



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimas ir logistika

Baigiamasis magistro projektas

Gintautas Šakalys

Projekto autorius

Doc. Dr. Rasa Apanavičienė

Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimas ir logistika

Baigiamasis magistro projektas

Studijų programos pavadinimas 6211EX007

Gintautas Šakalys

Projekto autorius

Doc. Dr. Rasa Apanavičienė

Vadovė

Lekt. Dr. Violeta Medelienė

Recenzentė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Gintautas Šakalys

Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimas ir logistika

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Gintauto Šakalio, baigiamasis projektas tema „Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimas ir logistika“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Turinys

Įvadas	9
Santrumpos ir terminai naudojami tekste	10
1. Literatūros analizė	11
1.1. Aktualumas ir problematika	11
1.2. Mokslinė problemos analizė	12
1.3. Tikslas ir uždaviniai	16
2. Metodologinė dalis	17
2.1. Statybų logistikos sistemos	17
2.1.1. Transportavimo logistikos sistema	20
2.1.2. Medžiagų tiekimo ir sandėliavimo logistikos modeliai	23
2.1.3. Informacinės logistikos sistemos integravimas į statybų logistikos grandinę	28
2.1.4. Atliekų rūšiavimo ir aplinkosaugos planai	32
2.2. Statybų logistikos planavimas	33
2.2.1. Glaustas statybvietės logistikos planas	34
2.2.2. Detalus statybvietės logistikos planas	36
2.2.3. Statybos logistikos planų pavyzdžiai Jungtinėje Karalystėje	38
2.3. Statybų logistikos planavimo metodika pastatams statomiems miestų senamiesčiuose.....	41
2.3.1. Pasirengimas statybos darbams	41
2.3.2. Statybos procesas	46
2.3.3. Statybos užbaigimas	48
2.4. Pastatų statomų miestų senamiesčiuose logistikos vertinimo kriterijai	49
3. Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimo ir logistikos vertinimas	51
3.1. Tiriamieji statybos objektai	51
3.2. Pastatų statybos miestų senamiesčiuose analizė	55
3.3. Tyrimo rezultatai ir diskusija	58
3.4. Rekomendacijos pastatams statomiems miestų senamiesčiuose bei didelio užstatymo teritorijose	60
Išvados	63
Literatūros sąrašas	64

Paveikslų sąrašas

1 pav. Tiekėjo parinkimo svarbumo aspektai [16]	14
2 pav. Medžiagų pristatymo vėlavimo priežastys [16].....	15
3 pav. Sunkiasvorio transporto šoninė apsauga.....	21
4 pav. Transporto judėjimo reguliavimo ženklai [8]	23
5 pav. CCC metodo medžiagų tiekimo principas [11]	24
6 pav. CCC metodo efektyvumas [11]	25
7 pav. Sandėliavimo aikštelės ant pastolių [8]	27
8 pav. Medžiagų sandėliavimo ir kaštų grafikas [8].....	31
9 pav. Jungtinėje karalystėje taikomas logistikos planas pastatams statomiems centre.....	39
10 pav. Daugiabučio Anglijoje statybos logistikos planas	40
11 pav. Pasirengimo statybos darbams svarbiausios dalys.....	41
12 pav. Kalendorinio grafiko sudarymas.....	42
13 pav. Statybvietės įrengimo schema	45
14 pav. Pasirengimo statyboms loginė schema	46
15 pav. Statybų proceso loginė schema.....	47
16 pav. Statybų užbaigimo loginė schema	49
17 pav. Kumeliu g. objekto sklypo planas ir nuotraukos	51
18 pav. Gedimino g. statybvietės planas ir objekto nuotraukos	52
19 pav. Vytauto g. statybvietės planas	53
20 pav. Vytauto g. daugiabučio nuotrauka	53
21 pav. Jonavos g. statybvietės planas	54

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Vidutinio sudėtingumo statybviečių medžiagų logistikos plano dalys [9]	35
2 lentelė. Didelio sudėtingumo statybviečių plano dalys [9].....	35
3 lentelė. Aprašomi statinių statybos etapai [9].....	37
4 lentelė. Vertinimo metodika	50
5 lentelė. Kumeliu g. objekto duomenys	51
6 lentelė. Gedimino g. objekto duomenys	52
7 lentelė. Vytauto g. objekto duomenys	53
8 lentelė. Jonavos g. objekto duomenys	54
9 lentelė. 1 objekto – Kumeliu g. analizė	55
10 lentelė. 2 objekto – Gedimino g. analizė	56
11 lentelė. 3 objekto - Vytauto g. analizė	57
12 lentelė. 4 objekto – Jonavos g. analizė	58
13 lentelė. Vertinimo rezultatai	59
14 lentelė. Problemos ir rekomendacijos.....	60

Šakalys Gintautas. Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimas ir logistika. Magistro studijų baigiamasis projektas. Vadovė doc. dr. Rasa Apanavičienė; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: Inžinerijos mokslai, Statybos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: statybos; logistika; planavimas; organizavimas; senamiesčiai.

Kaunas, 2019. 66 p.

Santrauka

Projekto tikslas: sudaryti statybos planavimo ir logistikos modelį pastatams statomiems miestų senamiesčių teritorijose. Projekto uždaviniai: atlikti mokslinės ir praktinės literatūros analizę, aprašyti pagrindines statybų logistikos sistemas bei modelius. Pagal atliktą analizę, sudaryta statybų logistikos plano metodika pastatams statomiems miestų senamiesčiuose ir atlikti statybų senamiesčiuose logistikos efektyvumo analizė bei pateiktos rekomendacijos dažniausiai kylančių problemų sprendimui. Projektą sudaro trys dalys: literatūros analizė, metodologinė dalis, pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimo ir logistikos vertinimas. Darbą sudaro 66 puslapiai, 14 lentelių, 21 paveikslėlis.

Pirmoje darbo dalyje atlikta literatūros analizė apie statybų logistikos tyrimus, nustatyta pasikartojančios problemos kylančios statybų logistikos srityje.

Antroje projekto dalyje aprašytos statybų logistikos sistemų sudėtis, pasaulinėje praktikoje naudojami statybų logistikos planai, pateikta statybų logistikos plano pavyzdžiai. Pagal atliktą analizę bei aprašytas logistikos sistemas ir jų taikymą, sudaryta statybų logistikos metodika, pastatams statomiems miestų senamiesčiuose.

Trečioje darbo dalyje atliekama pastatų statomų senamiesčiuose bei didelio užstatymo teritorijose statybų logistikos sistemų taikymo efektyvumas. Pagal gautus rezultatus nustatytos pagrindinės problemos kylančios statybų procese, taip pat, kurios statybų logistikos sistemos mažiausiai efektyvios statybų metu. Pagal objektų analizę pateikiamos rekomendacijos su dažniausiai kylančiomis statybų logistikos problemomis, bei jų sprendimo būdai.

Šakalys Gintautas. Construction Planning and Logistics for Building in the City Old Town. Master's Final Degree. Project supervisor doc. Dr Rasa Apanavičienė; faculty of civil engineering and architecture, Kaunas University of Technology.

Study field group Engineering Sciences, Civil Engineering.

Keywords: construction; logistic; planning; organization; old town.

Kaunas, 2019. 66 pages.

Summary

Project objective: to develop a model of construction planning and logistics for building in the city old town. Objectives of the project: to analyze the scientific and practical literature, to describe the main systems and models of construction logistics. According to the literature analysis, develop a methodology of construction logistics plan for building in the city old towns and to carry out an analysis of the efficiency of logistics in the old towns and provide recommendations for solving the most common problems. The project consists of three parts: literature analysis, methodological part, construction planning and logistics evaluation of buildings in the city old towns. The project consists of 66 pages, 14 tables, 21 pictures.

In the first part of the thesis, literature analysis on construction logistics research was carried out, the most common problems in the field of construction logistics were identified.

In the second part of the project describes the composition of the logistics systems of construction, describes the construction logistics plans are used in the world practice and the examples of the construction logistics plan are presented.

In the third part of the thesis, the efficiency of the application of building logistics systems in the city old towns and high-rise areas is performed. According to the results, the main problems in the construction process, as well as the least efficient construction logistics systems during construction, were identified. According to the object analysis, recommendations are made with the most common problems of construction logistics and their solutions.

Įvadas

Naujų pastatų statyba, senų rekonstrukcija ir pritaikymas naujai paskirčiai miestų senamiesčiuose bei didelio užstatymo teritorijose yra vis dažnesnis reiškinys miestuose. Tačiau tokiais atvejais susiduriama su specifinėmis problemomis, pastatams keliami griežti architektūriniai reikalavimai, statinio rangovas susiduria su statybvietės įrengimo problemomis, nėra pakankamai vietos medžiagų sandėliavimui bei sunkiosios technikos judėjimui. Todėl labai svarbu, kad visas statybos procesas būtų optimaliai suplanuotas, darbai būtų vykdomi pagal grafiką, o jiems reikalingos medžiagos pristatomas laiku ir tinkama tvarka. Tai pasiekti galima tinkamai planuojant statybos procesą bei naudojant tinkamas logistikos sistemas. Tyrime nagrinėjama pastatų statybos projektai, kurie buvo vykdomos esant siauroms gatvėms, didelio užstatymo teritorijose, išanalizuojamos pagrindinės problemos su kuriomis susiduria statytojai. Detalizavus problemas sudaromas metodinis modelis, padėsiantis tinkamai pasiruošti ir vykdyti statybos darbus miestų senamiesčiuose.

Santrumpos ir terminai naudojami tekste

BIM – statinio informacinio modelio programinis paketas.

Buitinės patalpos – statybos dalyvių darbo ar poilsio patalpos statybvietėje.

CCC (Construction consolidation centre) - statybų konsolidavimo centrai, tai centrai kurie užsiima medžiagų priėmimu, perrūšavimu, ir tiekimu į objektą.

CLOCS standartas – medžiagų tiekimo į statybvietę eismo saugumo užtikrinimas statybvietėje ir iki jos reikalavimų sąrašas.

Darbo zona – vieta kurioje atliekamas tam tikras darbas.

GIS – geografinės informacinės sistemos, kuriose integruota reikiama statistiką ir vietovių žemėlapiai.

Just in time (JIT) – metodas pagal kurį medžiagos nėra sandėliuojamos ir naudojamos iškart pristatytos.

Kalendorinis grafikas – sudarytas grafikas pagal kurį vykdomi statybos darbai.

Lean – sistema kurios tikslas vertės nekuriančių procesų eliminavimas arba mažinimas, sukuriant nuolatinio tobulėjimo kultūrą organizacijos viduje.

Logistikos grandinė - logistikos sistemų visuma.

Logistikos sistema – sistema atliekanti tam tikras logistikos rūšies funkcijas, kartu turinti reikiamus ryšius su išorine aplinka ir kitomis logistikos sistemomis.

MRT (Material requirements planning) – atsargų poreikio planavimo sistema.

Objektas – statomas pastatas ar infrastruktūros statinys.

Pastoliai – metalinė konstrukcija su paklotais vaikščiojimui ar medžiagų sandėliavimui, padedanti pasiekti pastato išorines sienas.

Rangovas – įmonė vadovaujanti statybos procesui.

SMART sistema – statybų logistikos plano sistema.

Statybos dalyviai – visi asmenys susiję su statomu pastatu.

Statybų logistikos planas – planas sudarytas statybos proceso veiklai optimizuoti.

Statybvietė – aptverta statomo pastato darbo aikštelė.

Statytojas (užsakovas) – asmuo ar įmonė samdanti kitas įmones atlikti statybos darbus.

Subrangovas – įmonė pasamdyta atlikti tam tikrus statybos darbus.

1. Literatūros analizė

1.1. Aktualumas ir problematika

Šiais laikais logistika nėra tik transportavimą, prekių judėjimą bei sandėliavimą apimanti veiklos rūšis. Šiuolaikinė logistika yra labai įvairiapusė, jungianti daug skirtingų sričių, kaip transportavimas, atsargų valdymas, sandėliavimas, produktų tvarkymas ir apskaita, darbų planavimas ir kontrolė, informacijos mainai. Užsienyje statybų logistiką domisi tokie autoriai: Detmers (2003), Cook (2004), Frauenrath (2008), Jang, Russel ir Yi (2003). Lietuvoje statybų logistikai yra skiriama mažai dėmesio, kadangi įmonės, tai traktuoja kaip papildomas išlaidas, o darbuotojai kaip papildomą darbą, tačiau jie neįvertina statybų logistikos sistemų sukuriamos darbo spartos padidėjimo. Pagrindinės problemos stabdančios didesnę logistikos naudojimą statyboje yra :

- modernaus mąstymo trūkumas įmonėse bei valstybiniuose lygiuose;
- per lėtai vykstantys logistikos sampratos pokyčiai;
- specialistų rengimų trūkumas, visas dėmesys yra sukonzentruotas į transporto logistiką [2, 28].

Logistikos uždavinys - yra tiekti vartotojams prekes ir teikti paslaugas efektyviausiu būdu (pagal vartotojo poreikius). Todėl logistikos tikslus galime įvardinti taip:

- planuoti ir koordinuoti visas veiklas, siekiant aukšto vartotojų aptarnavimo lygio ir paslaugos kokybės mažiausiomis sąnaudomis;
- užtikrinti reikiamos kokybės, reikiamo produktų kiekio pristatymą į reikiamą vietą, reikiamam vartotojui reikiamu laiku, kartu paslaugos teikėjui gauti didžiausią pelną [2, 24].

Taip pat statybų logistika labai svarbi vietovėse, kuriose ypatingas dėmesys skiriamas aplinkosaugai, aplinkinių statinių ir kelių būklei išsaugoti. Kadangi statybų logistikos sistemos apima visas statybų sritis bei sprendžia problemas susijusias su dujų emisija bei dulkių ir triukšmo poveikiu aplinkai mažinimu. Taip pat yra sudaromas eismo organizavimo, aplinkinių teritorijų planas. Planų pagalba medžiagų tiekimas į objektą yra efektyvesnis, sumažėja tiekėjų atvežtų krovinių prastovos, aplinkiniais keliais žmonių ir automobilių judėjimas yra efektyvesnis [22, 26].

Visos aptartos problemos yra labai aktualios pastatams statomiems miestų senamiesčiuose, kadangi tokio tipo teritorijose didelis užstatymo tankis, padidintas dėmesys aplinkosaugos problemoms, taip pat darbams keliami aukšti kokybės reikalavimai. Pagrindinės problemos, kylančios statyboms miestų senamiesčiuose bei centruose:

- per maža teritorija statybviētės ģrengimui bei medĶiagų sandēliavimui;
- problemos kylančios kroviniūiam transportui privaĶiuoti prie objekto;
- sunkiosios technikos naudojimo apribojimai;
- dideli reikalavimai dēl aplink esančių kultūros paveldo statinių;
- Ŷemēs darbų apribojimai dēl geologinių sumetimų;
- atliekų sandēliavimo vietos trūkumas;
- didesni teisiniai reikalavimai statybų vykdymui;
- didesnis dėmesys aplinkosaugai ir taršai.

1.2. Mokslinė problema analizė

Logistikos samprata

Logistika tai praktinės ir mokslinės veiklos sritis. Ŷi sritis yra gana plati ir apima įvairių materialinių srautų planavimo, judėjimo, panaudojimo, kontroliavimo priemones. Logistikos sistemos padeda geriau prognozuoti įmonės veiklos rezultatus. Yra daug skirtingų logistiką paaiškinančių sąvokų, vieni autoriai teigia, kad tai tik marketingo dalis, kiti logistikos sąvoką papildo daugiau funkcijų:

„Logistika - tai veikla, suteikianti prekei ar paslaugai laiko ir vietos vertę. Logistinio poĶiūrio novatoriškumas pasireiškia informacijos, transporto, sandēlių ūkio, atsargų, komercinės veiklos ir daugelio kitų sistemų tarpusavio ryšio koordinavimu ir integracija į bendrąją sistemą. Be to, pageidaujama rezultatą siekiama gauti maĶiausiomis laiko, išteklių, finansų sąnaudomis ir kartu turint tikslą - kuo geriau aptarnauti vartotoją“ [14].

