatyvos, remiantis patikima informacija.</p> <p>Inovatyvių analitinių technologinių priemonių, leidžiančių nustatyti, kokį pokytį daro investicija, kūrimas ir naudojimas.</p> <p>Procentiškai išauga projektinių sprendinių variantų analizės uždaviniai dėl energinio naudingumo, konstrukcinio technologinio sprendinio racionalumo, statybos produktų tvarumo.</p> <p>Kuriant, derinant ir teikiant statinių duomenis ir informaciją, statinio gyvavimo ciklo procesuose naudojami nesuderinti duomenų perdavimo formatai ir klasifikatoriai, veikiančiose informacinėse sistemose statinių erdviniai ir kiti duomenys kuriami pagal žinybinius standartus, neatitinka statinio gyvavimo ciklo koncepcijos realizavimo poreikių, duomenys sunkiai pasiekiami statytojams (užsakovams), jų samdomiems projektuotojams, rangovams, statinių naudotojams.</p> <p>Statinio projektavimo metu sprendžiami tokie uždaviniai, kaip antrinių žaliavų susidarymas po statinio naudojimo pabaigos, jų perdirbinimas, pakartotinis panaudojimas.</p> <p>Išsamiai modeliuojami pastato energijos suvartojimo scenarijai, pasirenkant mažiausią poveikį aplinkai ir klimato kaitai turinčią alternatyvą.</p> <p>Kokybiškas renovacijos procesų planavimas, koordinavimas, stebėseną.</p> <p>Kokybiška ir savalaikis pastatų valdymas ir priežiūra.</p>
Poveikis	<p>Pagerės pastato savininkų gyvenimo kokybė.</p> <p>Padidės statybos produktų tvarumas.</p> <p>Išaugo statinių energinis naudingumas.</p> <p>Bus užtikrintas optimalus, efektyvus resursų ir tvarų gamtos išteklių naudojimas statant, eksploatuojant ir utilizuojant statinius.</p> <p>Bus užtikrintas holistinis požiūris į statinius.</p>

Šaltinis: sudaryta autorių

Kaip pateikta lentelėje, pirmoji veikla – *pastatų renovacijos (atnaujinimo (modernizavimo)) modulis* – skirta nacionaliniu lygiu planuoti, modeliuoti pastatų ir kitų statinių renovacijos procesus ir su tuo susijusias investicijas, paramą, koordinuoti ir vykdyti suplanuotų procesų įgyvendinimo stebėseną. Modulyje numatomos šios funkcijos (sąrašas ne baigtinis):

- finansuojamų priemonių planavimo ir stebėsenos funkcijos;
- projektavimo sąlygų ir reikalavimų išdavimo funkcijos;
- energinio efektyvumo didinimo investicijų projekto formavimo funkcijos;
- paraiškų teikimo, vertinimo ir tvirtinimo funkcijos;
- projektų valdymo funkcijos;
- energinio efektyvumo stebėsenos (monitoringo) funkcijos.

Realizuojant minėtas funkcijas, būtų galima:

- apibrėžti teritorijas, kuriose tiekama centralizuota šilumos (CŠT) energija. Šis sluoksnis galėtų būti detalizuojamas per atskirus rodiklius (kriterijus): CŠT šildomų pastatų skaičius, plotas; CŠT vartotojų skaičius, CŠT pagamintos, perduotos ir vartotojams paskirtos energijos kiekis, kaina; centrinės šilumos gamybos struktūra; ŠESD emisija; CŠT efektyvumas (nuostoliai gamybos ir perdavimo procese); pastatai esantys CŠT teritorijoje, tačiau neprijungti prie CŠT. Šis sluoksnis galėtų integruoti esamus arba planuojamus CŠT elektroninius sprendimus;
- apibrėžti ne CŠT teritorijas – apibrėžtų teritorijas, kurios nepatenka į CŠT teritorijas. Šis sluoksnis galėtų detalizuoti: ne CŠT teritorijoje esančius pastatus, jų skaičių, plotą, vartotojų skaičių; energetinius išteklius ir kuro rūšį, kiekius, kainą; energijos ar kuro tiekėjus; ŠESD emisijas;
- aplinkos taršos zonas – apibrėžtų teritorijas, kuriose šaltuoju sezono metu kūrenant medienos gaminius jaučiamas (fiksuojamas) didelis oro užterštumas;
- kvartalinį suskirstymą – apibrėžti mažesnes urbanizuotas teritorijas, suskirstant jas į gyvenamuosius rajonus ar kvartalus. Toks suskirstymas, pagal kituose papunkčiuose nurodytus kriterijus, leistų tarpusavyje palyginti atskiras gyvenamąsias teritorijas tarpusavyje.

Tai leistų apibrėžti prioritėtines ar tikslingas teritorijas, parinkti joms energinio efektyvumo didinimo paketus, vertinti investicijų poreikį energinį efektyvumą didinančioms priemonėms įgyvendinti, apskaičiuoti planuojamus pasiekti energijos vartojimo efektyvumo rodiklius, jų įtaką šilumos ūkiui ir energijos kainai.

Pastatų valdymo ir priežiūros modulis, skirtas nacionaliniu lygiu užtikrinti informacijos apie pastatų ir kitų statinių būklę, priežiūrą, valdymą centralizuotą surinkimą pagal vieningus duomenų modelius. Modulyje numatomos šios funkcijos (sąrašas ne baigtinis):

- informacijos ir duomenų apie pastatų būklę, techninius ir priežiūrą surinkimo pagal nustatytus vieningus duomenų modelius apskaitos ir analizės funkcijos;
- informacijos apie pastatų valdymo sprendimus apskaitos ir analizės funkcijos;
- bendraturčių e. balsavimo funkcijos;
- savivaldos institucijų vykdomai statinių naudojimo priežiūrai reikalingos funkcijos.

Parengta nacionalines sąlygas atitinkanti statinio gyvavimo ciklo metodika ir sukurti IT sprendimai, kurie sudarytų galimybes atlikti modeliavimą šios metodikos pagrindu taikant statinio informacinio modeliavimo (BIM) priemones ir šioje paraiškoje minimą erdvinį pagrindą.

Poveikis tikslinėms grupėms

Šių investicijų poveikio tikslinėms grupėms analizė pateikta 10 lentelėje žemiau.

10 lentelė. Investicijų centralizuotam skaitmeniniam pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui, priežiūrai ir atnaujinimui, poveikio tikslinėms grupėms analizė

SŠ/Tikslinė grupė	Naudos	Informacijos šaltinis	Kaštai	Informacijos šaltinis
Verslas: statinių projektavimo darbų įmonės, nekilnojamo turto įmonės ir kitos įmonės, kurios prisideda prie miesto vystymo ir plėtros	Kokybiškesni ir greitesni statinio projektavimo darbai. Sumažėja projektavimo kaštai. Išauga pastatų energinis naudingumas. Išauga statybos produktų tvarumas. Mažėja resursų naudojimas eksploatuojant ir utilizuojant statinius.	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa	Patirties naudoti naujas IRT analitines priemones įgijimas. Tvarių produktų statyboms planavimas ir naujų tiekėjų paieška – gali išsaugti kaštai trumpuoju laikotarpiu.	Interviu su ekspertais
Verslas: statybos sektoriaus įmonės	Sumažėja statybos kaštai dėka racionalių konstrukcinių technologinių sprendinių. Taupomas laikas statinių statybos metu, nes sudaryta galimybė statinio duomenis ir informaciją panaudoti kituose statinio gyvavimo ciklo procesuose ar kitų statinių statybos projektuose.	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa	Darbuotojų laikas, skiriamas įsisavinti naujus technologinius sprendimus.	Interviu su ekspertais
Savivaldybės	Tinkamai ir efektyviai suplanuotos investicijų sąnaudos ir nauda statinio gyvavimo cikle. Mažėja investicijų dydis dėka kokybiškų ir realiu laiku gaunamų duomenų apie statinius ir infrastruktūrą. Mažėja laiko sąnaudos statinių valdymui ir priežiūrai.	Interviu su ekspertais/ savivaldybių apklausa	Savivaldybių darbuotojų laikas, skiriamas išmokti dirbti su naujais IRT įrankiais.	Interviu su ekspertais/ savivaldybių apklausa
Gyventojai	Mažesnės energinės sąnaudos. Dėl aukštesnės statinių kokybės – geresnė pastatų savininkų gyvenimo kokybė. Gyventojai laiku informuoti apie pastatų valdymo, priežiūros, energinių sąnaudų ir taupymo klausimais. Gerėja gyvenamosios aplinkos kokybė.	Interviu su ekspertais/ gyventojų apklausa	Laikas, skirtas susipažinti ir išmokti naudotis naujais IRT įrankiais. Laikas, skirtas susipažinti su pastatų valdymo, priežiūros ir kt. informacija bei galimais sprendimais.	Interviu su ekspertais/ gyventojų apklausa

			Išaugusios pradinės investicijos į gyvenamąjį būstą.	
Viešasis sektorius (savivaldybės, ministerijos, joms pavaldžios įstaigos)	Sutaupyti laiko ir finansinių išteklių kaštai planuojant, koordinuojant ir prižiūrint renovaciją. Pasiekti pastatų fondo renovacijos programos tikslai. Padidintas statinių energetinis efektyvumas. Sutaupytas laikas ir pagrįstai nustatytos prioritetingos renovacijos teritorijos ir investicijos.	Interviu su ekspertais	Laikas, skirtas išmokti dirbti su naujais IRT įrankiais.	Interviu su ekspertais
Mokslas	Inovacijų, skirtų statinio tvarumui, kūrimas.	Interviu su ekspertais	Laikas, skirtas susipažinti su naujais duomenų rinkiniais.	Interviu su ekspertais

Šaltinis: sudaryta autorių

Bendra šių investicijų vertė pagal LR Aplinkos ministerijos planą (RRP) - 9 mln. Eur, investicijų laikotarpis: 2022 m. - 2026 m.

E. Investicijos valstybės informacinių sistemų, registru, kadastrų atnaujinimui, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui

Probleminis kontekstas

Šiomis investicijomis sprendžiamas iššūkis, kai nėra galimybės pagal vieningą metodiką kaupti ir tvarkyti statinio informacinio modeliavimo pagrindu sukurtus modelius, juos vieningoje 3D aplinkoje viešinti visuomenei dėl informacijos ir duomenų apie pastatus ir infrastruktūros objektus valstybės informacinėse sistemose/registruose/kadastruose kaupimo ir tvarkymo pagal skirtingas metodikas ir specifikacijas.