„Logistika – tai procesas, susijęs su strateginiu Ŷaliavų, medĶiagų ir pagamintos produkcijos, o taip pat su Ŷiuo procesu susijusios informacijos įsigijimo, saugojimo, judėjimo iš gamybos vietos iki vartotojo vietos valdymas, atsiŶvelgiant į vartotojų reikalavimus“ (Harrisonat at al., 2002).

„Logistika – tai gėrybių srauto judėjimo organizavimas, planavimas ir kontrolė, Ŷias gėrybes parūpinant, transportuojant, sandēliuojant ir paskirstant.“ Logistika yra efektyvaus (sąnaudų sumaŶinimo poĶiūriu) Ŷaliavų, atsargų, medĶiagų, nebaigtos produkcijos, gatavos produkcijos, paslaugų nuo Ŷio srauto atsiradimo pradŶios iki jo vartojimo vietos ir visa tai lydinčios informacijos proceso planavimas, valdymas ir kontrolė, siekiant pilniau patenkinti vartotojo poreikius (Council of Logistic Management, 2002).

Taigi logistikos sąvoka turi daug įvairių terminų, tačiau A. Garalis „Logistikos terminų aiškinamajame Ŷodyne“ aprašo logistikos sąvokos atsiradimą bei jo reikšmę visuomenei. Iš graikų kalbos atkeliavęs Ŷodis logistika [gr. logistike - skaičiavimo, mąstymo būdas] Senovės Graikijoje reiškė samprotavimo meną, Romos imperijoje - maisto produktų paskirstymo taisyklės (Garalis A.,

2003). Logistikos (gr. Logistikes - skaičiavimo menas) sąvoka buvo vartojama jau antikos laikais, Atėnuose. Žmonės kurie užsiėmė kontroliavimu buvo vadinami logistais [14].

Vystantis logistikos mokslui, pakito ir logistikos samprata. Logistikos sąvoka tiksliausiai apibrėžiama „logistika – tai mokslas, nagrinėjantis materialių ir informacinių srautų planavimo, organizavimo, valdymo ir kontrolės procesus erdvėje ir laike nuo jų pirminio šaltinio iki galutinio vartotojo“ [2]. Anot autorės Braškienės logistikos terminas turi didelę apibrėžimų gausą, tačiau galima išskirti dvi pagrindines grupes:

- Praktinė veikla, tai tikslingas procesas, nukreipti materialių ir su jais susijusių informacinių bei finansinių srautų valdymą (organizavimą, planavimą ir kontrolę) gamybos ir apyvartos srityse
- Mokslinė tyrimų kryptis, tai tiesiogiai susiją su naujų galimybių didinti materialijų srautų efektyvumą paieška [28].

Medžiagų tiekimo valdymo logistikos tyrimai

Mokslinėje literatūroje minima, kad per mažai dėmesio skiriama statybviets logistikai, o visas dėmesys yra sutelktas į medžiagų atvežimo logistikos planavimą. Efektyvus medžiagų naudojimo planavimas, nėra nauja koncepcija, tačiau tai būtina nagrinėti papildomai. Statybų darbų ataskaitose pateikiamos tik sunaudotų medžiagų vertės, bet tik maža dalis informacijos yra apie efektyviai naudotas medžiagas. Tęsiant tyrimus statybų planavimas ir logistika leistų geriau planuoti projekto eigą bei valdyti biudžetą [18].

Tyrime nustatyta, kad dauguma atvejų per mažai dėmesio yra skiriamą medžiagų planavimui statybvietsėse, todėl siūloma specialistams laikytis labiau sisteminio požiūrio į strateginį medžiagų valdymą. Atliekant tolimesnius tyrimus siūloma toliau tirti kitus regionus, siekiant bendresnių rezultatų. Tai ypač aktualu gerai išsivysčiusioms šalims, dėl didelių projektų bei jų valdymo ir koordinavimo. Akademiniam kontekste yra didelis trūkumas informacijos apie tyrimus nagrinėjančius statybų logistikos įtaką statybvietsėse [26].

Moksliniuose straipsniuose taip analizuojam medžiagų tiekimo grandinės valdymas. Medžiagų valdymas sudaro didelę dalį visų statybų išlaidų. Todėl atlikta analize stengiasi pagerinti projekto įgyvendinimą, kadangi labai svarbu pasiekti geriausią įmanomą rezultatą projekto progresu [31].

Tyrimo pagrindiniai tikslai yra:

- išsamiai išnagrinėti logistikos tinklų sistemas, nustatyti koncepcinį modelį, nustatant problemas ir tikslus;
- sudaryti logistinės veiklos restruktūrizavimo procesus, pagal tinkamas metodikas ir priemones;

- integruoti projekto dokumentaciją į informacines sistemas [31].

Taip pat, analizuota medžiagų sandėliavimo efektyvumo gerinimo būdai. Nustatyta, kad naudojant informacines sistemas lengviau pasiekti norimą rezultatą statybų logistikos srityje. Informacines sistemas pasitelkti galima keliais būdai: pritaikant senas sistemas, naudotis jau parengtomis sistemomis arba sukuriant ir išbandant naujas sistemas. Tai kompanijoms leistu pagerint logistikos planus bei sumažintu medžiagų išlaidų kaštus. Tęsiant tyrimus statybų planavimas ir logistika leistu geriau planuoti projekto eigą, valdyti biudžetą [5, 31, 35].

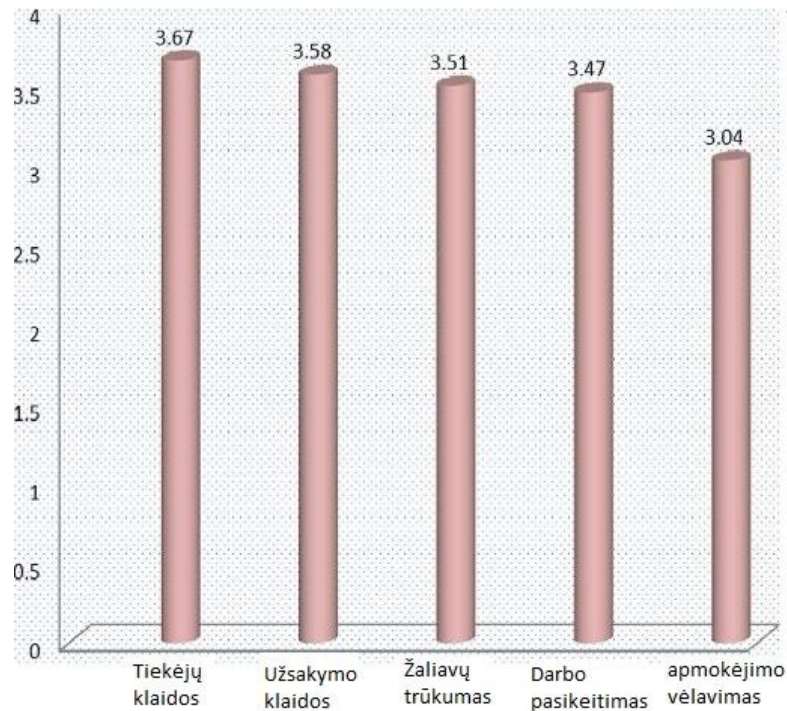
Tiekėjų parinkimo svarbiausi aspektai

Tyrime analizuota svarbiausi aspektai pasirenkant tiekėjus statybos projekto statybai. Tyrimo metu apklausti 55 statybų valdytojai. Kiekvieną punktą galima buvo vertinti penkiabalėje sistemoje (5 - labai svarbu, 1 – visiškai nesvarbu). Atlikus rezultatų analizę nustatyta, kad tiekėjo pasirinkimas pirmiausiai priklauso nuo medžiagų kokybės bei kainos. Taip pat rangovai didelį dėmesį kreipė į tiekėjų turimas medžiagų atsargas, firmos reputaciją bei pristatymo terminą. Mažiausiai aktualu buvo siūlomos nuolaidos bei pardavėjo kompetenciją [16].



1 pav. Tiekėjo parinkimo svarbumo aspektai [16]

Taip pat nustatyta dėl kokios priežasties dažniausiai vėluoja medžiagų pristatymas, tai tiekėjų klaidų, užsakymo klaidų, trūkstamos žaliavos bei mokėjimų vėlavimų.



2 pav. Medžiagų pristatymo vėlavimo priežastys [16]

Iš atlikto tyrimo matome, kad buvo nagrinėtos medžiagų tiekėjų parinkimo variantai, bei vėlavimo priežastys, tačiau pastatams statomiems miestų senamiesčiuose aktualu ir daugiau aspektų, kaip tiekimo transporto ekologiškumas, pristatymo laikas tarp užsakymo ir atvežimo, atvežimo kaina, šia kryptimi tyrimai ir gali būti tęsiami [16, 38].

Modulinė statybos logistikos organizavimas

Moksliniame straipsnyje apžvelgiama modulinės statybos plėtra, taip pat sudaromas matematinis modelis, konstrukcijų montavimo, logistikos procesams optimizuoti. Modelis sudarytas gyvenamųjų namų modulinei statybai. Naudojant kaštų skaičiavimo formules, reikiamų elementų gamybos bei tiekimo išlaidos, bei visą šią informaciją sumodeliavus buvo gautas rezultatas, kuris parodė statybų išlaidas bei trukmę. Atliktas tyrimas parodė, kad gerai parengtas modelis gali efektyviai parodyti statybos eigą, tačiau reikia atsižvelgti į keletą aspektų [16]:

- tiekėjai turi tiksliai vykdyti savo įsipareigojimus;
- projektas turi būti pilnai paruoštas ir nekoreguojamas statybų metu;
- medžiagų kokybę turi būti tinkama, negali būti pažeistų medžiagų;
- rangovas turi gerai organizuoti darbus.

Neįvykdžius minėtų reikalavimų, modelio informacija bus netiksli, tuomet jo ruošima neteks prasmės, kadangi visą laiko grafiką turės sudaryti rangovo paskirtas asmuo. Taip pat modelis ruošiamas vienam projektui, taip didėja projektavimo kaštai. Apibendrinant tyrimą, dalį aspektų galima pritaikyti pastatams miestų senamiesčiuose, kadangi dalyje objektų senamiesčiuose,

reikalingas ypatingas dėmesys pastatų saugumui bei statybos laiko trukmei, tuomet galima modelį sudarinėti nepaisant papildomų išlaidų. Taip pat jei statomas naujas pastatas galima naudoti kuo daugiau surenkamų bei modulinių konstrukcijų, taip bus sumažintos sandėliavimo bei transportavimo logistikos problemos [16].

1.3. Tikslas ir uždaviniai

Magistrantūros baigiamojo projekto tikslas - sudaryti statybos planavimo ir logistikos modelį pastatams statomiems miestų senamiesčių teritorijose.

Projekto uždaviniai:

- atlikti mokslinės ir praktinės problemos analizę;
- atlikti pagrindinių statybų logistikos sistemų, modelių ir taikomų metodų apžvalgą;
- sudaryti statybų logistikos modelį pastatams statomiems miestų senamiesčiuose;
- atlikti pastatų statomų miestų senamiesčiuose statybų logistikos vertinimą;
- apžvelgti gautus rezultatus ir pateikti rekomendacijas;
- išvados.

2. Metodologinė dalis

2.1. Statybų logistikos sistemos

Statybos procesuose didžiausią įtaką turi šios dalys:

- užsakovas;
- vykdytojas;
- objektas;
- kontroliuojančios institucijos ir prižiūrinčios institucijos;
- žmogiškieji, finansiniai, informaciniai ir technologiniai resursai.

Vienas iš galimų būdų sumažinti pastato statybų sąnaudas yra įvairių logistinių sistemų taikymas. Logistikos terminas Lietuvoje dažniausiai naudojamas transporto ir krovinių pervežimo srityje. Pasaulyje ši praktika keičiasi ir logistikos sąvoką vartoja vis daugiau sričių. Logistikai galima priskirti veiklą apimančią žaliavų, energetinių išteklių, produktų, gaminių ir kitų dedamųjų transformavimą per tam tikrą laiką ir erdvę [15, 26].

Logistikos procesai ir veiksmai gali būti vykdomi:

- atskirų sistemų pagrindu, tam tikriems darbams atlikti;
- grandžių pagrindu, kai planuojami keli vienas nuo kito priklausantys darbai, taip pat gali būti įtrauktos kitos įmonės, kurios rūpinsis medžiagų ir mechanizmų pristatymu ir kt.

Logistikos sistema – sistema, atliekanti tam tikras logistikos rūšies funkcijas, kartu turinti reikiamus ryšius su išorine aplinka ir kitomis logistikos sistemomis bei gebanti prisitaikyti prie aplinkos pokyčių [26].

Logistikos sistemą sudaro šie elementai:

- darbuotojai;
- užsakovai;
- objektas;
- techninės priemonės.

Logistikos sistemų visuma vadinama logistikos grandine. Tai grandinė kuri gali veikti pačioje organizacijoje bei tarp įvairių atskirų ūkio subjektų fiksuotoje teritorijoje. Logistikos sistemos gali būti labai įvairios (karinės, informacinės, transporto, prekybos ir kt.). Naujosioms logistikos sistemoms priskiriama statybos logistika. Šią sritį sudaro kitos logistinės sistemos [26, 27]:

- transporto logistika;
- aprūpinimo logistika;
- atsargų valdymo logistika;
- sandėlių logistika;
- atvirkštinė logistika;
- informacinė logistika.

Aprūpinimo logistikos reikšmė: nurodytos kokybės, reikiamo kiekio žaliavų, detalių, prekių, produktų ir kt. gavimas reikiamu laiku į reikiamą vietą iš gamintojo ar tiekėjo, kuris laiku vykdo savo įsipareigojimus. Statybos veikloje aprūpinimo procesas vyksta, statant pastatus, infrastruktūros objektus ir kitus statinius bei gaminant statybines medžiagas, konstrukcines detales [6, 26].

Atsargų logistika – ši veikla yra itin svarbi, nes, pirma ją lemia būtinybė užtikrinti reikiamų produktų tiekimą pagal klientų nustatytus reikalavimus (kainą ir laiką). Antra, žaliavoms, detalėms bei pagamintų prekių atsargoms išlaikyti būtinos nemažos investicijos. Pinigai, investuoti į atsargas, negali būti naudojami kitur. Todėl, sėkmingai kontroliuojant atsargas, galima užtikrinti ne tik tinkamą klientų aptarnavimą, bet ir reikiamą įmonės finansų būklę [14,26].

Sandėliavimo logistika - sistema yra vadinama visuma technologijų, organizacinių ir informacinių priemonių, kurių pagrindu atliekamas įvairios produkcijos priėmimas, sandėliavimas, paruošimas išdavimui, kartu vykdant informacinį šių procesų administravimą [28].

Svarbiausios sandėliavimo logistikos funkcijos, koordinuoti medžiagų tiekimą, užtikrinti kad technologiniai ir gamybiniai procesai nebus pertraukti, produktus grupuoti jungti bei skaidyti [24,26].

Atvirkštinė logistika – tai efektyvus materialių srautų ir su jais susijusių informacinių srautų judėjimo iš jų vartojimo vietos į kilmės tašką organizavimas planavimas ir įgyvendinimas siekiant atsiimti likusią vertę ir ją panaudoti [26].

Informacinė logistika – pagrindinė funkcija apjunti visų logistikos sistemų veikimą į grandis. Ši logistikos sistema valdo, koordinuoja, kontroliuoja bei analizuoja visas logistines sistemas ir užtikrina kokybišką jų veikimą. Apima informacijos kaupimą, laikymą, generavimą, bei dalinimąsi [27].

Lietuvoje logistikos samprata nėra labai plačiai naudojama, tačiau po truputį plečiasi, taikydama šiuos būdus:

- remiantis pačių įmonių specialistų patirtimi ir žiniomis;

- pasinaudojus kitų įmonių patirtimi;
- ekspertų pagalba;
- apjungiant visus būdus.

Statyboms vykstančioms miestų senamiesčiuose labai aktualu statybų logistikos sistemos dalis – aprūpinimo ir atsargų logistika. Kadangi dėl sandėliavimo vietos trūkumo būtina medžiagas vežti, kad jos nebūtu per ilgai sandėliuojamos, tačiau dėl jų trūkumų nebūtų stabdomi darbai.