Nacionaliniu mastu kaupiama informacija apie pastatų, inžinerinių statinių ir kitų savo paskirtimi statiniams artimų objektų parametrus, kurie saugomi kaip GIS objektai yra paremta GKTR 2.11.03:2014 „Topografinių erdviųjų objektų rinkinys ir topografinių erdviųjų objektų sutartiniai ženklai“ ir „Savivaldybės erdviųjų duomenų rinkinio specifikacijos“ reikalavimais. Tačiau stringa projektuojamų ir esamų pastatų ir jų komponentų atributinės informacijos reglamentavimas ir standartizavimas nacionaliniu mastu. Informacinėse sistemose kaupiama informacija (geometrinė, atributinė, dokumentinė) apie valstybės turtą yra skirtinga, disintegruota tarp skirtingų sistemų ir savivaldybių arba tokio pobūdžio informacijos visai nėra. Kaupiama informacija apie analogiškus statinius, esančius skirtingose savivaldybėse, yra skirtinga (pavyzdžiui, UAB Kauno vandenys kaupia kitokius statinių parametrus negu analogiška įmonė kitoje savivaldybėje). LAKD (LAKIS) naudoja 2017-04-24 direktoriaus įsakymu Nr. V-168 patvirtintą Duomenų teikimo ir tvarkymo Valstybinės reikšmės kelių informacinėje sistemoje tvarkos aprašą, kuris itin detalai nustato pateikiamus duomenis. Amber Grid ir LitGrid taip pat reikalauja itin detalių duomenų apie valstybės turtą (skirstomieji elektros ir dujotiekio tinklai). Turto banko valdomos informacinės sistemos orientuotos į pastatų administravimą, tačiau stinga informacijos apie pastatų technines charakteristikas, nėra jų reglamentavimo. Atsižvelgiant į informacinių sistemų kaupiamos informacijos standartizavimo trūkumą pažangių skaitmeninių duomenų formatais, tikslinga nacionaliniu mastu suvienodinti valstybės ir savivaldybių, jų įmonių turto valdytojų kaupiamos informacijos apie pastatų inžinerinių statinių ir kitų savo paskirtimi statiniams artimų objektų parametrus tarptautiniais pažangiais duomenų standartais ir schemomis (pavyzdžiui, CityGML, IFC) palaipsniui atsisakant klasikinių DWG ir SHP formatų. Šiuo metu Lietuvoje su statinių projektavimu susijusi informacija statybos projekto dalyviams yra perduodama iš įvairių valstybės ir žinybinių informacinių išteklių; atitinkamai, projekto komandos sukurta statinio informacija yra perduodama įvairiems informaciniams ištekliais, tačiau dėl skirtingų kaupimo būdų nėra numatyta kaip

šiuos duomenis panaudoti nuolatiniam bendro erdviųjų duomenų pagrindo atnaujinimui ir atvaizdavimui vieningoje valstybės lygmeniu parengtoje aplinkoje. Šiame informacijos perdavime susiduriama su informacijos prieštaringumo, nepakankamumo, aktualumo ir kitomis su informacijos kokybe susijusiomis problemomis, įtakotomis perduodamų erdviųjų duomenų modelių, statinių informacijai specifikuoti naudojamų klasifikatorių nesuderinamumo, aprašomosios informacijos išskaidymo per daugelį informacinių išteklių bei kitų faktorių.

Norint išvengti šių ir kitų susijusių problemų statinio gyvavimo cikle ar bent jau sušvelninti jų poveikį, yra būtina imtis žingsnių informacijos modelių konsolidavimo ir informacijos mainų procesų unifikavimo kryptimi. Prie to prisidėti turėtų ir šiuo metu Aplinkos ministerijos iki 2022 m. įgyvendinamo projekto „Priemonių, skirtų viešojo sektoriaus statinių gyvavimo ciklo procesų efektyvumui didinti, taikant statinio informacinį modeliavimą, sukūrimas“ (toliau – BIM-LT projektas), finansuojamo iš 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 10 prioriteto „Visuomenės poreikius atitinkantis ir pažangus viešasis valdymas“ Nr. 10.1.1-ESFA-V-912 priemonei „Nacionalinių reformų skatinimas ir viešojo valdymo institucijų veiklos gerinimas“ skirtų lėšų įgyvendinimo veiklų rezultatai: parengti pasiūlymai dėl statinio informacinio modeliavimo (toliau – BIM) norminių dokumentų projektinių nuostatų, sukurtas nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius, pasiūlymai dėl viešųjų pirkimų vykdymo metodinių dokumentų, standartinių sutarčių formų, kai taikomas BIM, parengtos projektinės nuostatos, BIM teikiamos naudos vertinimo ir stebėsenos metodikai, įvykdyti mokymai, susijusius su skaitmeninimo priemonių taikymu. Tačiau BIM-LT projektas apima tik rekomendacijas dėl teisiųjų ir organizacinių priemonių įgyvendinimo t. y. : 1. rekomendacijos turto valdymo sistemose saugomos informacijos apie statinius, kuri turi būti perduota valstybės informacinėms sistemoms/ registrams / kadastrams, pakankamumui užtikrinti ir turto valdymo sistemų vykdomų informacijos mainų su valstybės informaciniais ištekliais procesams suderinti; 2. rekomendacijos valstybės informacinių išteklių statybos projekto dalyviams teikiamos informacijos savalaikiam atnaujinimui užtikrinti ir valstybės informacinių išteklių vykdomiems informacijos mainų procesams SGC etapuose suderinti; 3. rekomendacijos Centrinės viešųjų pirkimų informacinės sistemos (CVP IS) pritaikymui vykdyti viešuosius pirkimus pagal BIM principus; 4. BIM naudos vertinimo kompiuterizavimo sprendimo investicinio projekto pirkimo sąlygų specifikacija ir BIM naudos vertinimo kompiuterizavimo sprendimo rekomendacijos; rekomendacijos NSIK IS integravimui su SGC etapuose naudojamomis valstybės ir turto valdymo informacinėmis. BIM-LT projekto įgyvendinimo etape analizuojamų valstybės informacinių išteklių¹⁶ imtis gali būti koreguojama atsižvelgiant į realų poreikį ir kitas susiklosčiusias objektyvias aplinkybes. Planuojama įgyvendinti automatizuotą statinio projekto sprendinių tikrinimą pagal atitiktą teisės aktų reikalavimams ir statybą leidžiančio dokumento išdavimą statinio informacinio modelio (BIM) pagrindu.

Tad šiomis investicijomis siekiama, kad pagal BIM-LT projekto metu sukurtas rekomendacijas atnaujinti ir susieti šias valstybės informacines sistemas / registrus /kadastrus (LAKIS/KTVIS, IS Infostatyba, TIIS, TPS „Vartai“, NTR, NTK, TPDR, VTIPS, ŽPDRIS, TPDRIS, GEOLIS, CVP IS) taip, kad būtų užtikrintas visalaikis duomenų apsikeitimas tarp šių sistemų, atnaujinamas detalus erdviųjų duomenų pagrindas, o duomenys naudojimui būtų teikiami vieningoje aplinkoje. Siekiama užtikrinti valstybės informacinių sistemų / registrų /kadastrų (LAKIS/KTVIS, IS Infostatyba, TIIS, TPS „Vartai“, NTR, NTK, TPDR, VTIPS, ŽPDRIS, TPDRIS, GEOLIS, CVP IS) duomenų suderinamumą, taip kad būtų galima statinio projekto informacinio modelio kūrimui ir erdviųjų duomenų pagrindo atnaujinimui naudoti pagal vieningus kodavimo ir apsikeitimo principus parengtą informaciją ir duomenis, pasiekiamą iš susietų informacinių sistemų / kadastrų ir registrų duomenų saugyklų.

Vienas iš pagrindinių BIM standartuose deklaruojamo bendradarbiavimo grįsto BIM proceso principų yra suderintos, patikimos ir savalaikės informacijos rengimas bei mainai viso statybos gyvavimo ciklo (toliau – SGC) metu. Siekiant, kad šis tęstinis informacijos valdymo procesas būtų efektyvus ir kokybiškas, visi SGC dalyviai turėtų sutartinai taikyti standartizuotas informacijos mainų procedūras, vieningus informacijos saugojimo ir

¹⁶ Nagrinėjami valstybės informaciniai ištekliai: Valstybinės reikšmės kelių informacinė sistema (toliau – LAKIS) / Valstybinės ir vietinės reikšmės kelių turto valdymo informacinė sistema (toliau – KTVIS), Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacinė sistema „Infostatyba“, Topografijos ir inžinerinės infrastruktūros informacinės sistemos (toliau – TIIS), Nekilnojamojo turto kadastras (toliau – NTK), Nekilnojamojo turto registras (toliau – NTR), Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų registras (toliau – TPDR), Valstybės turto informacinės paieškos sistema (toliau – VTIPS), Žemėtvarkos planavimo dokumentų rengimo informacinėje sistemoje (toliau – ŽPDRIS), Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų rengimo ir teritorijų planavimo proceso valstybinės priežiūros informacinės sistemos (toliau – TPDRIS), GEOLIS, CVP IS.

mainų formatus bei suderintą statybos informacijos klasifikatorių. ISO 19650-1:2018 standarte pabrėžiama, kad iš informacijos valdymo gaunama nauda didėja adaptuojant sudėtingesnes valdomų duomenų architektūras: nestruktūruoti duomenys pereina į struktūruotus duomenis struktūruotų duomenų pagrindu kuriami federaciniai informacijos modeliai, objektiniai informacijos modeliai. Apibendrintai galima teigti, kad sulig kiekvienu BIM brandos lygiu (0..3), informacijos valdymo proceso sudėtingumas auga, tačiau tuo pačiu auga ir BIM teikiama nauda tiek statinio projekto, tiek ir turto naudojimo (eksplotacijos) fazėse.

Remiantis BIM-LT projekto specifikuojamų veiklių ataskaitoje cituojama 2019 metais pateikta Užsienio ekspertų ataskaita pagal kurią Lietuvai iki 2024 metų yra rekomenduojama pasiekti BIM antrąjį brandos lygį (toliau, BIM 2 lygis). Vienas pagrindinių BIM 2 lygio akcentų yra nacionaliniu principu kuriami informacijos modeliai ir su tuo tiesiogiai susiję informacijos mainai. Šioje vietoje didelis vaidmuo tenka valstybiniais informaciniais ištekliams. Statinio projekto informacinio modelio kūrimui reikalinga informacija turi būti pristatoma iš konsoliduotos kadastrų ir registrų duomenų saugyklos, saugomos valstybės duomenų infrastruktūroje.

Investicijų loginis modelis

Investicijų į valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimą, įgalinant taikyti BIM sprendimus erdvinio pagrindo atnaujinimui, loginis modelis pateiktas 11 lentelėje žemiau.

11 lentelė. Investicijų į valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimą loginis modelis

Veiklos	Valstybės informacinių sistemų / registrų /kadastrų (LAKIS/KTVIS, IS Infostatyba, TIIS, TPS "Vartai", NTR, NTK, TPDR, VTIPS, ŽPDRIS, TPDRIS, GEOLIS, CVP IS) atnaujinimas ir susiejimas. BIM naudos vertinimo kompiuterizavimo sprendimo įgyvendinimas. Nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus (NSIK) IS integravimas su SGC etapuose naudojamomis valstybės ir turto valdymo informacinėmis sistemomis.
Produktai	Atnaujintos valstybės informacinės sistemos/ registrai/ kadastrai (LAKIS/KTVIS, IS Infostatyba, TIIS, TPS "Vartai", NTR, NTK, TPDR, VTIPS, ŽPDRIS, TPDRIS, GEOLIS, CVP IS). Konsoliduotos kadastrų ir registrų duomenų saugyklos, saugomos valstybės duomenų infrastruktūroje. Suderintos, patikimos ir savalaikės informacijos rengimas bei mainai viso statybos gyvavimo ciklo (toliau – SGC) metu. Visi SGC dalyviai turėtų sutartinai taiko standartizuotas informacijos mainų procedūras, vieningus informacijos saugojimo ir mainų formatus bei suderintą statybos informacijos klasifikatorių.
Rezultatai	Visalaikis duomenų apsikeitimas šiose sistemose. Atnaujinamas detalus erdvinų duomenų pagrindas vieningoje aplinkoje. Statinio projekto informacinio modelio kūrimui ir erdvinų duomenų pagrindo atnaujinimui naudojami pagal vieningus kodavimo ir apsikeitimo principus parengta informacija ir duomenys, pasiekiami iš susietų informacinių sistemų / kadastrų ir registrų duomenų saugyklų.
Poveikis	Išsaugų naujų statinių naudojamasis BIM modeliais. Bus sutaupoma investicijų naujų statinių statybose. Bus sutaupomas laikas naujų statinių projektavimo darbuose. Išsaugų statinių energinis efektyvumas. Pagerės gyvenamosios aplinkos kokybė.