Sistemos naudojamos logistikos sistemose:

- „MRP“ – tai atsargų poreikio planavimo sistema. Ji skirta siekiant optimizuoti aprūpinimą atsargomis, garantuojant jų palaikymui reikalingas minimalias išlaidas, kartu užtikrinant ir nenutrūkstamą veiklą [24].
- „Lean“ sistema – tai ne tik siekis dirbi be didelio kiekio atsargų ir sandėliavimo. Ši sistema negali efektyviai veikti, neturėdama ir netaikydama nuostatos, kad vertingiausi organizacijos resursai yra darbuotojai, kurie ir yra šios sistemos pagrindinė vertybė. Ne tik darbuotojų dėka ši sistema buvo sukurta ir sėkmingai pritaikyta [10, 26].
- „6S“ sistema. Šios sistemos šešios sudedamosios yra šios:
 - surūšiuoti, nereikalingų medžiagų, žaliavų bei kt. surūšiuojimas ir pašalinimas iš darbinės zonos;
 - sutvarkyti, reikalingų medžiagų, žaliavų ir kt. išdėstymas darbų vykdymui patogia tvarka;
 - valytis, tikslas susitvarkyti visą darbinę aplinką;
 - palaikyti, tvarkos ir švaros palaikymas, darbo zonose;
 - disciplina, tikslus techninės dokumentacijos parengimas, statybos technologinių procesų aprašymas, darbuotojų apmokymas;
 - įprotis, disciplinos pavertimas įpročiu [8].

„Lean“ sistemos tikslas – naudojant mažesnius išteklius sukurti didesnę vertę klientui ir didinti savo konkurencinį pranašumą. „Lean“ esmę geriausiai nusako du pagrindiniai principai: nuolatinis tobulėjimas ir nereikalingų veiklų (nuostolių) šalinimas [26, 27].

Tai klientui ir įmonei vertės nekuriančių procesų pašalinimas arba mažinimas, sukuriant nuolatinio tobulėjimo kultūrą organizacijos viduje.

Žinoma, efektyvus proceso valdymas neįmanomas be nuolat tobulėjančio žmogaus. Darbuotojas įtraukiamas į nuolatinį procesų tobulinimą. Kitu atveju: „*Jei darysi tą patį ką anksčiau darei, gausi tą patį, ką anksčiau gaudavai*“, teigia Kennethas Blanchardas.

Visose šio statomo namo ar efektyvių procesų valdymo dalyse slypi tam tikri Lean metodai ar įrankiai: „6S“, „Kaizen“, „PDCA“, Standartizuotas darbas, „SMED“, „TPM“, „Kanban“, „Hoshin Kanri“ ir kiti. Atsitiktinis šių metodų taikymas dažnai neduoda laukiamo rezultato, kadangi tam turi būti numatytas sisteminis ir nuoseklus įgyvendinimas.

„Lean“ sistemos įgyvendinimas pirmiausia pradedamas nuo įmonės veiklos vertinimo, kuris susideda iš trijų dalių:

- pagrindinių įmonės veiklos rodiklių analizė;
- Gemba auditas (fizinis procesų vertinimas įmonėje);
- ataskaitos ruošimas (naudų identifikavimas ir „Lean“ įgyvendinimo veiksmų plano išgryninimas) [26].

2.1.1. Transportavimo logistikos sistema

Transporto logistika – tai procesas, kurio metu yra apimama visi procesai ir operacijos susijusios su produktu gabenimu, pradedant žaliavų išgavimu bei pervežimu į gamyklą iki medžiagų tiekimo į objektą organizavimo. Sudarant logistikos sistemą yra nagrinėjami efektyviausi tiekimo maršrutai į statybvietybę, eismo organizavimas statybvietybėje bei greta jos [26, 17].

Eismo saugumas statybvietybėje ir gretimomis gatvėmis

Jungtinėje Karalystėje statybvietybėms esančiomis miesto centruose dažnai naudojama CLOCS standartas. Šis standartas skirtas statybos logistikos operatoriams, statybos dalyviams, aptarnaujančių bei statybvietybėje dirbančių transporto priemonių vairuotojams [8, 10].

Standarto reikalavimai keliami statybų logistikos priežiūros komandai:

- kokybės kontrolė. Koordinatorai turi užtikrinti, kad transporto priemonės atitiktų keliamus reikalavimus, visi darbuotojai būtų kvalifikuoti ar apmokyti;
- incidentų registravimas. Eismo bei kiti incidentai turi būti registruojami bei ruošiamos ataskaitos, analizuojant incidento priežastį bei galimus prevencinius apsaugos būdus;
- eismo spūsčių reguliavimas. Logistikos priežiūros komanda turi koordinuoti transporto judėjimą statybvietybėje, kontroliuoti gretimose gatvėse laukiančio transporto stovėjimą. Taip pat esant reikalui organizuoti aplinkinių kelių uždarymą bei apylankų nurodymą.

Sunkiasvorių transporto priemonių reikalavimai:

- transporto priemonės turi turėti šoninius apsauginius įtaisus, kurie apsaugo nuo statybų dalyvių bei medžiagų patekimo po transporto priemonę;



3 pav. Sunkiasvorio transporto šoninė apsauga

- įspėjamieji ženklai. Transporto priemonės turi turėti signalinius ženklus bei signalus naudojamus manevravimo ir krovimo metu;
- aklosios zonos minimalizavimas. Sunkiasvorių transporto priemonių vairuotojai turi naudoti papildomas priemones sumažinti zonas kurios nematomos sėdint transporto priemonėje. Vairuotojas gali naudoti papildomus veidrodėlius, vaizdo stebėjimo kameras, kliūties signalizavimo sistemas [10].

Vairuotojams keliami reikalavimai norint atitikti CLOCS standarto reikalavimus:

- tobulinimosi kursų lankymas. Vairuotojai turi žinoti signalizavimo signalus statybvietyje, gebėti tinkamai įspėti apie judančią transporto priemonę;
- vairuotojo bei krovinių kėlimo pažymėjimai. Sunkiasvorio transporto vairuotojai privalo turėti būtinus dokumentus priemonės vairavimui, taip pat sunkiasvoriams transportui turinčiam manipulatorius būtiną turėti krovinių kėlimo apmokymo pažymėjimus [10];

Statybos dalyviams keliami reikalavimai ir pareigos:

- saugaus eismo bei transporto sustojimo vietos įrengimas ir pažymėjimas. Rangovas įrengia stovėjimo vietas kuriose transporto priemonės yra iškraunamos, laukia iškrovimo bei esant poreikiui yra plaunami ratai;
- transporto iškrovimo ir pakrovimo organizavimas. Statybos dalyviai atvežtas medžiagas iškrauna arba nurodo medžiagų sandėliavimo vietą;
- atvežimo laiko reguliavimas. Atliekama analizė bei sudaromas planas kurio metu efektyviausia vežti medžiagas, kad transporto priemonės patektų į mažiausias spūstis, taip pat nesudarytų problemų kitam aptarnaujančiam transportui;

- medžiagų tiekimo grandinių sudarymas. Statybos rangovas turi koordinuoti visų statybos dalyvių medžiagų tiekimą, optimizuojant medžiagų pristatymą iš tų pačių vietų, laiko grafiko sudarymą [8, 10].

Standarto taikymas CLOCS jungtinėje karalystėje yra savanoriškas, tačiau nuo 2015 rugsėjo 1d. sugriežtintus sunkvežimių naudojimo standartus, visos transporto priemonės atitinkančios CLOCS standartą atitinką ir valstybės keliamus reikalavimus. Taip pat kartu su CLOCS standartu gali būti kartu naudojamas FORS, kuri rūpinasi krovinių pervežimo efektyvumu, kuro sunaudojimu, dujų emisija, eismo saugumo [8, 17].

Eismas statybvietėje

Sunkiasvorio transporto manevravimas statybvietėse yra vienas dažniausių nelaimingų atsitikimų statybos metu. Pagrindiniai incidentai įvyksta kai statybos dalyviai bei transporto vairuotojai nesilaiko eismo bei darbų saugos reikalavimų [8,36]:

- netinkamai įrengti arba per maži šoninio vaizdo veidrodėliai;
- transporto priemonės stiklai bei veidrodėliai užsinešę purvu;
- didelės aklosios zonos;
- vairuotojas nesukoncentruoja dėmesio, naudojami telefonai, reguliuoja radijo imtuvą;
- darbuotojai nesilaiko darbų saugos reikalavimų;
- pašaliniai žmonės būna transporto judėjimo zonoje.

Norint išvengti incidentų transporto priemonėje galima įrengti pagalbines priemones, kaip vaizdo stebėjimo kameras, transporto priemonę nuolat plauti bei techniškai prižiūrėti.

Taip pat saugiam transporto judėjimui statybvietėje galima paskirti atsakingą asmenį, kuris koordinuotų transporto judėjimą. Statytojas turi paskirti koordinatorių, apmokyti visus statybos dalyvius apie transporto reguliavimo ženklus, nurodyti galimas transporto judėjimo zonas [10, 17].

Sunkiasvorio transporto judėjimo reguliavimas ženklais. Paskirtas koordinatorius pagal nustatytą ženklų sistemą reguliuoja transporto manevravimą. Signalizuotojas privalo tinkamai rodyti ženklus, kontroliuoti žmonių judėjimą transporto manevravimo zonoje, stabdyti transporto judėjimą nelaimės atveju. Vairuotojas privalo gerai žinoti rodomus signalus, užtikrinti gerą matomumą automobilyje, sustoti kuomet signalizuotojas nėra gerai matomas [8,36].

Pasiruoši
manevravimui



Sustoti



Atbuline eiga



Atlikti apsisukimą
nurodyta kryptimi



Rankų atstumu
nurodomas
atstumas iki kliūties



Pakelti



Nuleisti



Stabdyti kėlimą



Reguliavimo
pabaiga



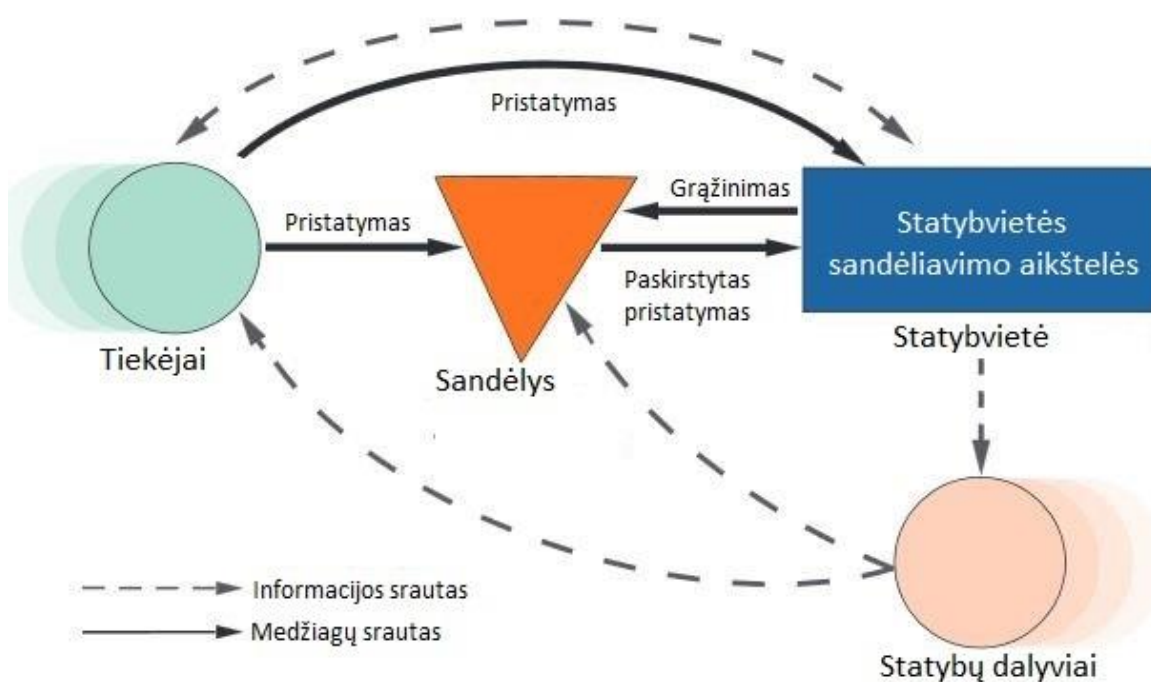
4 pav. Transporto judėjimo reguliavimo ženklai [8]

2.1.2. Medžiagų tiekimo ir sandėliavimo logistikos modeliai

Pastatams statomiems didelio užstatymo teritorijose didžiausios problemos kyla su medžiagų sandėliavimu bei pristatymo terminais. Svarbu kad neatsirastu prastovų dėl medžiagų trūkumo, taip pat medžiagos turi būti sandėliuojamos saugiai bei išvengiant jų sugadinimo dėl netinkamo sandėliavimo. Yra keletas pagrindinių medžiagų pristatymo būdų [1, 33, 34, 37]:

- statybų konsolidavimo centrai (construction consolidation centre-CCC) [11];
- naudojimas be sandėliavimo (just-in-time) [1].

Sandėliavimas pasirinkus statybų sandėliavimo-perskirstymo centrus.



5 pav. CCC metodo medžiagų tiekimo principas [11]

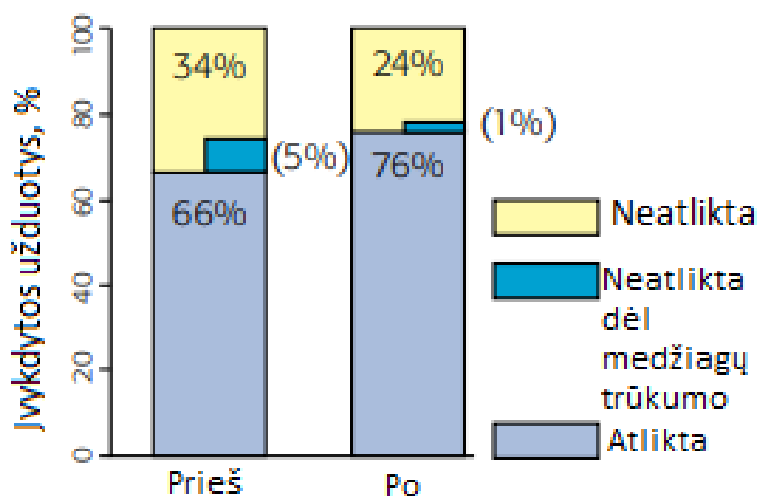
CCC metodu objekto statybai reikalingos medžiagos yra sandėliuojamos netoliese esančioje sandėliavimo aikštelėje ir kompleksiskai vežamos pagal poreikį.

Šis metodas yra efektyvus nes pagal statistiką į objektą atvažiuojančio transporto sumažėję apie 70%, taip pat nereikalingas pakuotes galima palikti sandėliavimo aikštelėje, taip išsprendžiama atliekų tvarkymo problema. Taip pat esant prastam statybos kontroliavimui ar nepatikimiams tiekėjams, darbų trukmė nepailgėja dėl medžiagų trūkumo [11, 13].

Sandėliavimo centru veikimas. 6 pagrindiniai etapai:

1. tiekėjas pristato užsakytas medžiagas į konsolidavimo centrą;
2. centre atvežtas medžiagas suskaičiuoja, patikrina kokybę, bei sužymi taip supaprastindami tolimesnį medžiagų tiekimo koordinavimą;
3. rangovas ar kiti statybos dalyviai kurie naudojami CCC likus parai iki medžiagų poreikio pateikia užsakymą kuriuo metu kokios medžiagos bus reikalingos;
4. konsolidavimo centras sudaro medžiagų „dienos paketą“ pagal kiekvieną užduotį;
5. transportas pristato paruoštus paketus tiesiai į statybvieta;
6. atvykęs transportas iš statybvieta pašalina likusius medžiagų perteklius bei stambias atliekas, kurias rūšiuoti statybvietaje nėra efektyvu [11].

Pagal statistika atliktą Anglijoje statybų metu, įmonės kurios įsivedė CCC sandėliavimo tipą sumažino prastovų dėl medžiagų palyginus su paprastą sandėliavimo sistema [11].



6 pav. CCC metodo efektyvumas [11]

Kaip matome diagramoje CCC logistikos tipas sumažina prastovas dėl medžiagų trūkumo iki minimalaus skaičiaus. Taip pat minimas logistikos tipas padeda sumažinti brokuotų medžiagų skaičių bei optimizuoja medžiagų skaičių statybvietėje [8, 11, 20].

Tačiau naudojant statybų konsolidacijos centrus padidėja sandėliavimo kaštai. Jiems apskaičiuoti sudaromos formulės:

$$K_S = K_T + K_{TS} + K_{CCC} + K_S \quad (1)$$

$$K_T = K_{Pakrovimo} + K_{Priežiūros} + K_{transportavimo} + K_{Algos} \quad (2)$$

$$K_{TS} = K_{pakrovimo} + K_{Transoirtavimo} \quad (3)$$

$$K_{CCC} = K_{sandėlio} + K_{priėmimo} + K_{patikros} + K_{registracijos} + K_{saugojimo} + K_{perkrovimo} + K_{planavimo} + K_{surūšiavimo} + K_{priežiūros} \quad (4)$$

$$K_S = K_{pakrovimas} + K_{Perskirstymas} + K_{Transportavimas} \quad (5)$$

Čia

K – kaštai;

K_T – išlaidos transportavimo į konsolidacijos centrą;

K_{TS} – išlaidos transportavimo į statybvietę;

K_{CCC} – konsolidacijos centro išlaikymo išlaidos;

K_S – išlaidos medžiagų transportavimo iš statybvietės į sandėliavimo centrą [11].

Pristatymas iškart į naudojimo vietą (Just-in-time).

Just-in-time principo tikslas viską vykdyti tiksliai laiku. Pagrindinis siekis sukurti ir įgyvendinti nepertraukiamą bei lanksčią logistinės veiklos grandinę, kuri funkcionuotų su kuo mažiausiomis atsargomis, minimaliu darbo jėgos poreikavimu, mažiausias kaštais ir efektyviai koreliuotu su išorine aplinka. Šis principas efektyviausias mažiems pastatams, kuriuose vietos sandėliavimui nėra, o medžiagų poreikis nedidelis. Didžiausi rizikos veiksniai šiuo metodu, darbuotojų prastovos dėl medžiagų trūkumo. Principo veikimui būtina pasirinkti patikimus medžiagų tiekėjus bei tinkamai organizuoti darbą [1, 5, 8].

Pagrindiniai „Just-in-time“ tiekimo sistemos privalumai:

- nereikia medžiagų sandėliavimo aikštelės statybvietyje, taip sutaupomos išlaidos kurios būtų išleidžiamos medžiagų sandėliavimui;
- pagreitėja darbo atlikimas, atvežtos medžiagos kraunamos tiesiai į darbo zoną;
- išvengiama rizikos dėl medžiagų vagystės;
- sumažėja sugadintų medžiagų dėl netinkamo sandėliavimo bei įvairiu įvykių;
- pinigai mokami už medžiagas nėra įšaldomi, statytojas už atliktus darbus gauna apmokėjimą per panašų laiką kuomet turi atsiskaityti už medžiagas, taip sumokėti pinigai už medžiagas greitai atgaunami [1].

Tiesia nagrinėjama tiekimo sistema turi ir trūkumų:

- nepakankamai tinkamas statybos dalyvių planavimas, atliekant pavėluotus užsakymus, netiksliai nurodant medžiagų kiekį sukelia prastovas, kas daro įtaką atliekamų darbų terminui;
- objekte dirbant daug skirtingų įmonių bei esant nepakankamai komunikacijai medžiagų vežimas gali būti labai neefektyvus, medžiagos bus vežamos dažnai, tie patys tiekėjai veš kelis krovinius skirtingoms įmonėms kelis kartus, dėl susidariusio didelio tiekėjų skaičių atsiras medžiagų iškrovimo laiko pailgėjimas dėl spūsčių statybvietyje;
- galimas medžiagų atvežimo vėlavimas, pagrindinė to priežastis nepatikimi tiekėjai, tai pagrindinė problema naudojant „Just-in-time“ principą, taip pat vėlavimai gali susidaryti dėl nenumatytų aplinkybių, kaip eismo įvykių, sudėtingų eismo sąlygų, transporto gedimo, medžiagų pažeidimų krovimo ar gamybos metu.

Didžiausia rizika, minėtiems atvejams kyla, kuomet medžiagos vežamos tiesiai iš užsienio gamyklų [1, 8].

Norint, kad „Just-in-time“ sistema veiktų optimaliai, yra keli variantai tai užtikrinti:

1. „Just-in-time“ principą naudoti kartu su konsolidacijos centrais (CCC), taip medžiagos bus pristatomos į centrus ir tuomet pagal sudarytą planą vežamos tiesiai į statybvietai;
2. naudojamos BIM sistemos, kurios automatiškai atlieka užsakymus, pagal atliktus darbus. Tuomet statybos dalyviams reikia tik suvesti per dieną atliktus darbus bei sunaudotą medžiagų kiekį bei programos pagal nustatytus algoritmus paskaičiuos reikiamą medžiagų kiekį bei atliks užsakymą;
3. mažinti tiekėjų skaičių renkantis patikimus, galinčius pasiūlyti plačią medžiagų tiekimo ratą tiekėjus [8].

Atvejais, kuomet objektuose sandėliavimo teritorijoms vietos nėra, galima įrengti sandėliavimo aikštelės ant pastolių. Jos įrenginėjamos ties kiekvienu pastato aukštu, kad būtų patogiu pernešti medžiagas į pastatą [8, 23].



7 pav. Sandėliavimo aikštelės ant pastolių [8]

Sandėliavimo aikštelės praplatinamos šalia esančių pastolių reikiamame aukštyje, bei įrengiamos su reikiamu aukščio tarpu patogiam medžiagų padėjimui. Toks sandėliavimo sprendimas: sumažina medžiagų paskirstymo ir pernešimo laiką bei statybvietai sandėliuojamo medžiagų skaičių.

Statybų logistikos komanda

Statybų logistikos komanda – atsakinga už medžiagų priėmimą bei atliekų tvarkymą. Sudaroma programa kurioje kiekvienas statybos dalyvis pildo medžiagų pristatymo grafiką, kurį logistikos komandos darbuotojas koordinuoja bei prižiūri jo tikslingumą [8, 23, 32].

Priklausomai nuo pasirinkto medžiagų sandėliavimo modelio statybos logistikos komandą gali sudaryti sandėliavimo sandėlio prižiūrėtojai, tuomet medžiagos vežamos į netoli statybvietės esančią sandėliavimo aikštelę ir į objektą pristatomo pagal iš anksto sudarytą medžiagų tiekimo grafiką. Aspektai kurie pagerėja pasamdžius statybų logistikos komandą:

- pagerėja medžiagų pristatymo kontrolė, medžiagos pristatomos reikiamu laiku;
- sumažėja transporto laukimo laikas, pagreitėja pakrovimo-iškrovimo laikas;
- sumažėja atliekų bei sugadintų medžiagų;
- įvyksta mažiau judančios technikos incidentų bei nelaimingų atsitikimų [8].

Įvažiavimo kontrolė. Prie įvažiavimo į statybvietę atsakingas asmuo tikrina atvykstančio transporto dokumentus, nurodo iškrovimo vietą, bei koordinuoja visų transporto priemonių judėjimą objekto teritorijoje. Taip pat įrengiami išvažiavimo vartai, taip bus išvengta kamščių bei papildomo transporto manevravimo objekte. Kontrolės privalumai:

- sumažėja transporto priemonių laukimo laikas;
- statybvietė apsaugota nuo pašalinių asmenų;
- sumažėja spūstys statybvietėje bei šalimais esančiose gatvėse [8].

2.1.3. Informacinės logistikos sistemos integravimas į statybų logistikos grandinę

Informacinės ir ryšių technologijos yra svarbus veiksnys skatinantys visus statybos dalyvius bendradarbiauti, taip pat didinantis naudojimąsi įvairiomis statybų logistikos grandinėmis. Pagrindinės problemos kylančios su informacinėmis technologijų naudojimu yra tai, kad didelės kompanijos turi daugiau resursų, žinių bei kompetentingų darbuotojų programų naudojimui, tačiau įmonės samdomos specializuotiems ar tam tikrai darbų daliai atlikti, dažnai neturi pakankamai kompetencijos bei kaštų naudoti informacines technologijas. Nepaisant to dažnai įmonės į statybos procesą įtraukia tam tikros srities informacines sistemas, kaip medžiagų užsakymo, pristatymo planavimo, defektų valdymo ir kitos sistemos [4, 20, 29, 40].

Viena iš didžiausių Europos statybų kompanijų AB „Vinci“, visų subrangovų reikalauja naudotis medžiagų pristatymo ir sandėliavimo programomis. Įmonė nustačiusi reikalavimus kaip kontroliuoti į statybvietę atvežamoms medžiagoms:

- apie planuojamą pristatymą informuojama ne mažiau kaip prieš 2 dienas, užsakymų sistemoje;
- užsakyme nurodoma, tikslus pristatymo laikas;
- pagal sandėliavimo išdėstymo planą nurodoma medžiagų sandėliavimo vieta;
- nurodoma kokios medžiagos bus sandėliuojamos, jų kiekis ir sandėliavimo laikas;
- nurodomas transporto priemonės tipas.

Taikoma sistema ypatingai svarbi dideliuose objektuose, kuriuose dirba daug įmonių, taip pat medžiagų sandėliavimo teritorijos yra riboto ploto. Atvežtą krovinį pasitinka logistikos komanda, kuri nurodo transporto stovėjimo, iškrovimo vietą, taip pat kontroliuoja visą iškrovimo procesą.

Įmonės teigimu tokia medžiagų logistikos sistema sumažina transporto stovėjimo laiką, pagreitina iškrovimą, sumažina transporto judėjimą statybvietėje [8, 21, 30].

Defektų valdymo programos

Pagrindinė defektų valdymo programų tikslas, tinkamai informuoti atsakingus statybos dalyvius dėl defekto, nekokybiško ar nebaigto darbo, taip pat tiksliai nurodyti defekto šalinimo terminą bei gauti atsakymą apie atliekamus veiksmus. Užsienyje populiarios defektų valdymo programos (CONJECT, OPR6) leidžia įmonės pranešinėti apie įvairius defektus, nebaigtus darbus. Taip pat teikti ataskaitas apie sutvarkytus pažeidimus, vesti savaitines ataskaitas. Programos susideda iš kelių pagrindinių aspektų: Defekto užfiksavimo, priskyrimo atsakingam dalyviui, defekto sutvarkymo ataskaitos bei rangovo patvirtinimo ir savaitinės statistikos vedimo [8, 40].

Lietuvoje defektų valdymo programomis naudojasi maža dalis įmonių. Pastaruoju metu populiarėja programinis paketas „Dalux field“. Ši programa leidžia išmaniojo telefono programoje arba kompiuteryje matyti įkeltą pastato modelį 3D formatu, taip yra matoma ar pastato elementas atitinką BIM projektą. Tuomet darbuotojas lygindamas realią situaciją su BIM, gali užfiksuoti projekto neatitikimus, pažymėti netinkamą vietą plane bei pranešimą siųsti specialistui, kuris yra atsakingas už defekto ištaisymą. Tokia technologija leidžia sparčiau ir kokybiškiau atlikti darbą, pranešimą apie pažeidimą gavęs specialistas, nurodo datą iki kurios defektas bus ištaisytas ir esant reikalui nurodoma kokiomis priemonėmis. Kuomet pažeidimas yra sutvarkytas specialistas užfiksuoja sutvarkytą elementą bei tai pažymi programoje.

Atpažinimas radijo dažniu (Radio-Frequency IDentification, RFID)

Tai plati sistema naudojama daugelyje objektų. Plačiai naudojama kontroliuojant darbuotojų pateikimą į statybų objektą, pažymint asmeninę kortelę prie įėjimo vartų. Tačiau užsienio valstybėse sistemą naudojamą visam statybos procesui kontroliuoti. RFID galima naudoti:

- medžiagų, įrankių ar darbuotojų judėjimo stebėjimui;

- sumontuotų įrenginių vietos nustatymas, taip pat gali būti kartu su įrenginiu saugoma informaciją apie ilgaamžiškumą, naudojimo instrukcija, pateiktos pagrindinės savybės, tiekėjai [19, 33].

Medžiagų, įrankių ir darbuotojų judėjimo stebėjimą galim pasitekti praėjimo takuose ir keliuose sumontuotais imtuvais. Darbuotojui praėjus pro juos gaunamas signalas apie judėjimo kryptį, laiką. Naudojantis tokia sistema atvežtos medžiagos yra žymimos bei į kompiuterį suvedamos tikslios jų sandėliavimo ir naudojimo vietos. Statybos metu naudojamus įrankius pažymėjus galima stebėti kuomet įrankis yra išnešamas už statybvietės ribų taip pat ar sandėliuojamas pagal nurodymu.

Taip palengviną medžiagų bei įrankių paiešką, pagreitiną statybos procesą, taip pat sumažina vagysčių skaičių statybvietėje [8, 19].

BIM integracija statybos logistikos plane

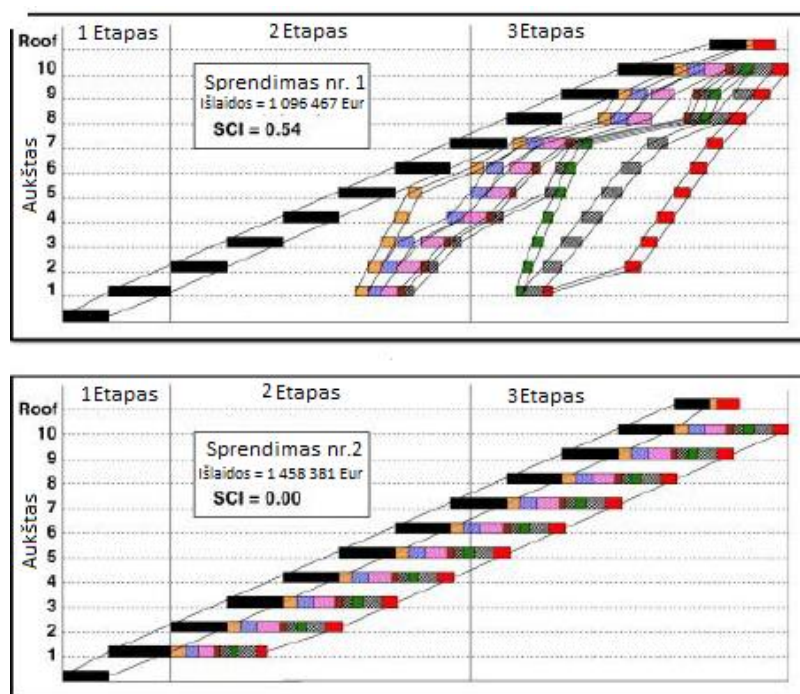
Statinio informacinis modelis – BIM, šiuo metu daugiausiai yra naudojama statinio projektų 3D planams kurti, projektavimo etape, tačiau BIM lengvai galime išplėsti integruojant papildomą informaciją, kaip darbų grafiką bei grafiką surišti su statybų kaina. Taip pat BIM programinei įrangai galima įdiegti papildomus informacinius paketus ar algoritmus, kurie padeda optimizuoti statybos aikštelių logistikos sprendinius, kaip medžiagų užsakymą, sandėliavimo vietą ar tiekėjo parinkimą [8, 40].