Šaltinis: sudaryta autorių

Kaip pateikta lentelėje, pagal BIM-LT projektu parengtos rekomendacijos:

- rekomendacijos turto valdymo sistemose saugomos informacijos apie statinius, kuri turi būti perduota valstybės informacinėms sistemoms/ registrams / kadastrams, pakankamumui užtikrinti ir turto valdymo sistemų vykdomų informacijos mainų su valstybės informaciniais ištekliams procesams suderinti;

- rekomendacijos valstybės informacinių išteklių statybos projekto dalyviams teikiamos informacijos savalaikiam atnaujinimui užtikrinti ir valstybės informacinių išteklių vykdomiems informacijos mainų procesams SGC etapuose suderinti;
- rekomendacijos Centrinės viešųjų pirkimų informacinės sistemos (CVP IS) pritaikymui vykdyti viešuosius pirkimus pagal BIM principus.
- BIM naudos vertinimo kompiuterizavimo sprendimo investicinio projekto pirkimo sąlygų specifikacija ir BIM naudos vertinimo kompiuterizavimo sprendimo rekomendacijos;
- rekomendacijos NSIK IS integravimui su SGC etapuose naudojamomis valstybės ir turto valdymo informacinėmis sistemomis) atnaujinti ir susieti šias valstybės informacines sistemas / registrus /kadastrus (LAKIS/KTVIS, IS "Infostatyba", TIIIS, TPS "Vartai", NTR, NTK, TPDR, VTIPS, ŽPDRIS, TPDRIS, GEOLIS, CVP IS).

Poveikis tikslinėms grupėms

Šių investicijų poveikio tikslinėms grupėms analizė pateikta 12 lentelėje žemiau.

12 lentelė. Investicijų valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimui poveikio tikslinėms grupėms analizė

SŠ/Tikslinė grupė	Naudos	Informacijos šaltinis	Kaštai	Informacijos šaltinis
Verslas: statinių projektavimo darbų įmonės, nekilnojamo turto įmonės ir kitos įmonės, kurios prisideda prie miesto vystymo ir plėtros	<p>Statinio projekto informacinio modelio kūrimui reikalinga informacija turi būti pristatoma iš konsoliduotos kadastrų ir registrų duomenų saugyklos, saugomos valstybės duomenų infrastruktūroje – sutaupomas laikas parengti projektą.</p> <p>Rekomendacijos valstybės informacinių išteklių statybos projekto dalyviams teikiamos informacijos savalaikiam atnaujinimui užtikrinti ir valstybės informacinių išteklių vykdomiems informacijos mainų procesams SGC etapuose suderinti – trumpės projektų derinimo/keitimo ir statybos darbų laikas.</p>	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa	Laikas, skirtas susipažinti su naujais reikalavimais ir prisitaikymas prie jų.	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa
Verslas: statybos sektoriaus įmonės	<p>Sutrumpėja statybos darbų kaštai.</p> <p>Trumpėja statybos darbų laikas, nes vyksta suderintos, patikimos ir savalaikės informacijos rengimas bei mainai viso statybos gyvavimo ciklo (toliau – SGC) metu.</p> <p>Visiems SGC dalyviams taikomos standartizuotos informacijos mainų procedūros, vieningi informacijos saugojimo ir mainų formatai, suderintas statybos informacijos klasifikatorius – trumpėja investicijų į užstatytą aplinką laikotarpis.</p>	Interviu su ekspertais/ verslo įmonių apklausa	Tikėtina ne visos statybos darbų įmonės pasirengusios naujiems reikalavimams, todėl gali teikti papildomai investuoti į prisitaikymus dirbti pagal juos.	Interviu su ekspertais
Savivaldybės	<p>Trumpėja laikas statinio projektų derinimui dėka automatizuoto statinio projekto sprendinių tikrinimo pagal atitiktį teisės aktų reikalavimams ir statybą leidžiančio dokumento išdavimą statinio informacinio modelio (BIM) pagrindu.</p> <p>Trumpėja investicijų į užstatytą aplinką pirkimų rengimo ir vykdymo laikas, dėka Centrinės viešųjų pirkimų informacinės sistemos (CVP IS) pritaikymui vykdyti viešuosius pirkimus pagal BIM principus.</p>	Interviu su ekspertais/ savivaldybių apklausa	Laikas, reikalingas darbuotojams susipažinti su naujais reikalavimais/standartais. Investicijos į darbuotojų apmokymus naudotis nauja sistema.	Interviu su ekspertais/ savivaldybių apklausa

Gyventojai	Geresnė gyvenimo ir darbo aplinka dėka investicijų greičio ir efektyvumo.	Interviu su ekspertais/gyventojų apklausa		
Viešasis sektorius (savivaldybės, ministerijos, joms pavaldžios įstaigos)	Investicijų į energinio efektyvumo, aplinkos kokybės gerinimo programas bus efektyvesnės, kokybiškesnės. Trumpės investicijų įgyvendinimas. Pažangių investicijų vystymas. Laiko sutaupymas planuojant nacionalines investicijų į užstatytą aplinką programas.	Interviu su ekspertais	Darbuotojų laikas, skirtas susipažinti su naujais reikalavimais ir sistema.	Interviu su ekspertais
Mokslas	Inovacijų, skirtų užstatytos aplinkos gerinimui, kūrimas. Trumpės inovacijų diegimo laikas.	Interviu su ekspertais		Interviu su ekspertais

Šaltinis: sudaryta autorių

Bendra šių investicijų vertė pagal LR Aplinkos ministerijos planą (RRP) – 8 mln. Eur, investicijų laikotarpis: 2022 m. – 2026 m.

Toliau preliminariai vertinamos aukščiau nagrinėtos investicijos (A, B, C, D) pagal naudas tikslinėms grupėms (verslui, savivaldybėms, gyventojams, viešajam sektoriui (ministerijoms ir joms pavaldžioms institucijoms) ir mokslui). Konkrečiai įvardintos naudos priskirtos vienam arba keliems statybos procesams pagal statybos informacijos standartą LST EN ISO 12006-2:2020 (valdymas, statinio gyvavimo ciklas, planavimas, projektavimas, statyba, priežiūra). Šio preliminarus vertinimo, kuris pateiktas 2 priede, rezultatai pateikti žemiau 13 lentelėje.

13 lentelė. Investicinių sričių vertinimas pagal naudas

Statybos procesai	Tikslinės grupės	A	C	D	E	Iš viso procesui
Valdymas	Verslas		3	2	1	6
	Savivaldybės	7	8	3	1	19
	Gyventojai	2	5	1	1	9
	Viešasis sektorius	4	3	4	4	15
	Mokslas		1		2	3
		13	20	10	9	
Planavimas	Verslas	2	7	1	2	12
	Savivaldybės	3	7	3	1	14
	Gyventojai	1	5	1		7
	Viešasis sektorius	4	3	2	2	11
	Mokslas	1				1
		11	22	7	5	
Statinio gyvavimo ciklas	Verslas		1	3	1	5
	Savivaldybės	2	2	3		7
	Gyventojai	1		1		2
	Viešasis sektorius	3	1	2		6
	Mokslas	1		1		2
		7	4	10	1	
Projektavimas	Verslas	4	5	3	3	15
	Savivaldybės	1			1	2
	Gyventojai					0
	Viešasis sektorius	3				3
	Mokslas					0

		8	5	3	4		
Statyba	Verslas	1	3	2	3	9	9
	Savivaldybės					0	
	Gyventojai					0	
	Viešasis sektorius					0	
	Mokslas					0	
		1	3	2	3		
Priežiūra	Verslas			1		1	4
	Savivaldybės			1		1	
	Gyventojai			1		1	
	Viešasis sektorius			1		1	
	Mokslas					0	
		0	0	4	0		
Iš viso:	Verslas	7	19	12	10	48	
	Savivaldybės	13	17	10	3	43	
	Gyventojai	4	10	4	1	19	
	Viešasis sektorius	14	7	9	6	36	
	Mokslas	2	1	1	2	6	
		40	54	36	22		

Šaltinis: sudaryta autorių

Remiantis preliminarių įvardintų naudų vertinimu (13 lentelė) galima teigti, kad didžiausią reikšmę turi A ir C investicijų sritys, o didžiausią pridėtinę vertę pagal nagrinėtas naudas sukurtų A, C ir D investicijų sritys. Didžiausią poveikį A investicijos darytų statybų valdymo ir planavimo procesams, kol kas nenustatytas poveikis priežiūros procesui. Didžiausią poveikį C investicijos darytų planavimui ir valdymui, priežiūros procesui nebuvo išskirta naudų. D investicijos didžiausią poveikį pagal šį preliminarų vertinimą darytų statinio gyvavimo ciklui ir valdymo procesui, kartu ši investicija vienintelė daro įtaką priežiūros procesui. E investicijos didžiausią poveikį darytų valdymo procesui. Remiantis šiuo vertinimu buvo sudarytos keturios investicinės alternatyvos, priimant kaip pagrindą A ir C investicijų sritis kartu (bazinis investicijų variantas). Remiantis šiuo preliminariu vertinimu didžiausia nauda, įgyvendinus visą investicijų paketą gautų verslas ir savivaldybės. Toliau atliekamas preliminarus investicijų alternatyvų palyginimas.

Investicijų alternatyvų palyginimas

Nacionalinės centralizuotos užstatytos aplinkos skaitmeninimo reformai įgyvendinti išskiriamos keturios investicijų alternatyvos:

1) **A + C:**

(A) investicijos į atvirą detalų erdvinį pagrindą informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą ir (C) investicijos į centralizuotą 3D aplinką išmaniems miestams ir BIM modeliams;

2) **A + C + D:**

(A) investicijos į atvirą detalų erdvinį pagrindą informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą, (C) investicijos į centralizuotą 3D aplinką išmaniems miestams ir BIM modeliams, (D) investicijos į centralizuotą skaitmeninį pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymą, priežiūrą ir atnaujinimą, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones;

3) **A + C + D + E:**

(A) investicijos į atvirą detalų erdvinį pagrindą informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą, (C) investicijos į centralizuotą 3D aplinką išmaniems miestams ir BIM modeliams, (D) investicijos į centralizuotą skaitmeninį pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymą, priežiūrą ir atnaujinimą, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones, (E) investicijos į valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimą, įgalinant taikyti BIM sprendimus;

4) **A + C + E:**

(A) investicijos į atvirą detalų erdvinį pagrindą informacijai apie pastatus ir infrastruktūrą surinkti kūrimą, (C) investicijos į centralizuotą 3D aplinką išmaniems miestams ir BIM modeliams, (E) investicijos į valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimą, įgalinant taikyti BIM sprendimus.

A ir C sričių investicijos kartu gali būti vertinamos kaip pagrindas užstatytos aplinkos skaitmenizavimui, o E dalies investicijos yra BIM-LT projekto tęsinys, perkeliant projekto rekomendacijas į skaitmeninę erdvę ir jas įgalinant. A srities investicijos yra pagrindas kitų reformos sričių investicijoms ir kol jos nėra įgyvendintos nėra aišku, ar galima pradėti investuoti į C, D ir E sritis. Atsižvelgiant į šiuos argumentus, siūloma bazinė investicijų alternatyva yra A ir C. Kadangi yra duomenų trūkumas investicinių alternatyvų pagrindimui per naudas ir poveikį verslui, gyventojams, viešajam sektoriui, toliau atliekamas tik preliminarus jų vertinimas, atsižvelgiant į ekspertų nuomonę dėl svarbiausių naudų.

Preliminarus alternatyvų palyginimas prieš atliekant kaštų naudos ir/arba kaštų veiksmingumo analizę pateikiamas 14 lentelėje žemiau.

14 lentelė. Preliminarus investicijų alternatyvų palyginimas

	Alternatyva (A+C)	Alternatyva (A+C+D)	Alternatyva (A+C+D+E)	Alternatyva (A+C+E)
Investicijų suma, Eur	39 mln.	48 mln.	56 mln.	47 mln.
Investicijų laikotarpis/ trukmė	2022 – 2026 m.	2022 – 2026 m.	2022 – 2026 m.	2022 – 2026 m.
Investicijų nauda statybos procesams*	94	130	152	116
Didžiausios naudos gavėjai (tikslinės grupės)	Savivaldybės - 30 Verslas - 26	Savivaldybės - 40 Verslas - 38 Viešasis sektorius - 30	Verslas – 48 Savivaldybės - 43 Viešasis sektorius - 36	Verslas – 36 Savivaldybės - 33 Viešasis sektorius - 27
Laiko sutaupymas statybos procesuose**	5	4	4	2
Statybos kaštų sutaupymas**	4	5	3	3
Alternatyvų išmanumo požymių (žinoti, reaguoti, numatyti) vertinimas	Žinoti 3 Reaguoti 3 Numatyti 2	Žinoti 4 Reaguoti 4 Numatyti 4	Žinoti 5 Reaguoti 5 Numatyti 5	Žinoti 5 Reaguoti 3 Numatyti 3

* Balai/taškai pagal 15 lentelės duomenis, ** preliminariu ekspertiniu vertinimu (5 balai – daugiausia laiko sutaupoma, 1 balas – beveik nesutaupoma)

Šaltinis: sudaryta autorių

Atliekant alternatyvų palyginimą, buvo naudojami LR Aplinkos ministerijos pateikti duomenis apie investicijų dydžius ir investicinį laikotarpį, alternatyvų nauda balais apskaičiuota pagal įvardintas naudas tikslinėms grupėms, kurios buvo priskirtos statybos procesams. Laiko ir kaštų sutaupymai preliminariai buvo vertinami

ekspertiniu būdu, kartu atsižvelgiant į nagrinėtos studijos "Lietuvos statybų sektoriaus skaitmeninimo ir jo finansavimo galimybių studija" rezultatus ("Skaitmeninė statyba", 2016). Alternatyvų išmanumo požymių vertinimas atliktas preliminariu ekspertiniu vertinimu.

Remiantis preliminariu vertinimu, didžiausia nauda statybos procesams nustatyta, įgyvendinus visą investicijų paketą (III alternatyva: A+C+D+E). Ši alternatyva pareikalautų ir daugiausia investicijų – 56 mln. Eur bei didžiausią naudą gautų verslo sektorius. Visgi nagrinėjant pagal statybos procesų laiko ir kaštų sutaupymus, preliminariu vertinimu tai nebūtina optimaliausia alternatyva. Antra pagal investicijų naudas statybų procesams ir antra didžiausia pagal investicijas būtų II alternatyva (A+C+D). Ši alternatyva būtų naudingiausia savivaldai ir verslui bei preliminariu vertinimu pagal laiko ir kaštų sutaupymus statybos procesuose būtų optimaliausia. IV alternatyva lyginant su trečiąja kainuotų beveik tiek pat kaip ir II alternatyva, tačiau būtų žymiai mažiau naudinga bendrai, nors ir panašiai verslo sektoriui kaip ir II alternatyva. IV alternatyva pagal preliminarų vertinimą mažiausiai taupyti laiko ir kaštų statybos procesuose. Vertinant alternatyvas pagal išmanumo požymius, didžiausiu išmanumu pasižymi III ir II alternatyvos (15 ir 12 balų atitinkamai). Vis tik šis vertinimas yra tik preliminarus ir neparemtas papildomais duomenimis naudoms, kurios aprašytos prie investicijų sričių. Taip pat, nenagrinėti investicinių sričių svertai bei nevertinti kaštai pagal rinkos kainas. Tad rekomenduojama atlikti tolesnį kaštų naudos ir/arba veiksmingumo vertinimą, surinkus duomenis naudoms įvertinti pagal visas investicijų sritis, naudojant oficialios statistikos (jei yra) ir interviu su ekspertais, tikslinių grupių apklausų metodus. Tolesniam kaštų naudos ir/arba veiksmingumo vertinimui siūloma palikti tris alternatyvas: I, II, III.

Apibendrinimas

Apibendrinant investicinių sričių naudų vertinimą, galima teigti, kad trys investicinės alternatyvos (I, II ir III) spręstų šio skyriaus pradžioje nagrinėtas problemas dėl pastatų ir infrastruktūros planavimo ir valdymo procesų. Atlikus preliminarų investicijų tikslingumo vertinimą galima teigti, kad pateiktų antrinių šaltinių bei Aplinkos ministerijos duomenų nepakanka vertinant investicijas į nacionalinį užstatytos aplinkos skaitmenizavimą kaštų naudos ir/ar veiksmingumo metodais. Pagal preliminariai atliktą vertinimą rekomenduojama surinkti papildomai duomenis investicijų naudoms ir poveikiui bei kaštams vertinti, o tolesniam vertinimui palikti tris alternatyvas (I, II, III). Rekomenduojama svarstyti kaštų veiksmingumo vertinimo būdą, nes preliminariu vertinimu didžiausios naudos identifikuotos per statybos procesus ir remiantis 2016 m. atliktu tyrimu ("Skaitmeninė statyba", 2016) skaitmenizavimo procesas darys žymią įtaką statybų procesų laiko ir kaštų sutaupymams.

Išvados ir rekomendacijos

- Išmanusis miestas – plati sąvoka, apimanti tokius komponentus kaip išmanusis viešasis valdymas, sumanūs gyventojai, išmani ekonomika, išmani aplinka, išmanus mobilumas ir išmani gyvenamoji aplinka. Išmanusis miestas matomas kaip pridėtinės vertės generatorius, leidžiantis siekti trijų pagrindinių tikslų: geresnės gyvenimo kokybės jo gyventojams, didesnio miesto ekonominio konkurencingumo bei tvarumo.
- Išmaniojo miesto skaitmeninis dvynys leidžia įgyvendinti tris pagrindinius išmanumo požymius – žinoti (angl. *aware*), reaguoti (angl. *respond*) bei numatyti (angl. *predict*). Idealiu atveju miesto skaitmeninis dvynys turėtų būti sujungtas (angl. *connected*), integruotas (angl. *integrated*), vizualiai atvaizduotas (angl. *visualized*), analizuotinas (angl. *analysis*) bei saugus (angl. *secure*). Miesto lygio skaitmeninis dvynys nebūtinai turi būti atvaizduojamas 3D formatu, nebūtinai turi būti susietas su realaus laiko informacijos gavimo ar smulkausio erdvinio vieneto atvaizdavimu – yra įvairių skaitmeninių dvynių brandos lygių, sudėtingesnius technologinius sprendinius galima diegti palaipsniui.
- Skaitmeninių dvynių vertė išryškėja tada, kai surinkti duomenys yra panaudojami problemoms spręsti bei sprendimams priimti. Jis yra naudingas politinių sprendimų simulatorius, leidžiantis įvertinti įvairias galimybes, alternatyvios politikos stipriąsias ir silpnąsias puses. Užstatytos aplinkos skaitmeniniai dvyniai padeda spręsti iššūkius, susijusius su nekilnojamo turto valdymu, įgalina stebėseną realiuoju laiku bei įvairių sprendimų simuliacijas (kas būtų, jeigu būtų), siekiant pasirinkti optimaliausią variantą, teikia reikalingus duomenis ir informaciją dirbtiniam intelektui, kurio potencialias gali būti išnaudojamas įvairiems tikslams. Du pagrindiniai veiksniai, suteikiantys skaitmeniniam dvyniui didelį pranašumą, lyginant su statinių informaciniu modeliavimu (BIM) paremtu inžineriniu požiūriu, – automatizuotas duomenų apdorojimas ir jų tiesioginis ryšys su fiziniu objektu.
- Suomija ir Jungtinė Karalystė – šalys, turinčios ambicijų sukurti nacionalinį užstatytos aplinkos skaitmeninį dvynį. Suomijos atveju lyderystė priklauso Aplinkos ministerijai, Jungtinėje Karalystėje – stiprus Kembridžo universiteto mokslininkų įsitraukimas. Į skaitmeninę infrastruktūrą Jungtinė Karalystė planuoja investuoti 600 mlrd. svarų. Skaičiuojama, jog skaitmeninių dvynių sprendiniai generuos 7 mln. svarų vertę per metus. Tikimasi, jog nacionalinis skaitmeninis dvynys leis optimizuoti tokius resursus kaip energija ir vanduo, sumažins transporto trikdžius ir vėlavimą bei palengvins eismo srautą, padidins atsparumą teroristinėms atakoms, pagerins reagavimą į stichines nelaimes, pagerins JK gyventojų gyvenimo kokybę. Suomijoje tikimasi, jog Nacionalinės užstatytos aplinkos informacinės sistemos generuojama informacija bus naudinga pastatų savininkams ar jais besinaudojantiems sistemingame pastatų naudojime bei priežiūroje, įmonėms kuriant geresnes paslaugas, kurios būtų konkurencingos ir pagrįstos dabartine informacija, savivaldybėms įgalinant efektyviau atlikti savo funkcijas turto valdymo srityje, centrinei valdžiai priimant duomenimis grįstus sprendimus bei automatizuojant ir standartizuojant procesus, siekiant neutralaus poveikio aplinkai.
- Pagrindinės iššūkių grupės, su kuriomis susiduriama išmaniojo miesto ir skaitmeninių dvynių kūrime:
 - iššūkiai, susiję su duomenimis (jų generavimas, prieinamumas, kokybė, patikimumas, sąveika, privatumo apsauga, etc.). Didelių iššūkių kelia naudojami skirtingi standartai, jų įvairovė, skirtingi duomenų perdavimo protokolai. Siekiant šią sritį unifikuoti, reikalingi papildomi resursai.
 - iššūkiai susiję su reguliacine aplinka, kuri turi būti pritaikyta išmaniojo miesto sprendiniams, bei
 - iššūkiai, susiję su socialiniu poveikiu, kai, nevykdant tinkamos politikos, išmaniųjų miestų iniciatyvos gali didinti skaitmeninę atskirtį.