Buvo atliktą daug tyrimų su 4D BIM modeliu apimančiu ne tik erdvini statinio modelį bet ir su juo sujungtu statybų darbų grafiku, atlikus bandymus buvo galima matyti medžiagų poreikį pagal laiko grafiką. Taip pat buvo sujungtą BIM su geografinėmis informacinėmis sistemomis (GIS). Tai padeda nustatyti optimalius tiekėjus, įvertinant aktualius aspektus, kaip sandėlių dydį, transportavimo būdą, produktų kokybę, kainą, tiekėjų sandėlių atstumą iki statybvietės. Tuomet sudaryti algoritmai pagal pasirinktą tiekėją apskaičiuoja optimalų medžiagų tiekimo skaičių, jų laiko planavimą, tai bus užtikrintą minimali tiekimo kainą, nepakenkiant kalendoriniam darbų grafikui. Po kiekvieno užsakymo patvirtinimo GIS modulis su integruota realaus laiko transporto informacijos pagalba nustato pristatymo vėlavimą, tuomet BIM modulis atsižvelgiant į medžiagų pristatymo vėlavimą pakoreguoja kalendorinį grafiką, tai ypatingai svarbu kuomet medžiagas tiekėjai siunčia iš užsienio sandėlių [3, 7, 8].

Medžiagų sandėliavimas pasitelkiant BIM modelį. Yra sukurtas algoritmas pagal kurį nustatomas medžiagų sunaudojimas, jis susiejamas su optimaliu pristatymų skaičiumi bei planuojamu vežimo terminu, bei apskaičiuojamas būtinas kasdienis medžiagų sandėliavimo poreikis statybvietėje. Pagal BIM pateiktą informacija sistema apskaičiuoja efektyviausias vietas sandėliavimo aikštelėms kurti, bei nurodo kokį laiko tarpą medžiagos bus sandėliuojamos. Visa sistema bus labai efektyvi su

sąlyga, kad statybų kalendorinis grafikas bus sudarytas profesionalios didelę patirtį turinčios komandos bei darbai bus vykdomi pagal planuojamą grafiką. Tuomet visas statybos logistikos procesas bus efektyvus, medžiagos bus pristatomo pagal poreikį, nebus prastovų dėl jų vėlavimų, sandėliuojamos bus patogiose vietose naudoti bei netrukdys kitiems statybos procesams [8].

Naudodamiesi BIM programiniu paketu taip pat galime nustatyti, kad programinis paketas atliktu automatinius užsakymus, tai inovatyvi sritis, tačiau patogi, statybos dalyviams užtenka įvesti atliktus darbus dienos pabaigoje, programa apskaičiuoja medžiagų likuti, bei pagal nustatymus (sandėliavimo teritoriją, medžiagų panaudojimo koeficientą, būtiną atsargą) atlieką medžiagų užsakymą pagal nurodytus tiekėjus. Tai efektyvu, nes taupomas statybos dalyvių darbo laikas. Tačiau tokia sistema susiduria su problema, nes tiekėjai norėdami gauti tokius užsakymus taip pat turi naudoti atitinkamus programinius paketus [8,40].



8 pav. Medžiagų sandėliavimo ir kaštų grafikas [8]

Matome BIM programinio paketo pateiktą skaičiavimą. Grafikuose pavaizduota 10 aukštų pastato sandėliavimo logistikos planas. Pirmu atveju medžiagos sandėliuojamos 1 aukšte bei į darbo vietą nešamos pagal poreikį. Tokiu atveju yra taupomos lėšos skirtos sandėliavimui, tačiau stipriai pailgina statybos procesą. Antru atveju medžiagos sandėliuojamos bei pristatomos pagal BIM programos paketo paskaičiuotą algoritimą. Antru atvejų statybų išlaidos skirtos sandėliavimui padidėja, tačiau trumpinama darbo laikas, kas dalinai atsveria išaugusias sandėliavimo ir pristatymo išlaidas [8].

2.1.4. Atliekų rūšiavimo ir aplinkosaugos planai

Atliekų tvarkyme, efektyviausiai kiekviename pastato aukšte pastatyti konteinerius atliekų tvarkymui ir rūšiavimui, bei kiekvienos dienos pabaigoje konteinerius išveža atliekų tvarkymo įmonė, tai padeda kontroliuoti atliekų kiekį bei atliekos nėra sandėliuojamos darbo zonose. Nesant galimybės konteinerių statyti pastate, pastatomi rūšiavimo konteineriai statybvietėje, kurie išvežami kiekvieną rytą. Efektyvumas naudojant siūlomus metodus:

- švari statybvietė;
- didelis rūšiuojamų atliekų kiekis [7, 8, 9, 12].

Įrangos bei įrankių saugojimo sandėliai. Didelė problema dideliuose objektuose yra saugumas, dažnai įvyksta įvairių prietaisų ar įrenginių vagysčių, todėl efektyviausias būdas to išvengti, yra įrengti saugojimo patalpas statybvietėje arba įrengti patalpas statomame pastate, su užrakinamomis durimis. Tai padeda sumažinti vagysčių, pažeistų medžiagų skaičių.

Saugumo, sveikatos ir aplinkosaugos užtikrinimo planas.

Užsienio valstybėse statyboms pagal gerosios praktikos patirtį yra sudaroma du saugumo planai, Sveikatos ir saugos planas (HASP) ir Statybų apsaugos planas (CPP) [9, 12].

Pirmasis planas sveikatos ir saugos susideda iš kelių plano dalių:

- statybvietės logistikos planas. Jame nurodyta įvažiavimo keliai, laikini eismo reguliavimo įrenginiai, praėjimo takai, apšvietimas, tvoros, krano stovėjimo ir darbo zona;
- esamų pastatų ir teritorijos apsaugojimo planas. Plane nurodoma atliekų saugojimo teritorijos, išsaugomi keliai, pravažiavimai ir takai, nuolatinių ir laikinų statinių apsauga bei išsaugojimas, tvarkymo planas visų griovimo ir teritorijos valymo atliekų, sniego vandens ir dulkių šalinimas ir apsauga. Kiekvienas atliekamas darbas priskiriamas statybos dalyviams pagal atsakomybės ribas, rangovas prižiūri plano laikymąsi;
- laikinų konstrukcijų statymo planas. Visų laikinų konstrukcijų pastolių, laiptų, keltuvų sistemų planas. Plane nurodomą darbuotojai kurie naudosis konstrukcijomis. Konstrukcijų statymo planai, naudojimo instrukcijos. Atlikus montavimą rangovas atlieką patikrą bei patvirtiną pastolių tinkamumą [9].

Aplinkosaugos planas ruošiamas atsižvelgiant į statybvietėje kylančius poveikio aplinkai pavojus, dažniausiai planas būna dviejų dalių:

- dyzelio emisijos mažinimo planas. Statytojas pateikia planą kuriame nurodo darbo zonas kuriose bus transporto stovėjimo vietas, zonos nurodomos kuriose transporto dujų emisijos

kiekis būtų mažiausiai žalingas plačiajai visuomenei. Taip pat rangovas užtikrina, kad transportas laisvąją eigą nestovės ilgiau kaip 3 minutes;

- dulkių kontrolės planas. Pateiktame plane aprašoma susidarančios dulkė dėl atliekamų darbų kaip griovimo, šlavimo ir t.t., taip pat aprašomos visos dulkių poveikį mažinančios priemonės bei kokių veiksnių bus imtasi mažinant poveikį aplinkai. Taip pat nurodoma kur bus įrengiamas ratų apiplovimo įrenginys bei dulkių slopinimo vandenių įrenginys [9];

2.2. Statybų logistikos planavimas

Statybos logistikos plano sudarymas.

Statybų logistikos plano sudarymas. Planas susideda iš 7 dalių:

1. plano aprašymas;
2. statybvietės informacija. Vieta, dydis, planuojamos stovėjimo vietos, laikini keliai, įvažiavimai, aptvėrimai;
3. statinio informacija. Planuojamos medžiagų sąnaudos, sandėliavimo teritorijos, medžiagų pristatymo planas;
4. eismo spūsčių valdymas. Detali informacija, kaip bus vykdomas eismas statybvietėse, stovėjimo vietos kroviniams transportui, aplinkinių kelių eismo kontrolė;
5. aplinkosauga ir įstatymų laikymasis. Atliekų rūšiavimas, automobilių taršos mažinimas, poveikio aplinkiniams pastatams kontrolė;
6. stebėjimas, ataskaitų teikimas bei kontrolė. Subrangovų kontroliavimas, nustatytų priemonių taikymo efektyvumas;
7. statybų logistikos plano korektūra. Esant projekto netikslumams, pakitimams, trūkstantiems statybai reikalingų medžiagų, logistikos planas koreguojamas pastebėjus neatitikimus tarp planuotų ir esamų rezultatų [9, 10].

Tai esminiai statybų logistikos plano punktai sudaryti pagal užsienio šalių gerosios praktikos patirtį. Pagal kiekvienos statybvietės specifinius bruožus planą gali papildyti tam tikros dalys, kaip specifinis medžiagų ir atliekų transportavimas įvairiomis transporto priemonėmis ar medžiagų gamyba statybvietės teritorijoje. Kai kuriais atvejais kuomet planai yra reikalingi pagal valstybių įstatyminę bazę, dažniausiai statybvietėse statybų logistikos planai sudaromi iš kelių etapų:

- glaustas statybų logistikos planas sudarytas planuojant ir projektuojant pastatą bei teikiamas kartu su planais;
- detalaus statybų logistikos planas sudarytas statybos pradžioje bei koreguojamas viso proceso metu.

Šie planai yra panašūs ir kai kuriais atvejais sudaromas tik vienas statybvietės logistikos planas[9].

2.2.1. Glaustas statybvietės logistikos planas

Pirmoji plano dalis pateikia išsamią informaciją apie statinį, jo padėtį pagal koordinacinių sistemas, taip pat pateikiama darbų santrauka, aprašomi statinio užsakovai bei statytojai. Tuomet pateikiama informacija apie Statybų logistikos plano tikslą, statybvietės įrengimo principai, plėtros pasiūlymai, pateikiama plano struktūra [9, 10, 23].

Glaustame statybvietės logistikos plane pateikiami planai:

- regiono planas, dažniausiai masteliu 1:15 000. Plane vaizduojama rajono ar miestelio teritorija. Plane nurodoma pagrindiniai keliai, geležinkeliai, vandens stotys bei kiti esminiai infrastruktūros elementai. Taip pat nurodomos galimos konsolidacijos centro lokacijos vietos, efektyviausias centras, aprašomas galimas susisiekimas su statybviete;
- lokacijos planas (masteliu 1:2000) kuriame vaizduoja statybvietę su šalimais esančiais sklypai, taip pat nurodoma visi aplinkiniai keliai privažiavimai, žmonių judėjimo takai, potencialiai pavojingos zonos statybų metu. Plane nurodoma galimi patekimo keliai į statybvietę, strategiškai efektyviausias kelias, taip pat dėl transporto judėjimo galimai kylančios spūstys aplinkiniuose keliuose. Esant darbuotojų mašinų statymo aikštelėms, nurodoma jų statymo teritorijos;
- preliminarus statybvietės logistikos planas (masteliu 1:500 ar 1:1000). Nurodoma praėjimo takai, transporto judėjimo keliai ir aikštelės, įvažiavimai-išvažiavimai, medžiagų sandėliavimo teritorijos, planuojama eismo judėjimo schema. Plane taip pat žymimos krano judėjimo teritorijos, apsauginės zonos, mašinų statymo aikštelės [9].

Vidutinio dydžio objektams sudaromas vienas statybvietės planas su visais minėtais žymėjimais. Esant dideliems objektams, turi būti sudaromi keli statybvietės planai, tuomet viename plane nebus perteklinio skaičiaus informacijos. Glaustame statybvietės plane taip pat nurodoma objekto strategija. Kiekvienas aspektas priklauso nuo statybvietės dydžio. Pateikiamas sąrašas sudarytas vidutinio dydžio ir sudėtingumo statybvietėms bei sudėtingoms statybvietėms. Pagal kurį kiekvienas punktas bus vertinamas kaip:

- privalomo vykdymo. Punktai turi būti išanalizuoti ir įtraukti į statybvietės planą;
- pasiūlymai. Punktus rekomenduojama analizuotai, tai palengvintu statybos procesą;
- neprivalomi reikalavimai. Punktai nėra aktualūs, jų analizė būtų mažai naudinga[9].

Statybų logistikos plano dalys paprastoms ir vidutinio sudėtingumo statybvietėms (žr. 1 lent.):

1 lentelė. Vidutinio sudėtingumo statyviečių medžiagų logistikos plano dalys [9]

Plano dalys	Privaloma	Siūloma	Nebūtina
Priemonės turinčios įtakos reikalavimams transporto priemonės bei pristatymui			
Saugumo ir aplinkosaugos standartų vykdymas ir jų programa	X		
Nurodytų maršrutų laikymasis	X		
Pristatymų tvarkaraščių sudarymas		X	
Galimas pakartotino pristatymo terminas		X	
Pakartotino pristatymo laikas		X	
Transporto stovėjimo zonų nurodymas		X	
Logistikos sistemų naudojimas ir konsolidacijos centrai		X	
Kitos galimos transportavimo priemonės			
Pristatymas vandeniui			X
Pristatymas geležinkeliu			X
Medžiagų gamybos galimybės			
Galutinis elementų surinkimas už statybvietės ribų			X
Pakartotinis medžiagų panaudojimas statybvietėje		X	
Sumanus medžiagų panaudojimas		X	
Kitos priemonės			
Komunikuoti su kitomis statybvietėmis rajone			X
Pateikti darbuotojų kelionės planus		X	

Planas didelio sudėtingumo arba didelės statybų apimties statybvietėms (žr. 2 lent.):

2 lentelė. Didelio sudėtingumo statyviečių plano dalys [9]

Plano dalys	Privaloma	Siūloma	Nebūtina
Priemonės turinčios įtakos reikalavimams transporto priemonės bei pristatymui			
Saugumo ir aplinkosaugos standartų vykdymas ir jų programa	X		
Nurodytų maršrutų laikymasis	X		
Pristatymų tvarkaraščių sudarymas	X		
Galimas pakartotino pristatymo terminas		X	
Pakartotino pristatymo laikas		X	
Transporto stovėjimo zonų nurodymas		X	
Logistikos sistemų naudojimas ir konsolidacijos centrai		X	
Kitos galimos transportavimo priemonės			
Pristatymas vandeniui		X	
Pristatymas geležinkeliu		X	
Medžiagų gamybos galimybės			
Galutinis elementų surinkimas už statybvietės ribų		X	
Pakartotinis medžiagų panaudojimas statybvietėje		X	
Sumanus medžiagų panaudojimas		X	
Kitos priemonės			
Komunikuoti su kitomis statybvietėmis rajone	X		
Pateikti darbuotojų kelionės planus	X		

Glaustame statybų logistikos plano įgyvendinimas, stebėjimas ir atnaujinimas. Plane privalo būti aprašyta kaip planuojamą planą įgyvendinti, aprašyta jo stebėjimo ir atnaujinimo galimybės. Daug aspektų atliekant planą nebus įvertinta todėl plane būtina nurodyti šią informaciją:

- asmenys atsakingi už plano sudarymą;

- rangovo aprašymas;
- vairuotojų aprašymai;
- statybų metu surinktų duomenys ir saugojimo jų vietos.

Taip pat turi būti vykdoma visos informacijos saugojimas, bei privalomai statybos dalyvių teikiama dokumentacija. Gautuose duomenyse turi būti nurodyta:

Transporto priemonių (sunkvežimių, ekskavatorių, kranų, buldozerių) skaičius objekte:

- objekte dirbantis transporto kiekis;
- transporto priemonių skaičius pagal tipą ir dydį;
- laikas praleidžiamas statybvietyje;
- aprašyti transporto uždaviniai statybvietyje;
- transporto priemonių darbo statybvietyje grafikas [9].

Pažeidimai ir skundai:

- bendruomenės atsiliepimai apie statybas;
- transporto priemonių maršrutai;
- draudžiamos transporto sustojimo vietos;
- neleidžiamos parkavimo zonos;
- žemos emisijos zonos teritorijos bei jos užtikrinimo priemonės [9].

Saugumas:

- su logistika susiję incidentai;
- su mirtimi ir rimtais sužalojimais susiję incidentai;
- darbuotojų kelionės į objektą metodai;
- transporto priemonės ir jų operatoriai neatitinkantys statybvietyje keliamų reikalavimų [9].