- kompetencijų ir supratimų trūkumas. Pavyzdžiui, nėra aišku kokios informacijos reikalauti esant užsakovu.
- Pagrindinės išmaniojo miesto plėtros sėkmės prielaidos apima aiškios vizijos bei visuminio plano, susieto su pamatuojamais rezultato rodikliais (KPI) ir finansiniais ištekliais išmaniojo miesto plėtrai turėjimas, viešojo ir privataus sektorių partnerystė, ekosisteminis požiūris, efektyvūs IRT sprendiniai, visuomenės ir suinteresuotų šalių (viešasis sektorius, mokslas, verslas, visuomenė) į(si)traukimas, rizikos valdymas, socialinė įtrauktis, palanki teisinė bazė bei gerosios praktikos sklaida.
- Pagrindiniai skaitmeninio dvynio kūrimo principai ir sėkmės prielaidos yra šios:
 - Skaitmeninis dvynys privalo būti patikimas, naudoti tinkamos kokybės duomenis ir kuriamas atvirų duomenų pagrindu.
 - Svarbu, jog atskiri skaitmeniniai dvyniai būtų jungiami į vieną standartizuotą aplinką, gebėti prisitaikyti prie technologinių ir visuomenės pokyčių bei būtų aiškus savininkas ir koordinavimo procesas (kieno tai atsakomybė, valdymas ir reguliavimas).
 - Tam, kad būtų padarytas realus politinis poveikis, skaitmeninį dvynį, kaip technologinį sprendinį, turi lydėti prasmingos ir konstruktyvios politinės įžvalgos. Skaitmeninių dvynių generuojami sprendiniai į viešojo valdymo ciklą turėtų būti įtraukti nuo pat pirmojo etapo, susieti su viešojo valdymo priemonėmis, sudarytas suderintas viešosios politikos paketas. Neužtenka padaryti tik skaitmeninį žemėlapij, kuriame bus pateikti duomenys. Šalia turi būti sukurtą žemėlapij lydintis procesas: reikalinga politinė valia esamus duomenis pradėti naudoti kitaip – juos įveiklinti sprendimų priėmimui ir paslaugų gyventojams teikimui.
 - Bendradarbiavimas ir gerosios praktikos sklaida taip pat yra vienas iš sėkmės faktorių. ES veikia tokios iniciatyvos kaip *DUET* ar *Urban Digital Twin*, kurios jungia išmaniųjų miestų skaitmeninių dvynių entuziastus ir praktikus siekiant gerųjų praktikų sklaidos bei vienyti resursus bendram tikslui.
 - Kompetencijų ir atitinkamos kultūros, lyderystės svarba. Tam, jog skaitmenizacija vystytųsi iš esmės, reikia, kad būtų pakankamai žmonių, galinčių galvoti apie inovacijas plačiąja prasme. Svarbu nebijoti pabandyti, nebijoti klysti. Procesų inicijavimui bei įtvirtinimui reikalinga bendra skaitmenizacijos kultūra: skaitmeniniai gebėjimai duomenis naudoti, duomenų kultūra organizacijoje ir mieste, kuriame žmonės labiau susiduria ir daro, gebėjimas duomenis atskleisti, integruoti į informacines sistemas ir kurti iš to įvairias paslaugas.
- Kalbant apie viešojo ir privataus sektorių indėlį, akcentuotina, jog skaitmenizavimo pradininku turi būti viešasis sektorius, kadangi privatus sektorius susijęs su rizika į skaitmeninį dvynį žvelgti tik per asmeninės naudos prizmę nematant tolimesnės grąžos bei naudos visai visuomenei. Privataus sektoriaus veikėjai (pavyzdžiui, tiekimo grandinėje esantys industrijos atstovai) įprastai yra per daug fragmentuoti, tad vienas net ir didelis privataus verslo atstovas negalės išspręsti visų su užstatytų ir užstatomų teritorijų susijusių skaitmenizavimo iššūkių. Ilgalaikė perspektyva – viešojo sektoriaus interesas, tad ir pradžia turėtų būti padaryta viešojo sektoriaus kaip užsakovo. Suomijos atveju privatus sektorius pasitelktas kaip partneris, tačiau aiškią lyderystę procese išlaiko Aplinkos ministerija. Jungtinės Karalystės atveju lyderystė ir proceso įgyvendinimas perduotas mokslininkams būtent šiam tikslui įteigiant nacionalinio lygmens institucijas bei programas. Lietuvoje Šiaulių atvejis atskleidė neigiamą privataus sektoriaus iš Lietuvos bei užsienio įsitraukimo į procesą poveikį, kai buvo sudėtinga bendradarbiauti dėl apsunkinto priėjimo prie duomenų bei privataus sektoriaus įmonių bankrotų.
- Kalbant apie užsienio šalių bei miestų skaitmeninio dvynio kūrimo praktikas ir patirtį, tikėtina, kad modelių, padėsiančių suformuoti visuminį vaizdą bei visapusiškai tinkančių konkrečiam Lietuvos miestui

ar šaliai nacionaliniu lygmeniu – nėra. Esant bendram šalių ir miestų skaitmenizacijos poreikių faktoriui, išlieka individualių sprendimų ir jų alternatyvų paieškos. Šioms paieškoms įtaką darantys kultūriniai skirtumai bei kiekvienos šalies ir miestų unikalumas daugiau pabrėžia ir skaitmeninio dvynio formavimo unikalųjį principą bei aspektus.

- Preliminariai įvertinus LR Aplinkos ministerijos planuojamų investicijų į nacionalinę užstatytos aplinkos skaitmeninimą nacionaliniu mastu tikslumą, siūloma tolesnei kaštų naudos ir/ar veiksmingumo analizei atlikti svarstyti tris investicines alternatyvas, kurios skiriasi investicinių sričių deriniu. Didžiausio finansavimo pareiklausianti trečioji alternatyva įtrauktų šias investicijų sritis: 1) informacijos apie pastatus ir infrastruktūrą atviras detalus erdvinis pagrindas; 2) centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams taikyti; 3) įrankiai centralizuotam skaitmeniniam pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymui, priežiūrai ir atnaujinimui, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones; 4) valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus. Trys investicinės alternatyvos (I, II ir III) spręstų nagrinėtas problemas dėl pastatų ir infrastruktūros planavimo ir valdymo procesų.
- Atlikus investicijų tikslumo vertinimą per preliminariai nustatytas naudas tikslinėms grupėms, didžiausią pridėtinę vertę verslui, savivaldai, viešajam sektoriui, visuomenei ir mokslui kurtų antroji ir trečioji investicinės alternatyvos.
- Šiuo tyrimu dėl duomenų stokos buvo atliktas tik investicinių sričių preliminarus tikslumo vertinimas. Sekančiu tyrimo žingsniu, siekiant atlikti investicijų į nacionalinę užstatytos aplinkos skaitmeninimą nacionaliniu mastu kaštų naudos ir/ar veiksmingumo vertinimą bei atsižvelgiant į oficialios statistikos duomenų trūkumą naudų tikslinėms grupėms vertinimui, rekomenduojama atlikti papildomą duomenų surinkimą, taikant interviu su ekspertais, tikslinių grupių apklausų metodus.
- Atliekant tolesnį investicijų į užstatytos aplinkos skaitmeninimą nacionaliniu mastu kaštų vertinimą, rekomenduojama svarstyti kaštų veiksmingumo vertinimo būdą, nes preliminariai didžiausią įtaką investicijos darytų statybos procesams taupant laiką ir kaštus.

Bibliografija

- 1) 3 D Vilnius. Internetinis puslapis. <<https://3d.vilnius.lt/>>.
- 2) Adam Matthews, 13th June 2017, *European Public Leadership in BIM: Driving Performance, Innovation and Growth* [pranešimo skaidrės] <<https://www.icis.org/wp-content/uploads/2018/01/2017-EU-BIM-Task-Group.pdf>>.
- 3) API. *Open Innovation - Open Algorithm - Open Data*. Internetinė svetainė: <<https://api.vilnius.lt/>>.
- 4) Bentley Systems Digital Advancement Academies <<https://www.bentley.com/en/services/advancement-academies/the-academies-overview>>.
- 5) *BIM-LT projektas* <<https://statyba40.lt/titulinis/bim-lt-projektas/>>.
- 6) Bolton A., Enzer M., Schooling J. et al. (2018). *The Gemini Principles: Guiding values for the national digital twin and information management framework*. Centre for Digital Built Britain and Digital Framework Task Group. DOI number: <https://doi.org/10.17863/CAM.32260>.
- 7) CDBB (2020). *Flourishing systems. Re-envisioning infrastructure as a platform for human flourishing*. Centre for Digital Built Britain. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/flourishing-systems_revised_200908.pdf>.
- 8) CDBB (2021). *What we do. National Digital Twin Programme*. Centre for Digital Built Britain. <<https://www.cdbb.cam.ac.uk/what-we-do/national-digital-twin-programme>>.
- 9) Centrinė projektų valdymo agentūra (2020). *Viešojo ir privataus sektorių partnerystė*. <<https://www.pplietuva.lt/lt/viesojo-ir-privataus-sektoriu-partneryste/vpsp-kas-tai>>.
- 10) Civitta (2019). *Šiaulių – išmanaus miesto – koncepcija*. <[https://www.siauliai.lt/upload/media/user/20/kt/Koncepcija%20\(internetui\).pdf](https://www.siauliai.lt/upload/media/user/20/kt/Koncepcija%20(internetui).pdf)>.
- 11) Coenen T., Walravens N., Vannieuwenhuyze J., Lefever S., Michiels P., Otjacques B., Degreef G. (2021). *Open Urban Digital Twins – insights in the current state of play*. <<https://vlocavis.z6.web.core.windows.net/Urban%20Digital%20Twins.pdf>>.
- 12) D’Hauwers, R., Walravens, N., and Ballon, P. (2021). *From An Inside-In Towards An Outside-Out Urban Digital Twin: Business Models And Implementation Challenges*, ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., VIII-4/W1-2021, 25–32, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-VIII-4-W1-2021-25-2021>, 2021.
- 13) Digital Twin Hub. <<https://digitaltwinhub.co.uk/about/national-digital-twin-programme/>>.
- 14) Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, 5 July 2021. *Cost/benefit analysis for Building Information Modelling (BIM)* <https://ec.europa.eu/growth/news/costbenefit-analysis-building-information-modelling-bim-2021-07-05_en>.
- 15) DRONETEAM.lt inovacija: trimatėje (3D) erdvėje atkuria ištikus miestus <<https://www.statybunaujienos.lt/naujiena/DRONETEAM-lt-inovacija-trimateje-3D-erdveje-atkuria-istiskus-miestus/15645>>.
- 16) DUET: *Digital Urban European Twins*. <<https://www.digitalurbantwins.com/>>.
- 17) DUET: *Digital Urban European Twins. Project white paper*. Prepared by Susie Ruston McAleer, Pasha Kogut, Lieven Raes. <https://061dab26-58a3-4397-9d38-1e1977a1c2dd.filesusr.com/ugd/68109f_53ce5c21a7df41ec95fe32ce93a195f3.pdf>.
- 18) Eden Strategy Institute (2018). *Top 50 Smart City Governments*. <https://static1.squarespace.com/static/5b3c517fec4eb767a04e73ff/t/5b513c57aa4a99f62d168e60/1532050650562/Eden-OXD_Top+50+Smart+City+Governments.pdf>.
- 19) Eggers W. D., Skowron J. (2018). *Forces of change: Smart cities. A report from the Deloitte Center for Government Insights*. <<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/smart-city/overview.html>>.
- 20) Elliott T. (2019). *Seven Ways Cities Benefit from Digital Twin. Case Study*. <<https://www.gim-international.com/case-study/seven-ways-cities-benefit-from-digital-twins>>.
- 21) Enzer, M., Bolton, A., Boulton, C., Byles, D., Cook, A., Dobbs, L., Keaney, E., et al. (2019). *Roadmap for delivering the information management framework for the built environment*. [Webpages]. <https://doi.org/10.17863/CAM.38227>