2.2.2. Detalus statybvietyės logistikos planas

Detaliojo statybvietyės logistikos plano įvadas turėtų suteikti informacijos apie planuojamą plėtrą bei statinio statybos eigą [9, 10]:

- statybvietyės lokacija ir pavadinimas;
- informacija apie projektuotojus ir rangovą;
- informacija apie logistikos plano rengėjus – asmens duomenys, kontaktai;
- informacija asmenis patvirtinusius statybų logistikos planą – asmens duomenys, kontaktai;
- darbų santrauka ir planuojamas kalendorinis grafikas;
- eismo reguliavimo nurodymai ir pakitimai, galimi statybos metu;

- laikinos apsaugos priemonės.

Detalus statybų logistikos planas atliekamas, prieš pat statybų proceso pradžią bei gali būti koreguojamas ar užbaigiamas vykstant statybos darbams. Todėl jame taip pat pateikiami tokie patys planai kaip glaustame statybų logistikos plane, tačiau dabar nurodoma tiksli medžiagų tiekimo schema, konsolidacijos sandėliai ar tiekėjų važiavimo maršrutai [9].

- regiono plane, nurodoma tokia pati informacija tik papildoma tiksliai konsolidacijos centrų arba tiekėjų sandėlių informacija, nurodomi efektyviausi keliai ir dažniausias transporto judėjimo kelias;
- lokacijos plane, nurodoma tikslūs transporto patekimas į statybvieta, susidaranti spūstys, jų sprendimo galimybės. Tai pat nurodomas darbuotojų stovėjimo aikštelės su realiu automobilių poreikiu;
- statybvietai plane nurodoma tiksli krano apsaugos zona, medžiagų sandėliavimo vietos, transporto pakrovimo-iškrovimo zonos [9].

Statinio statybų programa ir metodika.

Aprašoma su statinio statybą susiję veiksmai, tai visi atliekami statybos darbai. Pastatų bei infrastruktūros objektų statyba aprašoma pagal metodiką bei suskirstyti į šešis etapus (žr. 3 lent.):

3 lentelė. Aprašomi statinių statybos etapai [9]

Pastatai	Infrastruktūros objektai
Statybvietės įrengimas, senų elementų demontavimas	Statybvietės išvalymas, įrengimas
Pamatų įrengimas	Žemės darbai
Požeminės dalies įrengimas	Požeminės dalies įrengimas
Antžeminės dalies įrengimas	Antžeminės dalies įrengimas
Apdailos įrengimas	Sistemų ir paslaugų sistemų instaliacija
Bandymai, paleidimas	Bandymai, paleidimas

Detalų statybų logistikos planą taip pat sudaro aprašymai apie plano įgyvendinimą bei stebėjimą. Pagrindinės plano dalys panašios kaip glausto statybų logistikos plano. Tačiau stipriai išplėsta statybų dalyvių rinktos informacijos:

Rangovo rinkta dokumentacija. Informacija pildoma viso statybos proceso metu, dokumentaciją turi apimti:

- saugos priemonių rinkinys – aprašomos naudotos priemonės saugai užtikrinti, tiksliai nurodoma naudojamos priemonės, įrengimo trukmė. Taip didelis dėmesys skirtas aplinkosaugos užtikrinimo būdams;
- naudotos priemonės vengti transporto stovėjimo tuščia eiga, taip pat tokių atvejų registras, bei trukmės ir priežasčių analizė;

- transporto priemonių maršrutų ir pristatymo planavimo sistema. Aprašyta maršruto parinkimo sistema, pateikiamas sudarytas pristatymų tvarkaraštis;
- aprašomi statybų metu vykdomi mokymai;
- aprašomi naudoti saugos ir aplinkosaugos standartai [9].

Dokumentacijai taip pat aprašoma statybų proceso metu sutarties sąlygų laikymais. Rangovas informuoja apie visus planavimo dalis pagal statybų logistikos planą. Teikiamos ataskaitos pagal kurias vertinamas plano efektyvumas, minimi statybos dalyvių skundai bei atliktos priemonės. Taip pat dokumentacijoje aprašoma ir visi incidentai bei padaryti defektai. Statybų proceso metu analizuojant ataskaitas, bei visus įrašus galima stabdyti statybos darbus radus didelių pažeidimų. Visų transporto priemonių vairuotojams teikiam informacija apie jų įsipareigojimus. Ši informacija bei komentarai apie jos efektyvumą saugomo visoje statybų plano dokumentacijoje. Informacija turi būti glausta būdinga konkrečiai statybos programai. Ji turėtų apimti:

- paruoštu maršrutus į ir iš statybviētės;
- statybviētės darbo valandas;
- užsakymų ir tvarkaraščio informacija;
- statybviētės judėjimo schemos įvažiavimo-išvažiavimo keliai;
- transporto stovėjimo tuščia eiga rekomendacijos;
- eismo saugumo užtikrinimo priemonės [3, 9, 10].

Planuojami statybų logistikos planai yra konkretūs metodai, dėl kurių susitariama ir jų laikomasi statybų proceso metu. Visi siūlomi metodai daro įtaką statyboms, gali mažinti poveikį aplinkai, sumažinti eismo ir statybų darbų incidentų riziką, sumažinti eismo spūstis prie statybviētės bei pagerinti aplinkosaugos užtikrinimą [4, 7, 9].

Planuojamos priemonės turi būti parengtos pagal SMART sistemą, sudarytą iš 5 punktų:

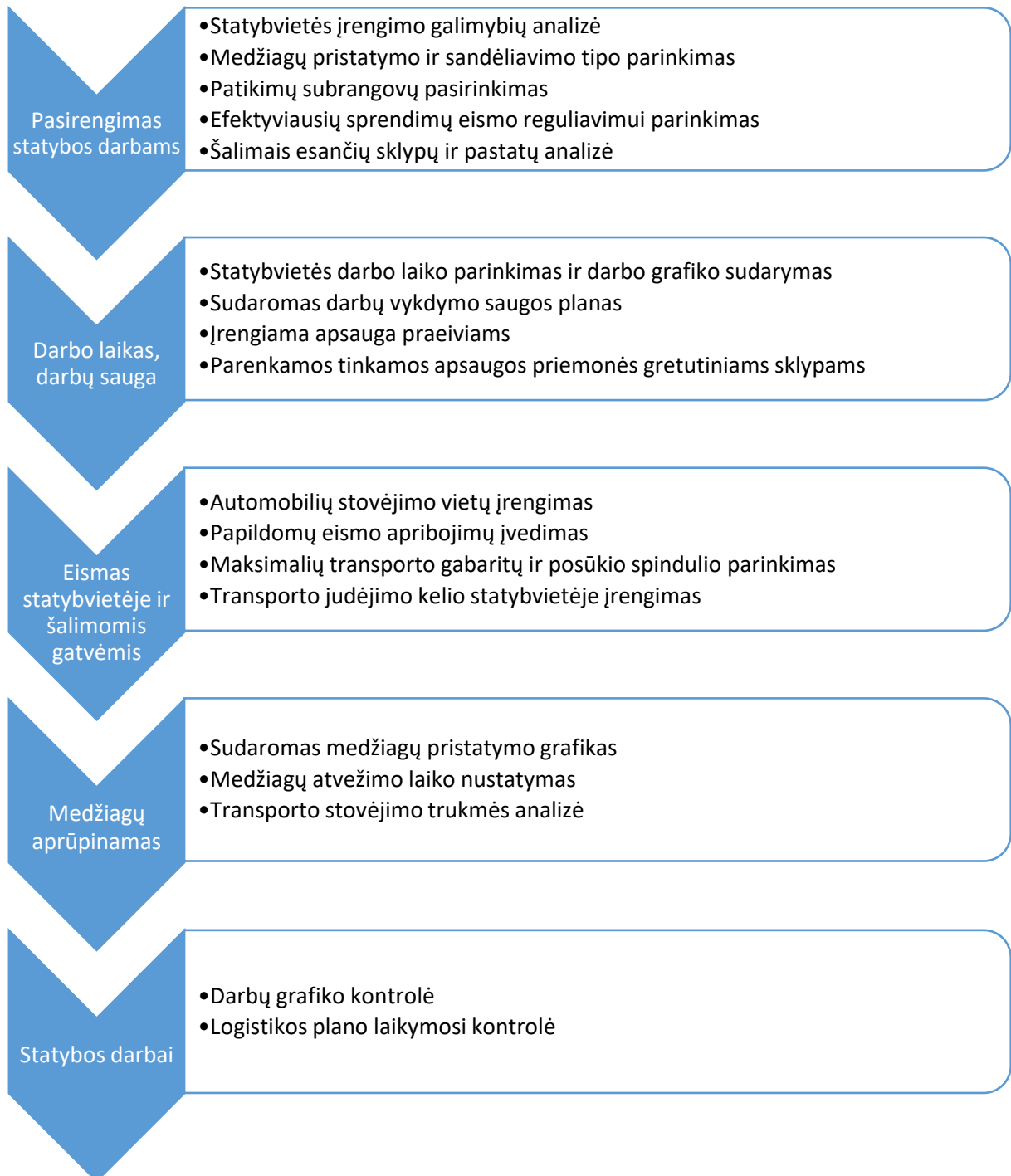
- specifinės (Specific);
- didelės svarbos (Measurable);
- suderintos (Agreed);
- realios (Realistic);
- savalaikės (Timely) [4].

Planuodami statybos procesą dažniausiai rengiamas glaustas statybų logistikos planas. Detalus planas sudaromas prieš pat statybų pradžią bei koreguojamas jos metu [7,9].

2.2.3. Statybos logistikos planų pavyzdžiai Jungtinėje Karalystėje

Daugiabučio statybai Londono centre sudarytas logistikos planas buvo suskirstytas į 5 punktus:

1. pasirengimas statybos darbams;
2. darbo laiko bei saugos analizė ir užtikrinimas;
3. eismo statybvietėje ir šalutinėse gatvėse nurodymas;
4. medžiagų aprūpinimo metodo parinkimas ir tiekimo grandinės sudarymas;
5. statybos darbų atlikimas ir jų kontrolė [13];

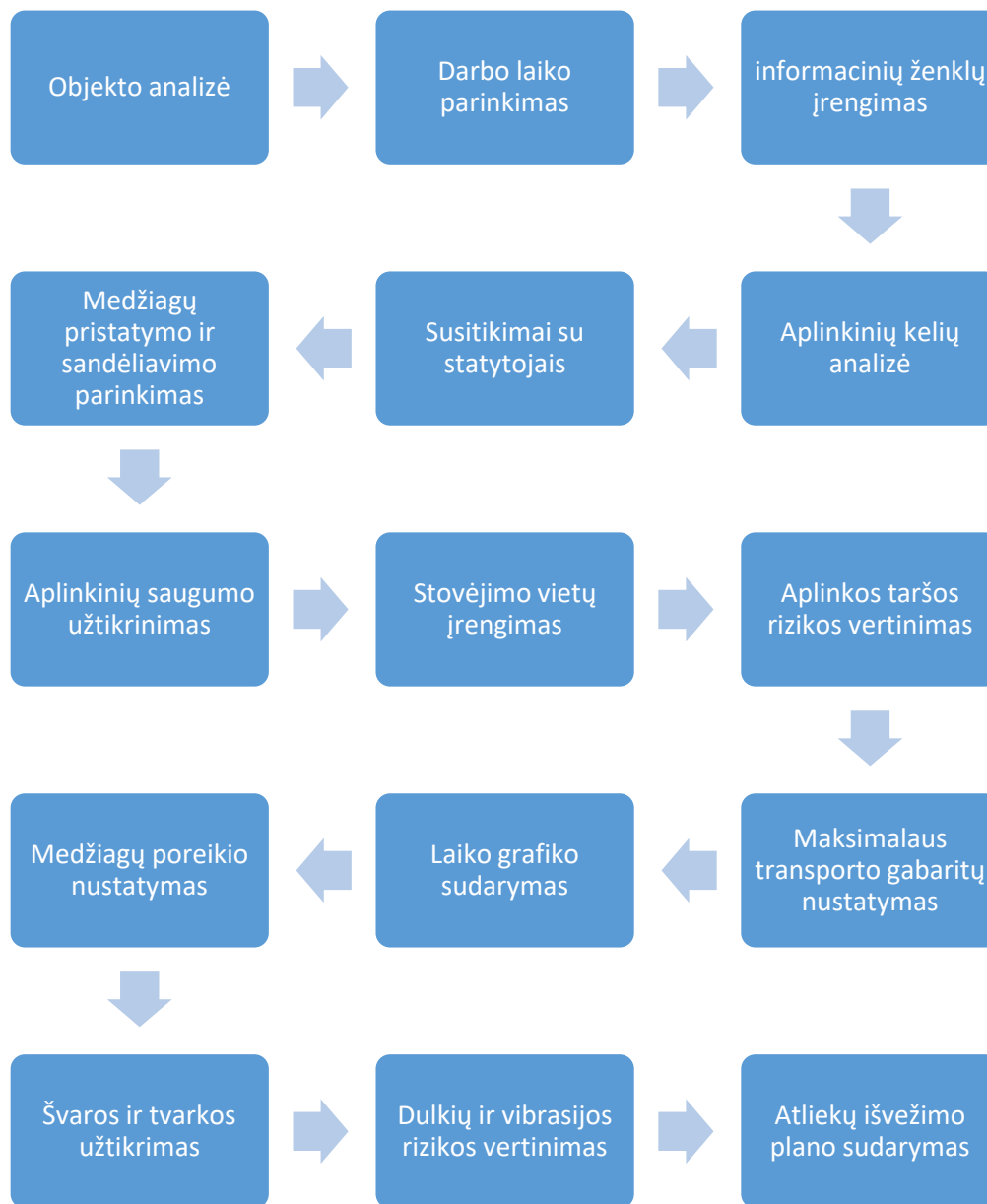


9 pav. Jungtinėje karalystėje taikomas logistikos planas pastatams statomiems centre

Pagal sudarytą planą matoma kad daug dėmesio skiriama eismo organizavimui, bei saugumui užtikrinti. Taip pat atlikta statybos procesų analizė, nustatyta reikiamas medžiagų kiekis, bei

sudarytas preliminarus medžiagų pristatymo grafikas. Medžiagos bus vežamos tiesiai į statybvieta, dalis bus naudojama iš karto, o kitos bus sandėliuojamos statybų aikštelėje. Todėl buvo skirtas didelis dėmesys tinkamų tiekėjų parinkimui. Taip pat statybų logistikos plane buvo nurodyta darbuotojų automobilių stovėjimo aikštelės bei praėjimo takai į statybvieta [13, 39].

Panašus statybų logistikos planas buvo sudarytas šalimais Londono esančio daugiabučio statybai:



10 pav. Daugiabučio Anglijoje statybos logistikos planas

Statybų logistikos planas panašus į ankstesnį analizuotą, tačiau čia buvo skirtas didesnis dėmesys aplinkosaugos taršos vertinimui, taip pat analizuotos maksimalios transporto gabaritai. Kadangi

objektas yra tarp gyvenamųjų namų buvo daug analizuotą švaros ir tvarkos užtikrinimas statybvietėje, taip pat įvertinta rizika dėl dulkių ir vibracijos, atlikta mažiausio poveikio gyventojams analizė bei atliktas apsaugos priemonių vertinimas [13].

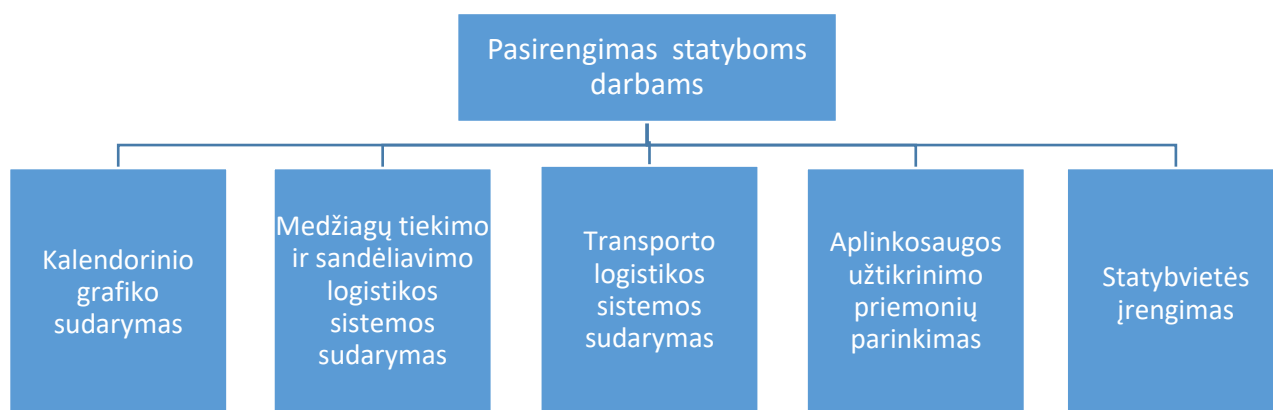
2.3. Statybų logistikos planavimo metodika pastatams statomiems miestų senamiesčiuose

Pagal atliktą statybų logistikos metodikos analizę sudaroma statybų logistikos metodikos modelis ir loginė schema aktuali pastatams statomiems miestų senamiesčiuose.

Statybos procesas išskirstytas į tris esminius statybos etapus:

- pasiengimą statybos darbams - visi darbai atliekami prieš statybų pradžią;
- statybos procesą – darbai atliekami statybų pradžioje bei tęsiami jų metu;
- statybos užbaigimą - darbai atliekami pabaigus pagrindinius statybos darbus.

2.3.1. Pasirengimas statybos darbams

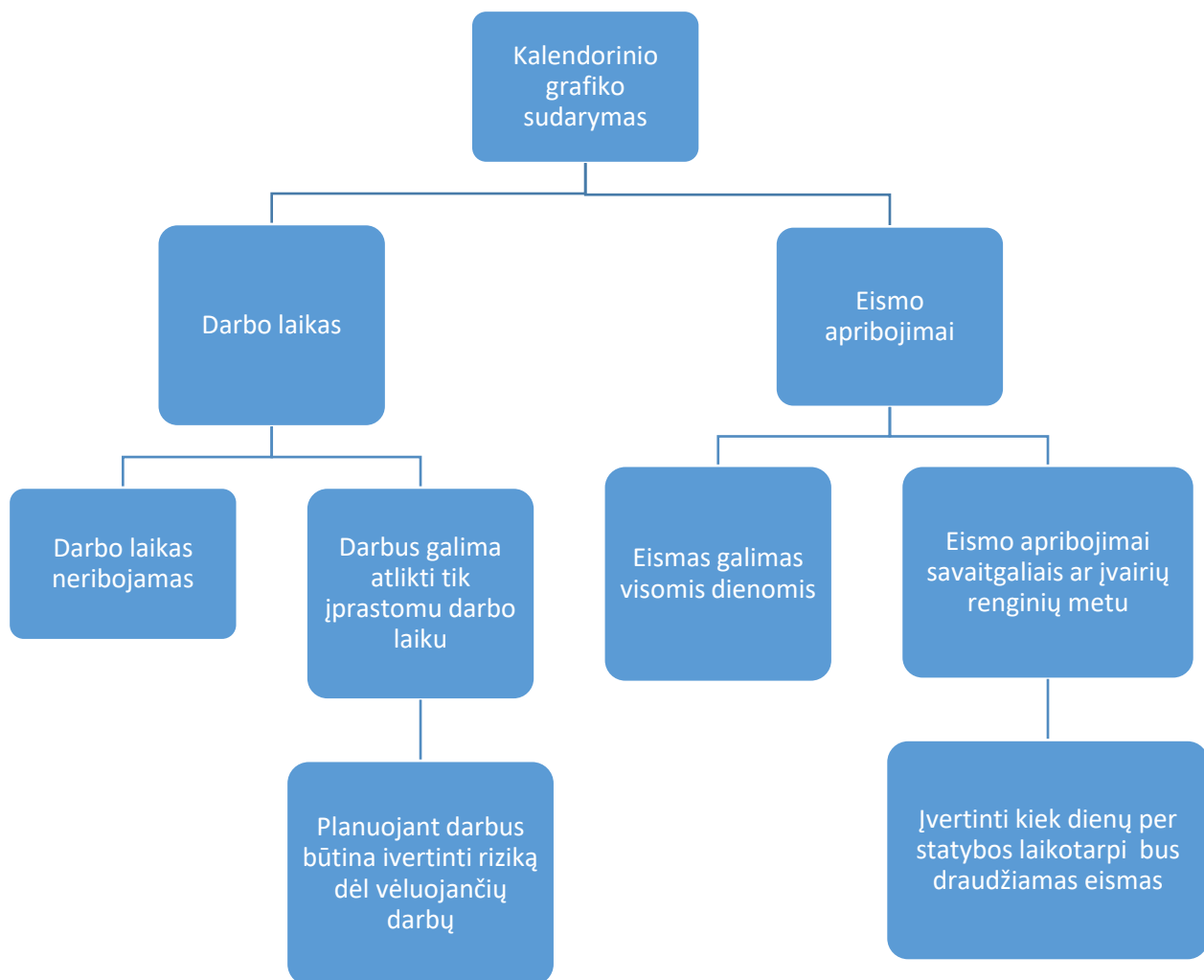


11 pav. Pasirengimo statybos darbams svarbiausios dalys

Kalendorinio grafiko sudarymas.

Sudarant darbų grafiką būtina atsižvelgti į:

- darbo laiką, darbus stengtis vykdyti dienos metu, kadangi darbai vykstantys ne standartiniu darbo laiku, turės būti atliekami nekeliant papildomo triukšmo ir dulkių;
- dėl įvairių renginių uždaromus arba ribojamus privažiavimus prie statybvietės.



12 pav. Kalendorinio grafiko sudarymas

Medžiagų tiekimo logistikos sistemos sudarymas

Pagal projekto medžiagų poreikio žiniaraščius bei planuojamą kalendorinį darbų grafiką išanalizuojame medžiagų poreikį statybos metu. Atliekame medžiagų tiekėjų atranką, kurios metu nustatome:

- medžiagų kainą;
- pristatymo kainą;
- pristatymo terminą;
- sandėlių atstumą iki statybvietės;
- transporto priemonių ekologiškumą;
- skubaus pristatymo terminą.

Tuomet įvertiname medžiagų sandėliavimo šalia statyb vietės esančiose sandėliavimo aikštelėse sąnaudas. Jas sudaro: aikštelių nuoma, darbo užmokesčiai darbuotojams, kurie koordinuos medžiagų tiekimus, transportavimo į statyb vietę išlaidos.

Išnagrinėjus abu variantus atliekamas palyginimas, kurio metu atsižvelgiama į:

- galutinę medžiagų kainą;
- bendrą objekto kainą abejais tiekimo variantais;
- darbų bei aplinkosaugos saugą;
- rizikos faktoriai dėl medžiagų vėlavimų ir sugadinimų.

Taip pat kadangi statinys statomas senamiesti būtiną įvertinti problemas dėl transporto stovėjimo, gatvių užstatymų. Medžiagų tiekimo ir sandėliavimo logistikos planas turi būti ruošiamas kartu su transporto logistikos planu.

Transporto logistikos planas

Planas sudaromas parinkus tiekimo logistiką arba koordinuojamos su tiekimo logistikos sistemos rengimu, geriausiam tiekimo variantui sudaryti.

Transporto logistikos plane sudaroma aplinkinių teritorijų eismo analizė, pagal tiekėjų sandėlių vietą arba nuo konsolidacijos sandėlius atliekama maršrutų į objektą analizė, nustatoma geriausias dienos laikas tiekti medžiagas, efektyviausi tiekimo maršrutai kiekvienam transporto tipui.

Sudaromi planai:

- miesto dalis kuriose yra statyb vietė, sandėliai ir keliai tarp jų. Plane pavaizduojama galimi transporto judėjimo keliai, atstumas bei transportavimo laikas;
- detalizuotas senamiesčio planas, jame nurodoma aplink statyb vietę esančios gatvės, plane žymime transporto judėjimo teritoriją aplink statyb vietę, transporto stovėjimo vietas, įvažiavimo ir išvažiavimo vietas, praėjimo takai.

Darbų saugos ir aplinkosaugos užtikrinimas

Kadangi statomi pastatai yra miestų senamiesčiuose yra padidinta rizika dėl aplinkinių asmenų saugumo dėl vykdomų darbų, taip pat didelis dėmesys turi būti skirtas aplinkosaugai, tai dulkių kontroliavimui, pavojingų nuotekų šalinimą, automobilių dujų emisijos kontrolę.

Darbų saugai užtikrini sudaromi planai: sudaromas planas kuriame būtų pavaizduota aplink statyb vietę esančios gatvės, jose būtų pavaizduota praėjimo takai, vietos kuriose būtų įrengiami praėjimo tuneliai, nurodyti įspėjamieji ženklai bei jų statomos vietos žmonėms perspėti dėl galimo pavojaus.

Aplinkosaugos užtikrinimas statyboms senamiestčiuose yra ypatingai svarbus etapas, kadangi miestai skiria didelę dėmesį dujų emisijos mažinimui taip pat komfortiškos aplinkos užtikrinimui. Todėl prieš statybų procesą turi būti įvertintos visos rizikos kylančios dėl pastato statybos. Pasitelkiant užsienio šalių patirtimi galima sudaryti keletą planų:

- dujų emisijos mažinimo planas. Tai statybvietės bei aplinkinių teritorijų planas kuriame nurodyta, transporto stovėjimo zonos, atlikus analizę aprašytas planuojamas dujų kiekis bei zonos kur žmonėms būtų mažiausiai žalingas stovintis transportas. Taip pat pateikiami planai kuriuose būtų aprašyta kaip planuojama organizuoti tiekimą, kad aptarnaujantis transportas stovėtų kuo mažiau laiko;
- dulkių kontrolės planas. Plane pateikiamos visos priemonės kurių bus imtasi norint mažinant dulkių patekimą į aplinką, aprašomi darbai keliantys daugiausiai dulkių. Plane taip pat nurodoma kur bus įrengiami dulkių slopinimo vandens įrenginys bei ratų apiplovimo įrenginys [8].

Statybvietės įrengimas

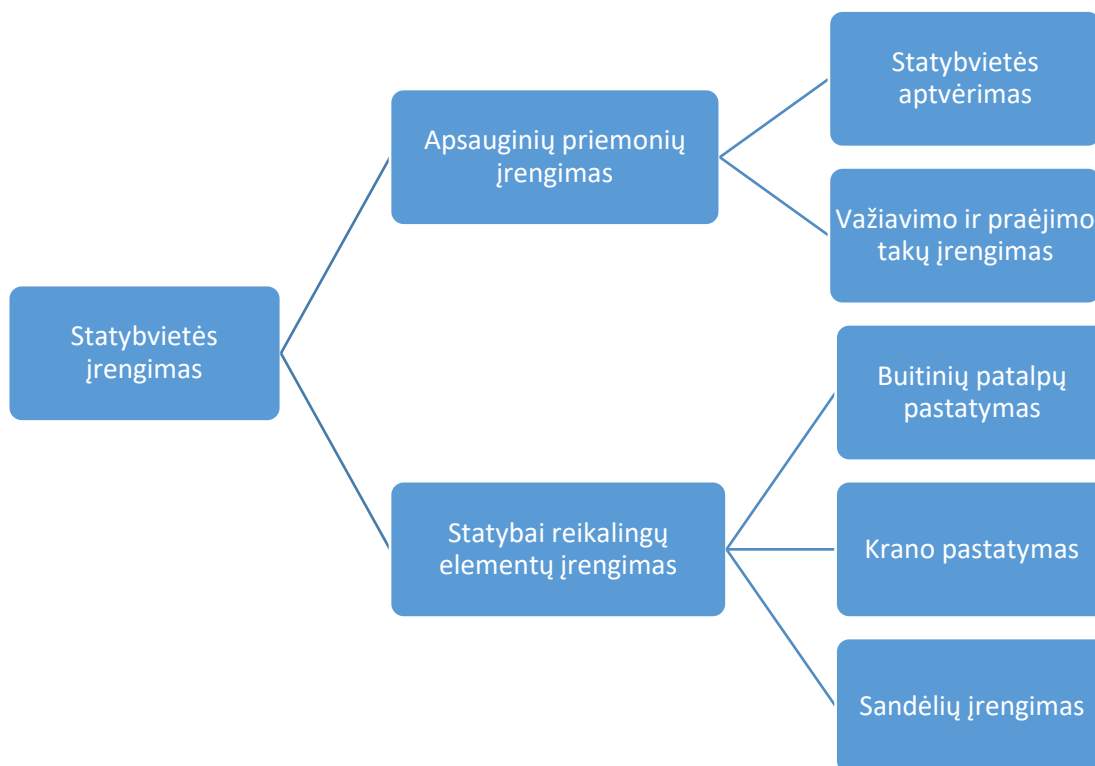
Statybvietės senamiestis įrengimas turi specifinių bruožų, kuriuos būtina atlikti, kad tai sukeltu kuo mažiau nepatogumų ir sąnaudų. Būtinai elementai statybvietėms didelio užstatymo teritorijose, kuriose didelė žmonių migracija:

- statybvietės tvoros turi būti aklinos, naudojant segmentinę tvorą būtina dengti plėvele, efektyviausiai naudoti medžio plokščių tvorą;
- įrengti saugius žmonių praėjimo tunelius ties statybvietės tvoromis.

Efektyvūs statybvietės įrengimo sprendimai statybos procesui vykdyti:

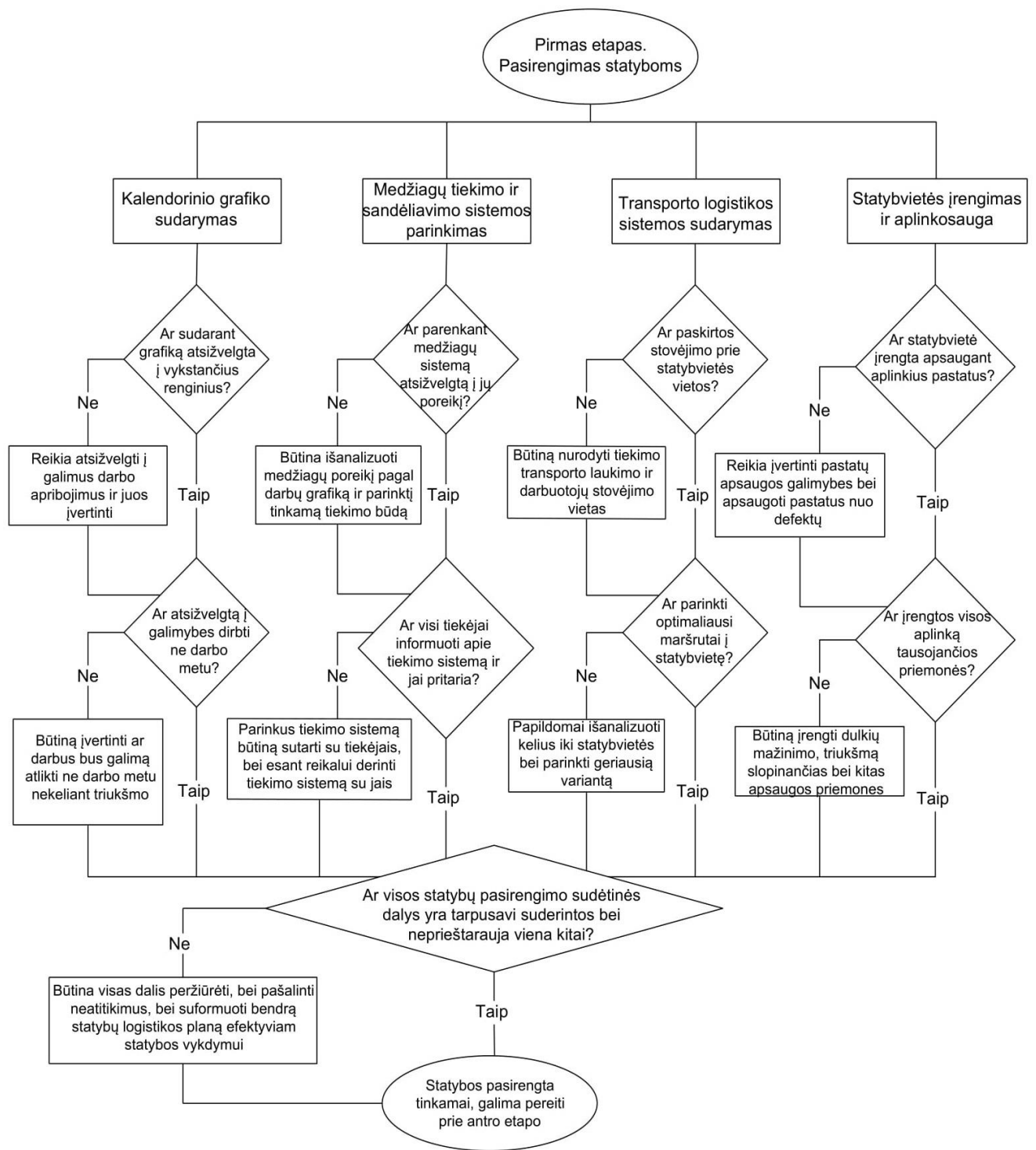
- naudoti bokštinių kranų, tai palengvins atvežtų medžiagų ir gaminių montavimą, iškrovimą, sandėliavimą. Medžiagas bus galima tinkamiau sandėliuoti, esant poreikiui perkelti į reikiamas darbo zonas. Taip pat sumažins laiko sąnaudas kurios atsiranda automobilio krano pastatymui, kelio atlaisvinimui;
- įvažiavimą į statybvietę daryti plačiausioje vietoje, kad sunkiasvoris transportas galėtų tinkamai manevruoti, esant reikalui apsisukti, kadangi sugaištama daug laiko transportui judant atbuline eiga, taip pat atsiranda didesnis žalos pavojus;
- kelią statybvietėje daryti taip kad būtų įmanoma pasiekti visas pastato dalis, tai palengvina sunkių krovinių (perdangų, sijų, kolonų) pristatymą į darbo zoną, nereikia papildomos darbo jėgos bei mechanizmų krovinių transportavimui;