- 22) ES INTERREG projektas „Gyventojų kortelės integravimas į teikiamų paslaugų valdymą Jelgavos ir Šiaulių savivaldybėse“, e-Card, LLI-152
<[https://www.siauliai.lt/upload/media/user/20/kt/Koncepcija%20\(internetui\).pdf](https://www.siauliai.lt/upload/media/user/20/kt/Koncepcija%20(internetui).pdf)>.
- 23) EUROBIM Task Group (2018). *Europos viešajam sektoriui skirtas statinio informacinio modeliavimo (BIM) diegimo vadovas. Strateginiai veiksmai siekiant gerų statybos sektoriaus rezultatų: vertės didinimas, inovacijos ir augimas.* <<http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/07/GROW-2017-01356-00-00-LT-TRA-00.pdf>>.
- 24) Europe Commision (2020). *Digital twins for cities. European Week of Regions and Cities.* Workshop report. <<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/workshop-report-digital-twins-cities>>.
- 25) European Commission (2021). *Smart cities Cities using technological solutions to improve the management and efficiency of the urban environment.* <https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en>.
- 26) Evans S., Savian C., Burns A., Cooper C. (2019). *Digital twins for the built environment. An introduction to the opportunities, benefits, challenges and risks.* The Institution of Engineering and Technology (IET). <<https://www.snclavalin.com/~media/Files/S/SNC-Lavalin/documents/beyond-engineering/digital-twins-for-the-built-environment-iet-atkins.pdf>>.
- 27) Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities.* <http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf>.
- 28) Hämmäläinen M. (2020). *A Framework for a Smart City Design: Digital Transformation in the Helsinki Smart City.* In book: *Entrepreneurship and the Community* (pp.63-86).<https://www.researchgate.net/publication/335431099_A_Framework_for_a_Smart_City_Design_Digital_Transformation_in_the_Helsinki_Smart_City> .
- 29) Helsinkio energetikos ir klimato atlasas. <<https://kartta.hel.fi/3d/atlas/#/>>.
- 30) Helsinkio miesto strategija 2021 – 2025. <<https://www.hel.fi/uutiset/en/kaupunginkanslia/city-strategy-proposal-for-2021-2025>>.
- 31) Hetherington, J., & West, M. (2020). *The pathway towards an Information Management Framework - A 'Commons' for Digital Built Britain.* doi.org/10.17863/CAM.52659
- 32) IMIC. KTU Išmaniųjų miestų ir infrastruktūros centro internetinė svetainė. <<https://imic.ktu.edu/>>.
- 33) IMIC. *Priemonių, skirtų viešojo sektoriaus statinių gyvavimo ciklo procesų efektyvumui didinti, taikant statinio informacinį modeliavimą, sukūrimas (BIM-LT).* KTU Išmaniųjų miestų ir infrastruktūros centras. <<https://imic.ktu.edu/bim-lt/>>
- 34) InvestinEstonia (2021). *How Estonia Is Using Digital Twins To Revolutionise Construction Production And Even Presentations.* <<https://investinestonia.com/how-estonia-is-using-digital-twins-to-revolutionise-construction-production-and-even-presentations/>>.
- 35) Kaunas auga (GIS sprendimai procesų valdymui). <<https://www.gisbaltic.eu/lt-lt/leuc-2020/temos/1-diena>>.
- 36) Kauno dalies skaitmeninis modelis (pirmasis etapas). <https://eu.opencitiesplanner.bentley.com/www_ktu_edu/kaunasdigitalcity-stage1>.
- 37) Kauno miesto vykdomas ELA projektas. <<https://ela.kaunas.lt>>.
- 38) Kauno SĮ "Kauno planas". <<https://maps.kaunas.lt>>.
- 39) Kogut P. (2021). *Local Digital Twins: Driving Business Model Innovation in Smart Cities.* DUET. <<https://www.digitalurbantwins.com/post/the-taxonomy-of-local-digital-twins-lessons-from-smart-cities>>.
- 40) L.Wan, T.Nochoa and J.M. Schooling (2019). *Developing a city-level digital twin- propositions and a case study.* Cambridge Centre of Smart Infrastructure and Construction, Universty of Cambridge, UK. <<https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/icsic.64669.187>>.
- 41) Lefever S., Michiels P., Buyle R. (2020). *Building Urban Digital Twins.* Imec prezentacija. <https://inspire.ec.europa.eu/sites/default/files/inspire2020_dt_philippemichiels_rafbulye.pdf>.
- 42) Lietuvos statybų sektoriaus statistika iš Lietuvos statybininkų asociacijos internetinio puslapio. <<http://www.statybininkai.lt/lt/lietuvos-statyb%C5%B3-sektorius>>.

- 43) Living-in.eu. *The European way of digital transformation in cities and communities*. <<https://living-in.eu/groups/solutions/urban-digital-twin>>
- 44) LR Aplinkos ministerija. *Statybos sektoriaus skaitmeninimo darbotvarkėje – Nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius (NSIK)*. <<https://am.lrv.lt/lt/naujienos/statybos-sektoriaus-skaitmeninimo-darbotvarkėje-nacionalinis-statybos-informacijos-klasifikatorius>>.
- 45) LR Statybų įstatymas <<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.F31E79DEC55D>>.
- 46) Manville C., Cochrane G., Cave J., Millard J., Pederson J. K., Thaarup, R. K., Liebe A., Winnser M., Massol R., Kotterink B. (2014). *Mapping Smart Cities in the EU*. Directorate general for internal policies
- 47) McKinsey Global Institute, 2017 February 27. *Reinventing Construction through a Productivity Revolution* <<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>>.
- 48) Ministry of the Environment (2019). *The Kalasatama Digital Twins Project. The final report of the KIRA-digi pilot project*. <https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kaupunginkanslia/Helsinki3D_Kalasatama_Digital_Twins.pdf>.
- 49) Ministry of the Environment. *Questions and answers concerning the built environment information system*. <<https://ym.fi/en/questions-and-answers-concerning-the-ryhti-project>>.
- 50) Monitor Deloitte (2015). *Smart cities... Not jus a sum of its parts*. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/xs/Documents/strategy/me_deloitte-monitor_smart-cities.pdf>.
- 51) Mustonen V., Spilling K., Bergström M. (2017). *Smart Kalasatama Cookbook. Recipes for agile pilots*. <<https://forumvirium.fi/en/smart-kalasatama-cookbook-for-urban-innovators/>>.
- 52) NIC (2018). *Data for the public good*. UK National Infrastructure Commission. <<https://nic.org.uk/app/uploads/Data-for-the-Public-Good-NIC-Report.pdf>>.
- 53) O'Dell K., Newman A., Huang J., Hollen N. V. (2019). *Inclusive smart cities. Delivering digital solutions for all*. Deloitte Insights. <<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/public-sector/inclusive-smart-cities.html>>.
- 54) OECD (2020). *Measuring smart cities' performance. Do smart cities benefit everyone?* <<https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>>.
- 55) OECD (2020). *Smart cities and inclusive growth*. <https://www.oecd.org/cfe/cities/OECD_Policy_Paper_Smart_Cities_and_Inclusive_Growth.pdf>.
- 56) OECD (2020). *Smart cities measurement framework*. <<https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>>.
- 57) OGC (2021). *Urban Digital Twins - Planning the Cities of Tomorrow*. <<https://www.ogc.org/blog/4430>>.
- 58) Patašienė I., Patašius M. (2014) *Skaitmeninė dimensija sumaniajame mieste: Baltijos šalių miestų atvejis*. Viešoji politika ir administravimas. T. 13, Nr. 3 / 2014, Vol. 13, No 3, p. 454-468. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.ppaa.13.3.8295>
- 59) Patrick T. I. Lam, Wenjing Yang (2017). *Study of the Costs and Benefits of Smart City Projects Including the Scenario of Public-Private Partnerships*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Urban and Civil Engineering Vol:11, No:5, 2017.
- 60) Policy department A: economic and scientific policy. European Parliament. <<http://www.europarl.europa.eu/studies>>
- 61) Raes L., Michiels P., Adolphi T., Tampere C., Dalianis T., McAleer S., Kogut P. (2021). *DUET: A Framework for Building Secure and Trusted Digital Twins of Smart Cities*, in IEEE Internet Computing, doi: 10.1109/MIC.2021.3060962. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9362182>>.
- 62) Skaitmeninė statyba (2016). *Lietuvos statybų sektoriaus skaitmeninimo ir jo finansavimo galimybių studija*. <<https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/TYRIMAI%20IR%20ANALIZES/Lietuvos%20statyb%C5%B3%20sektoriaus%20skaitmeninimo%20ir%20jo%20finansavimo%20galimybi%C5%B3%20studija.pdf>>
- 63) Skaitmeninė statyba (2021). Arūnas Urbšys. *Nuo realybės modeliavimo iki skaitmeninių dvynių*. p. 36. <https://skaitmeninestatyba.lt/wp-content/uploads/2021/05/Almanachas_2021.pdf>.
- 64) Skaitmeninė statyba (2021). Edvinas Butkus. *Ar jau gimė pirmasis lietuviškas skaitmeninis dvynys?* p. 10. <https://skaitmeninestatyba.lt/wp-content/uploads/2021/05/Almanachas_2021.pdf>.

- 65) Skaitmeninė statyba (2021). *Statybų valdymo skaitmeninimas – Vilniaus miesto administracijos prioritetas*, p. 40-41. <https://skaitmeninestatyba.lt/wp-content/uploads/2021/05/Almanachas_2021.pdf>.
- 66) Smart City Index 2020. <<https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/>>
- 67) Smart Kalasatama. *Agile piloting programme*. <<https://fiksukalasadama.fi/en/agile-piloting/>>.
- 68) Statyba 4.0.lt. *BIM-LT projektas*. <<https://statyba40.lt/titulinis/bim-lt-projektas/>>.
- 69) Statyba 4.0.lt. *Privalomas BIM metodų taikymas*. <<https://statyba40.lt/titulinis/privalomas-bim-metodu-taikymas/>>.
- 70) Strateginė Vilniaus vizija 2030 m. <<https://vilnius.lt/wp-content/uploads/2020/10/VILNIAUS-VIZIJA.pdf>>.
- 71) Šiurytė A., Davidavičienė V. (2016). *An Analysis Of Key Factors In Developing A Smart City*. VERSLAS XXI AMŽIUJE. 8(2): 254–262. <http://old.konferencijos.vgtu.lt/jmk.vvf.vgtu.lt/public_html/index.php/conference/2016/paper/view/359/263> .
- 72) Valstybės kontrolė (2019). Valstybinio audito ataskaita „Statybos leidimų išdavimas ir statybos proceso atitiktis nustatytiems reikalavimams“. <<https://www.vkontrolė.lt/failas.aspx?id=3962>>
- 73) Vilniaus miesto atvirų duomenų erdvė. <<https://data-vplanas.opendata.arcgis.com/>>.
- 74) Vilniaus miesto interaktyvus žemėlapis. <<https://maps.vilnius.lt/>>.
- 75) Vilniaus miesto strateginė kryptis „Vilnius 2In“. <<https://vilnius.lt/lt/vilnius-2in/strategine-kryptis-vilnius-2in/>>.
- 76) Vilnius.lt. *Vilnius kurs duomenų ir kompetencijų centrą* <<https://vilnius.lt/lt/2021/03/09/vilnius-kurs-duomenu-ir-kompetenciju-centra/>>.
- 77) Visionary Analytics (2020). 2021–2027 m. *Visuomenės skaitmeninimo išankstinio poveikio vertinimo paslaugos*. <https://www.visionary.lt/wp-content/uploads/2020/05/EIM-skaitmeninimas_galutine_ataskaita_suredaguota.pdf>.
- 78) World Economic Forum (2017). *Harnessing Public-Private Cooperation to Deliver the New Urban Agenda*. <https://www3.weforum.org/docs/WEF_Harnessing_Public-Private_Cooperation_to_Deliver_the_New_Urban_Agenda_2017.pdf>.
- 79) Zapolskykė S., Palevičius V. (2018). *Išmaniųjų miestų apžvalga ir analizė*. Mokslas – Lietuvos ateitis. ISSN 2029-2341

Priedas 1. Interviu metodika

Tyrimo pradiniam etape inicijuotos konsultacijos su ekspertais: dr. Egle Radvile (Vilniaus miesto savivaldybė, Intelektualių sprendimų ir duomenų valdymo skyriaus vadovė), dr. Dariumi Pupeikiu (Kauno technologijos universiteto Išmaniųjų miestų ir infrastruktūros centro vadovas), Egidijumi Skrodeniu („Infobalt“ asociacijos Pažangių transporto sprendimų grupės vadovu). Konsultacijų ir literatūros analizės pagrindu parengtas Vilniaus išmanaus miesto kūrimo ir valdymo patirties atvejo („1.3.2. Vilniaus patirtis“) bei dalis Kauno išmanaus miesto kūrimo ir valdymo patirties atvejo („1.3.2. Kauno patirtis“) poskyriai.

Empiriniam tyrimui atlikti naudotas pusiau struktūruoto interviu metodas. Pusiau struktūruoto interviu metu tyrėjas yra numatęs t.t. klausimus ar temas, kurios bus aptartos interviu metu. Vykstant pokalbiui tyrėjas leidžia respondentui inicijuoti naujas temas ar plėsti esamas. Tyrimo metu atlikti 4 pusiau struktūruoti interviu su išmanaus miesto kūrimo praktiką turinčiais asmenimis Kaune, Šiauliuose (vieno interviu trukmė – 30-45 min). Interviu pokalbio metu buvo siekiama aptarti respondentų patirtį išmaniojo miesto Kauno ir Šiaulių skaitmeninės informacijos kūrime ir valdyme, iššūkius, su kuriais buvo susidurta/susiduriama tokios informacijos kūrimo ir valdymo proceso metu, kt. Atliktų interviu ir literatūros analizės pagrindu parengti Lietuvos patirties analizės „1.3.2. Kauno patirtis“ ir „1.3.3. Šiaulių patirtis“ poskyriai. Taip pat atliktas 1 pusiau struktūruoti interviu su privataus sektoriaus atstovu siekiant atskleisti galimą privataus sektoriaus indėlį kuriant išmanųjį miestą tematika. Interviu ir literatūros analizės pagrindu parengtas „1.4. Viešojo ir privataus sektoriaus indėlis“ poskyris.

1.1. Interviu dalyviai

Nr.	Institucija, kt.	Respondentų skaičius	Respondentai
1	Kauno technologijos universitetas, Išmaniųjų miestų ir infrastruktūros centras	1	Dr. Darius Pupeikis, centro vadovas
2	Kauno miesto savivaldybė	2	1) Arūnas Sipavičius, Kauno SJ „Kauno planas“ GIS vadovas 2) Arvydas Augutis, Miesto planavimo ir architektūros skyriaus Infrastruktūros poskyrio vyriausiasis specialistas
3	Šiaulių miesto savivaldybės administracija	2	1) Giedrė Chrapač, Projektų valdymo skyriaus Vyr. specialistė 2) Rima Zablackienė, Bendrųjų reikalų skyriaus Informacinių technologijų poskyriaus vadovė
4	Šiaulių miesto savivaldybės administracija	1	Ija Jencienė, Turto valdymo skyriaus vedėja
5	UAB „YIT Lietuva“	1	Arimantas Glebauskas, administracijos direktorius

1.2. Interviu klausimynai

Interviu su išmanaus miesto kūrimo ir valdymo praktiką turinčiais asmenimis klausimynas

I. Išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktika bei patirtis

Papasakokite, prašau, apie savo patirtį miesto skaitmeninės informacijos kūrime ir valdyme.

Kokia buvo miesto skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktikos pradžia? Prašau, detalizuokite, ką ir kaip darote kurdami ir valdydami miesto skaitmeninę informaciją? Kokių praktikos rezultatų šiuo metu jau esate pasiekę? Kas nepavyko? Ką ir kaip planuojate įgyvendinti ateityje?

II. Su išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktika susiję iššūkiai

Kokios Jūsų miesto skaitmeninės informacijos kūrime ir valdyme kilo/kyla problemos? Kokie pasitelkti/planuojami pasitelkti jų sprendimo būdai?

Su kokiais iššūkiais susidūrėte/susiduriate tokios informacijos kūrimo ir valdymo proceso metu?

III. Jūsų manymu, kaip išmanaus miesto skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktika padeda sprendimų priėmimui?

Ar šios praktikos tarnauja aktualių sprendimų priėmimui ir paslaugų gyventojams teikimui? Jei taip, tai kaip tarnauja?

Ko trūksta/ko reikėtų, kad išmanaus miesto skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo praktika būtų naudingi miestui aktualių sprendimų priėmimui ir paslaugų gyventojams teikimui?

IV. Išmaniųjų miestų skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo naudos

Jūsų manymu, kokios Jums žinomos/ matote išmaniųjų miestų/miesto skaitmeninio dvynio/skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo naudas?

Kokios išmaniųjų miestų/miesto skaitmeninio dvynio/skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo naudas Jūsų mieste jau yra?

Kokios išmaniųjų miestų/miesto skaitmeninio dvynio/skaitmeninės informacijos kūrimo ir valdymo naudas yra galimos ateityje?

Kokios naudos yra neaktualios? (pavyzdžiui, nauda kuriant ir naudojant skaitmeninę informaciją būtų, bet ji yra padengiama kitais įrankiais/programomis, etc.)

V. Viešojo ir privataus sektorių indėlis

Jūsų manymu, kuriant skaitmeninį miesto dvynį, kuriame etape/kurioje vietoje turėtų būti tik viešojo sektoriaus indėlis, o į kokius, kuriuos etapus gali/turi įsitraukti privatus sektorius? Kokiu santykiu toks privataus sektoriaus įsitraukimas galėtų būti?

Klausimynas privataus sektoriaus indėlio kuriant išmanųjį miestą tematika

Siekiant modernizuoti urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų viešojo nekilnojamo turto vystymo ir valdymo procesus, svarstoma formuoti centralizuotą 3D aplinką išmaniems miesto BIM sprendimams taikyti (kitai – taikyti užstatytos aplinkos skaitmeninio dvynio sprendinį).

1. Kaip manote, koks šiame procese galėtų būti viešojo sektoriaus ir privataus sektoriaus indėlis?
2. Kaip manote, ar prie šios iniciatyvos įgyvendinimo prisidėtų statybų&/IRT sektoriaus atstovai? Jei taip, kokiomis sąlygomis prisidėtų? Jei taip/ne – kodėl?
3. Kaip manote, ar privataus sektoriaus atstovams būtų patrauklu dalyvauti tokioje iniciatyvoje per viešojo ir privataus sektoriaus partnerystę?

Priedas 2. Naudų tikslinėms grupėms preliminarus vertinimas pagal statybos procesus

15 lentelė. Naudų tikslinėms grupėms preliminarus vertinimas pagal statybos procesus

Naudų gavėjai	Investicijų sritis			
Verslas	A – erdvinį duomenų pagrindas	C – centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams	D - centralizuotas skaitmeninis pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymo, priežiūros ir atnaujinimo įrankis/sistema, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones	E - valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui (BIM-LT projekto tęsinys)
	<p>PRJ Sutrumpėja projekto kūrimo laikas PRJ Sumažėja projekto klaidų PL Sutrumpėja statybos leidimo išdavimo laikas PL, PRJ, STB, Tikslų erdvinį duomenų dėka sumažėja statybos darbų kaštai PRJ Dėl tikslų geoduomenų sumažėjęs realaus matavimo poreikis</p>	<p>PL VL Atviri miestų duomenys investicijų planavimui 3D aplinkoje. PL, PRJ Nebereikia kreiptis į institucijas siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią informaciją – ją įmonė gali matyti ir/ar atsisiųsti. PL, PRJ Leidimams gauti laikas sutrumpinamas iki minimumo. PL, PRJ Projektuotojams ir inžinieriams reikalinga aiški vizualinė kompleksinė informacija bei galimybė suderinti siūlymus, įkeliant juos vieno mygtuko paspaudimu. VL, PL Galimybė verslui rinktis „žalią“ energiją, atsižvelgiant į saulės energijos potencialo įvertinimą interaktyviame įrankyje. PL, PRJ, STB optimizuotas išteklių naudojimas : a) sutaupyti statybų kaštai; b) sutaupyti medžiagų kaštai tiksliai ir kokybiškai planuojant statybos darbus. STB Sutaupyta statybų ir kitų darbų laikas dėka kokybiškų projektų. VL, PRJ, PL, STB, SGC Kokybiškesni statiniai ir kiti investiciniai projektai dėka tikslios realiu laiku gaunamos 3D erdvinės informacijos.</p>	<p>PRJ Kokybiškesni ir greitesni statinio projektavimo darbai. PRJ Sumažėja projektavimo kaštai. PL, PRJ, SGC Išauga pastatų energinis naudingumas. SGC, VL Išauga statybos produktų tvarumas. SGC, VL, PRZ Mažėja resursų naudojimas eksploatuojant ir utilizuojant statinius. STB Sumažėja statybos kaštai dėka racionalių konstrukcinių technologinių sprendinių. STB Taupomas laikas statinių statybos metu, nes sudaryta galimybė statinio duomenis ir informaciją panaudoti kituose statinio gyvavimo ciklo procesuose ar kitų statinių statybos projektuose.</p>	<p>PRJ Statinio projekto informacinio modelio kūrimui reikalinga informacija turi būti pristatoma iš konsoliduotos kadastrų ir registrų duomenų saugyklos, saugomos valstybės duomenų infrastruktūroje – sutaupomas laikas parengti projektą. PRJ, Rekomendacijos valstybės informacinių išteklių statybos projekto dalyviams teikiamos informacijos savalaikiam atnaujinimui užtikrinti ir valstybės informacinių išteklių vykdomiems informacijos mainų procesams SGC etapuose suderinti - trumpės projektų derinimo/keitimo ir statybos darbų laikas. STB Sutrumpėja statybos darbų kaštai. PL, STB, SGC Trumpėja statybos darbų laikas, nes vyksta suderintos, patikimos ir savalaikės informacijos rengimas bei mainai viso statybos gyvavimo ciklo (toliau – SGC) metu. VL, PL, PRJ, STB Visi SGC dalyviai taikys standartizuotos informacijos mainų procedūras, vieningi informacijos saugojimo ir mainų formatai, -suderintas statybos informacijos -klasifikatorius - trumpėja investicijų į užstatytą aplinką laikotarpis.</p>

Naudų gavėjai	Investicijų sritis			
	<i>A – erdvinių duomenų pagrindas</i>	<i>C – centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams</i>	<i>D - centralizuotas skaitmeninis pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymo, priežiūros ir atnaujinimo įrankis/sistema, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones</i>	<i>E - valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui (BIM-LT projekto tęsinys)</i>
Savivaldybės	<p>V, PL Visi duomenys, reikalingi statinių ir infrastruktūros valdymui, <u>pateikiami</u> vienoje vietoje – trumpėja darbo laikas tikrinant statybos leidimus.</p> <p>VL Sumažėja savivaldybės darbuotojų klaidų tikrinant statybos leidimus.</p> <p>VL, SGC Trumpėja šių darbų planavimas ir vykdymas: dangų valymas, remontai, dangų priežiūros stebėjimas, dangų rekonstrukcijos planavimas.</p> <p>VL, PL Tikslėnis plėtos sąnaudų vertinimas, vertinant statybų daromą įtaką viešam turtui.</p> <p>VL, PL, PRJ Tikslėni ir greitesni planavimo ir projektavimo procesai.</p> <p>VL, SGC Greitesnė valdomo turto inventorizacija, efektyvesnė jo priežiūra, remontas.</p> <p>VL Tiksliau skaičiuojama valdomo turto vertė ir turto eksploataavimo kaštai.</p>	<p>VL Miesto „skaitmeninis dvynys“ su integruotais BIM modeliais</p> <p>VL, PL, SGC Planinių pastatų techninių būklių patikrų perkėlimas į matematinius/mašininio mokymosi algoritmus.</p> <p>VL, PL, SGC Greitesni ir kokybiškesni sprendimai dėl užstatytos aplinkos investicijų ir valdymo.</p> <p>VL, PL Greitesni sprendimai dėl teritorijų planavimo savivaldybėse.</p> <p>VL, Nuolatinė viešojo turto patikra dėl lietaus, sniego, ledo būsenos važiuojamosiose ir pėsčiųjų vietose.</p> <p>VL, PL Informacijos analizė apie nenaudojamus ir neužstatytus plotus, įrengiant viešąsias erdves, parkus ar sodinant želdinius.</p> <p>VL, PL Realio laiku gaunami duomenys – realio laiku pasikeitusios infrastruktūros monitoringas.</p> <p>VL, PL Realio laiku stebima gatvių apšvietimo situacija.</p> <p>VL, PL Kintančios taršos ar triukšmo lygio stebėseną realio laiku.</p>	<p>VL, PL, SGC Tinkamai ir efektyviai suplanuotos investicijų sąnaudos ir nauda statinio gyvavimo cikle.</p> <p>VL, PL, SGC Mažėja investicijų dydis dėka kokybiškų ir realio laiku gaunamų duomenų apie statinius ir infrastruktūrą.</p> <p>VL, PL, SGC, PRZ Mažėja laiko sąnaudos statinių valdymui ir priežiūrai.</p>	<p>PL, PRJ Trumpėja laikas statinio projektų derinimui dėka automatizuoto statinio projekto sprendinių tikrinimo pagal atitiktą teisės aktų reikalavimams ir statybą leidžiančio dokumento išdavimą statinio informacinio modelio (BIM) pagrindu.</p> <p>VL Trumpėja investicijų į užstatytą aplinką pirkimų rengimo ir vykdymo laikas, dėka Centrinės viešųjų pirkimų informacinės sistemos (CVP IS) pritaikymui vykdyti viešuosius pirkimus pagal BIM principus.</p>

Naudų gavėjai	Investicijų sritis			
	<i>A – erdvinių duomenų pagrindas</i>	<i>C – centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams</i>	<i>D - centralizuotas skaitmeninis pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymo, priežiūros ir atnaujinimo įrankis/sistema, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones</i>	<i>E - valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui (BIM-LT projekto tęsinys)</i>
<i>Visuomenė (gyventojai)</i>	PL, VL, SGC Duomenimis grįstas nuosavo būsto atnaujinimo kokybiškas planavimas VL Įsitraukimas priimant sprendimus dėl viešosios infrastruktūros	PL, VL Geresnis teritorijų planavimo ir statybos projektų suvokimas dėl 3D aplinkos. VL, PL Nebereikia kreiptis į institucijas siekiant gauti vieno ar kito tipo detalią informaciją – ją gyventojas gali matyti ir/ar atsisiųsti. Saugumo užtikrinimo pagerėjimas gatvėse. VL, PL Statinių projektinių sprendimų svarstymas su visuomene. VL, PL Gyventojai informuojami ir įtraukiami į teritorijų planavimo, užstatytos aplinkos analizės procesus. VL, PL Miesto gyventojai, besidomintys atsinaujinančiais energijos šaltiniais, galės lengviau ir paprasčiau įsivertinti galimybes įsirengti saulės jėgaines ar kolektorius.	SGC Mažesnės energinės sąnaudos. Dėl aukštesnės statinių kokybės – geresnė pastatų savininkų gyvenimo kokybė. VL, PL, PRZ Gyventojai laiku informuoti apie pastatų valdymo, priežiūros, energinių sąnaudų ir taupymo klausimais. Gerėja gyvenamosios aplinkos kokybė.	VL Geresnė gyvenimo ir darbo aplinka dėka investicijų greičio ir efektyvumo.

Naudų gavėjai	Investicijų sritis			
	<i>A – erdvinį duomenų pagrindas</i>	<i>C – centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams</i>	<i>D - centralizuotas skaitmeninis pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymo, priežiūros ir atnaujinimo įrankis/sistema, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones</i>	<i>E - valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui (BIM-LT projekto tęsinys)</i>
<i>Viešasis sektorius (ministerijos ir joms pavaldžios institucijos, savivalda)</i>	Kokybiška vienodo standarto erdvinė statinių ir infrastruktūros informacija PL, VL Tiksliai statinių ir infrastruktūros statistinė informacija PL, PRJ, Galimybė sistemingai atnaujinti statinių ir infrastruktūros informaciją vienoje duomenų bazėje VL, PRJ, SGC, Kokybiškas statinių ir infrastruktūros valdymo/ priežiūros/ atnaujinimo planavimas VL, PL, SGC Lėšų taupymas, planuojant atnaujinti/ prižiūrėti statinius ir infrastruktūrą VL Galimybė vystyti viešojo turto buhalterinės apskaitos sistemas VL, PL, SGC, PRJ Duomenys tinkami naudoti parenkant renovacijos koncepciją, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo siūlymus, skaičiuojant energetinį sutaupymą	Atviri miestų duomenys investicijų planavimui 3D aplinkoje. VL, PL, SGC Lėšų taupymas (kokybiškesnis renovacijų programos planavimas taupys lėšas). VL, PL Kokybiškesnis energijos išteklių taupymo programų planavimas. VL, PL Renovacijų ar atsinaujinančių energetinių išteklių programų įgyvendinimo laikotarpis trumpės.	VL, PL, SGC, PRZ Sutaupyti laiko ir finansinių išteklių kaštai planuojant, koordinuojant ir prižiūrint renovaciją. VL Pasiiekti pastatų fondo renovacijos programos tikslai. VL, SGC Padidintas statinių energetinis efektyvumas. VL, PL Sutaupytas laikas ir pagrįstai nustatytos prioritetingos renovacijos teritorijos ir investicijos.	VL Investicijų į energinio efektyvumo, aplinkos kokybės gerinimo programas bus efektyvesnės, kokybiškesnės. VL, PL Trumpės investicijų įgyvendinimas. VL Pažangių investicijų vystymas. VL, PL Laiko sutaupymas planuojant nacionalines investicijų į užstatytą aplinką programas.
<i>Mokslas</i>	M: SGC, PL Atvirų duomenų naudojimas inovacijų kūrimui/ tyrimų miestuose ir/ar regionuose atlikimui	M: VL Inovatyvių sprendimų miestams kūrimas.	M: SGC Inovacijų, skirtų statinio tvarumui, kūrimas	M: VL Inovacijų, skirtų užstatytos aplinkos gerinimui, kūrimas. VL Trumpės inovacijų diegimo laikas.
<i>Naudos pagal statybos procesus:</i>				
<i>Valdymas</i>	V – SV – 7 GYV – 2 VŠ – 4 M –	V – 3 SV – 8 GYV – 5 VŠ – 3 M – 1	V – 2 SV – 3 GYV – 1 VŠ – 4 M –	V – 1 SV – 1 GYV – 1 VŠ – 4 M – 2

Naudų gavėjai	Investicijų sritis			
	<i>A – erdvinių duomenų pagrindas</i>	<i>C – centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams</i>	<i>D - centralizuotas skaitmeninis pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymo, priežiūros ir atnaujinimo įrankis/sistema, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones</i>	<i>E - valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui (BIM-LT projekto tęsinys)</i>
<i>Planavimas</i>	V – 2 SV – 3 GYV – 1 VŠ – 4 M – 1	V – 7 SV – 7 GYV – 5 VŠ – 3 M –	V – 1 SV – 3 GYV – 1 VŠ – 2 M –	V – 2 SV – 1 GYV – VŠ – 2 M –
<i>Statinio gyvavimo ciklas</i>	V – SV – 2 GYV – 1 VŠ – 3 M- 1	V – 1 SV – 2 GYV – VŠ – 1 M	V – 3 SV – 3 GYV – 1 VŠ – 2 M – 1	V – 1 SV – GYV – VŠ – M –
<i>Projekta- vimas</i>	V – 4 SV – 1 GYV – VŠ – 3 M-	V – 5 SV – GYV – VŠ – M –	V – 3 SV – GYV – VŠ – M –	V – 3 SV – 1 GYV – VŠ – M –
<i>Statyba</i>	V – 1 SV – GYV – VŠ – M –	V – 3 SV – GYV – VŠ – M –	V – 2 SV – GYV – VŠ – M –	V – 3 SV – GYV – VŠ – M –
<i>Priežiūra</i>			V – 1 SV – 1 GYV – 1 VŠ – 1	
<i>Investicijų įtaka statybos procesui:</i>				

Naudų gavėjai	Investicijų sritis			
	<i>A – erdvinių duomenų pagrindas</i>	<i>C – centralizuota 3D aplinka išmaniems miestams ir BIM modeliams</i>	<i>D - centralizuotas skaitmeninis pastatų ir kitų statinių bei infrastruktūros valdymo, priežiūros ir atnaujinimo įrankis/sistema, naudojant erdvinį duomenų pagrindą ir BIM metodus ir priemones</i>	<i>E - valstybės informacinių sistemų, registrų, kadastrų atnaujinimas, įgalinant taikyti BIM sprendimus ir erdvinio pagrindo atnaujinimui (BIM-LT projekto tęsinys)</i>
<i>statybos procesų laiko sutaupymas</i>	5	4	4	2
<i>kaštų sutaupymas</i>	4	5	3	3

Statybos procesų santrumpos, naudojamos lentelėje: VL – valdymas, SGC – statinio gyvenimo ciklas, PL – planavimas, PRJ – projektavimas, STB – statyba, PRZ – priežiūra. Tikslinių grupių santrumpos: V – verslas, SV - savivaldybės, GYV – gyventojai, VŠ - viešasis sektorius, M – mokslas.

Naudų balai suskaičiuojami pagal tai, kokiems statybos procesams nauda darys įtaką. Jei nauda darys įtaką keliems statybos procesams, ji suskaičiuojama tiek kartų kiek procesų ji darys įtaką.

Poveikio/įtakos statybos procesams preliminarus vertinimas balais, kai 5 - didelė įtaka, 1 - nedidelė įtaka.



Kuriame pamatus pagrįstiems ir
įžvalgiems viešosios politikos sprendimams