- buitines patalpas projektuoti sklypo žalioje zonoje, kad tvarkant gerbūvį neatsirastu poreikio perkelti patalpas grunto tvarkymui. Esant tiksliam gerbūvio projektui, patalpų statymo vietoje iš anksto paruošti žemės pagrindus;
- papildomas išlaidas dėl aplinkosaugos bei aplinkinių gyventojų sveikatos, kaip kelio laistymas sumažint dulkiškumą, švara aplink statybvietai;
- papildomas išlaidas įrengiant statybvietai – prie aplinkos tinkanti statybvietai tvora, aiškiai nužymėtos pavojingos zonos, ženklai aplink statybvietai ribojantys stovėjimą.



13 pav. Statybvietai įrengimo schema

Pateikiama pirmo etapo pasirengimo statybos darbams loginė schema (žr. 14 pav.), jos pagalba galima efektyviau kontroliuoti pasirengimą statybai bei pasirengti tinkama statybų logistikos planą.

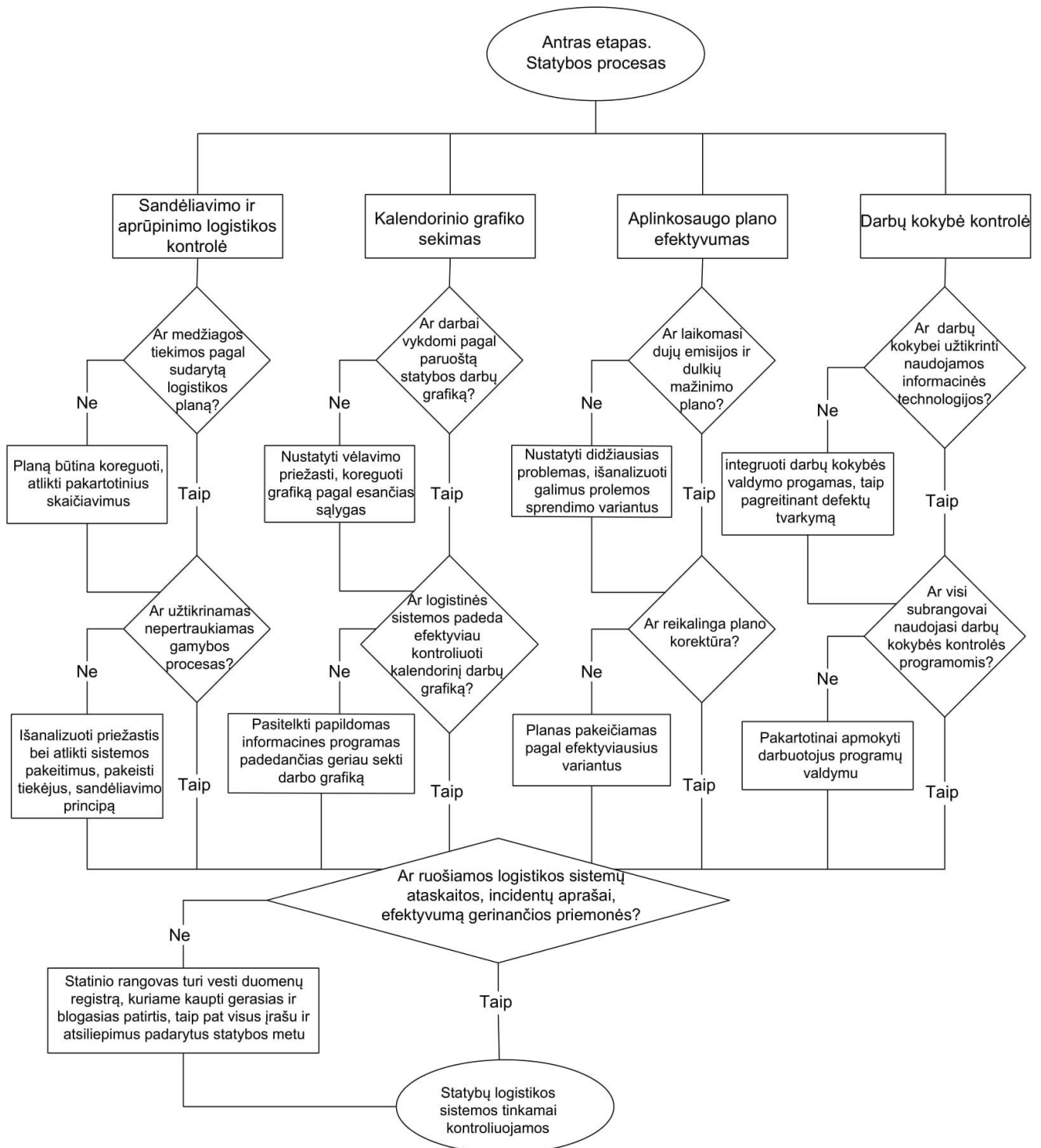


14 pav. Pasirengimo statyboms loginė schema

2.3.2. Statybos procesas

Tai etapas kurio metu atsiranda didžiausi nuostoliai dėl netinkamo planavimo ir logistikos sistemos taikymo. Pagrindiniai logistikos plano etapai būna aprašyti pasiruošimui statybom etape, tačiau labai svarbu nuolatinė kontrolė ar tinkamai tvarkomi informaciniai modeliai, taip pat ar paruošti statybos logistikos planai veikia tinkamai. Esant reikalui jie gali būti koreguojami.

Pagrindiniai šios dalies statybų logistikos uždaviniai: atvežtų medžiagų sandėliavimo kontrolė, kalendorinio darbų grafiko sekimas, aplinkosaugos plano efektyvumas, darbų kokybės kontrolė.



15 pav. Statybų proceso loginė schema

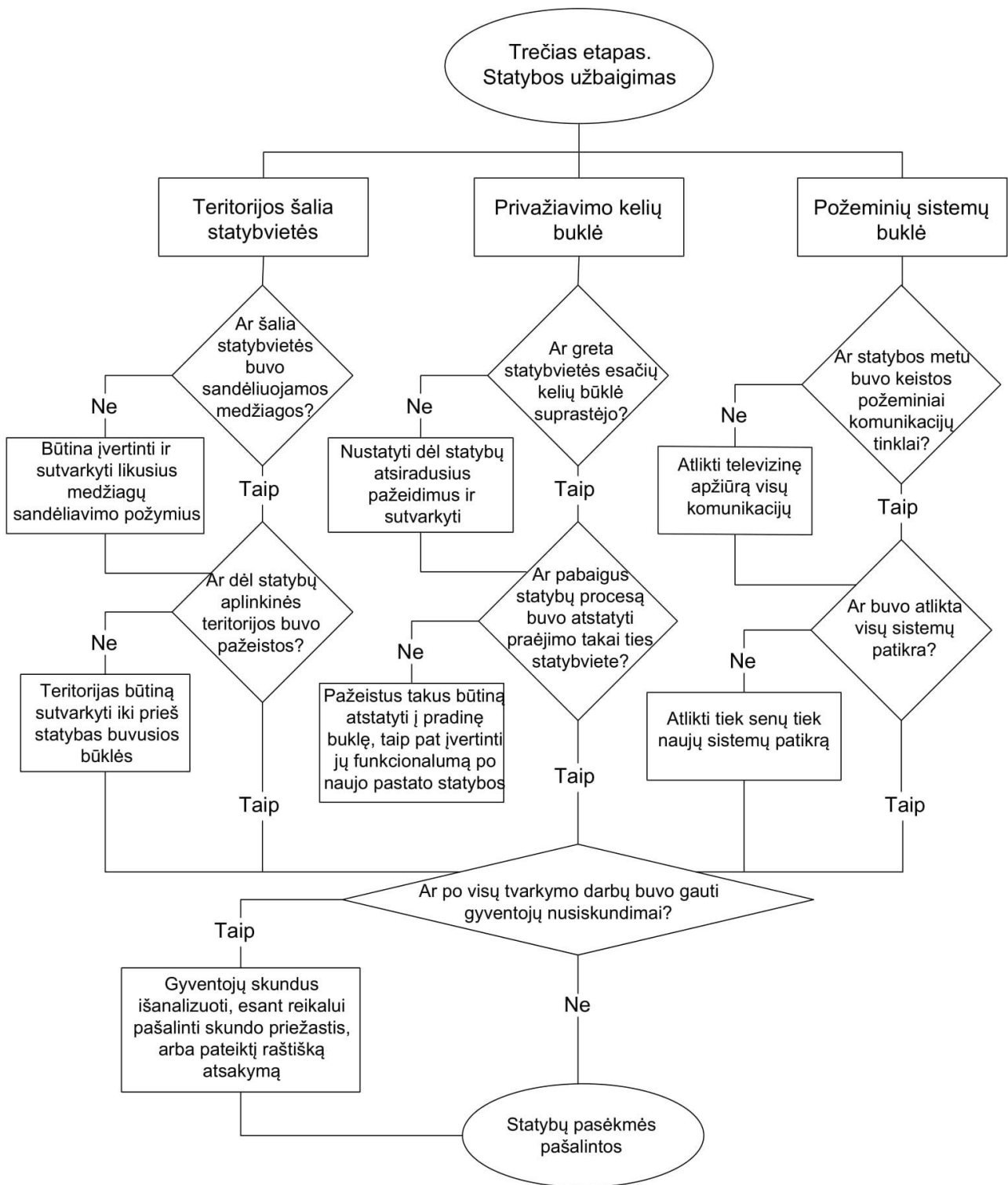
2.3.3. Statybos užbaigimas

Galutinis projekto etapas. Pastatams miestų senamiesčiuose ypatingai svarbus etapas, kadangi statybos vykdomos ypatingai visuomenės dėmesio pritraukiančiose vietose, todėl visi palikti pažeidimai kenks įmonės reputacijai taip pat gali būti teisinių ginčų. Papildomų išlaidų dažnai atsiranda, tačiau laiku nustatčius problemą, šia išlaidas galima sumažinti. Pagrindiniai trys statybos užbaigimo darbai kurios reikia atlikti, statybvietėje ir šalia jos:

- Sutvarkyti šalimais esančias teritorijas bei pastatus. Statybų metu dėl laikinų tvorų, statomų automobilių, dulkių bei grunto aplinkinės teritorijos dažniausiai būna netvarkingos, baigus statybos procesus bei pašalinus visus statybos priemones būtina visą teritoriją kuriai buvo pakenkta sutvarkyti. Taip pat nuplauti ir esant pažeidimams sutvarkyti šalimais esančius pastatus, kurie buvo pažeisti statybos metu.
- Atstatyti kelių į statybvietę būklę. Dažnai senamiesčiuose keliai nėra pritaikyti sunkiasvoriui transportui, dėl šios priežasties atsiranda kelio nelygumų, sutrūkinėjusios dangos, pažeistų kelio bortų bei inžinerinių sistemų šulinių dangčių. Baigus statybos procesą būtina visus pažeidimus nustatyti ir pašalinti, kadangi didėjant problemoms sutvarkymas kainuos didesnius kaštus
- Patikrinti ir atstatyti inžinerinių tinklų būklę. Dažnai statybvietėse važinėjantis transportas pažeidžia įvairius inžinerinius tinklus ir sistemas, tai ypatingai aktualu senamiesčiams, kadangi šiose vietose, komunikacijos yra įrengtos senai, todėl yra mažiau atsparios mechaniniams poveikiams, jų pakeitimams reikia daugiau kaštų, todėl po statybos užbaigimo reikia atlikti televizinę vamzdžių apžiūrą, kurios metu bus nustatyta komunikacijų būklė.

Taip pat būtina atsižvelgti į gyventojų skundus, juos išanalizuoti bei esant reikalui atlikti prašomus veiksmus.

Įmonei neatkreipus dėmesio į paminėtus atvejus, dažnai tenka finansuoti išlaidas, kurias patirs gyventojai bei valstybė tvarkydami defektus, tokiu atveju išlaidos yra ženkliai didesnės nei problemos sprendimas iškart baigus statybos procesą.



16 pav. Statybų užbaigimo loginė schema

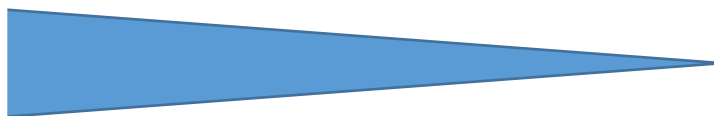
2.4. Pastatų statomų miestų senamiesčiuose logistikos vertinimo kriterijai

Remiantis literatūros analize taip pat pagal teorinius modelius sudaroma vertinimo metodika, pastatams statomiems miestų senamiesčiuose. Bus vertinama logistikos sistemų naudojimas pastatams statomiems didelio užstatymo teritorijose bei senamiesčiuose. Pagal vertinimo skalę bus

nustatytos didžiausios problemos kylančios statybų logistikos planavime bei pasiūlytos efektyvumą didinančios priemonė.

Balų sistema:

5-Labai gerai, didelių nuostolių nepatiriama



1- labai blogai, dideli laiko ir finansiniai nuostoliai

Esminiai vertinimo punktai pagal pagrindines statybos logistikos sistemas (žr. 4 lent.):

4 lentelė. Vertinimo metodika

Eil. nr.	Punktai
Transporto logistika:	
1	Laiko praradimas dėl sudėtingo sunkiojo transporto judėjimo, bei papildomi kaštai dėl gabaritų apribojimų
2	Kranų darbo laiko praradimas dėl sudėtingo privažiavimo-pastatymo
Aprūpinimo logistika	
3	Papildomos išlaidos dėl tiekėjų vėlavimų pristatyti medžiagas
4	Papildomos išlaidos dėl medžiagų transportavimo mažais kiekiais
Sandėlių logistika:	
5	Papildomi kaštai dėl organizacinių ir informacinių problemų medžiagų priėmimo-sandėliavime-rūšiavime
6	Papildomos išlaidos dėl netinkamos sandėliavimo metu sugadintų medžiagų ar nesaugiai sandėliuojamų.
Atsargų valdymo logistika:	
7	Prastovos dėl nepakankamo atsargų kiekio vykdomai veiklai palaikymas
8	Išlaidos dėl neefektyvaus medžiagų atsargų valdymo
Informacinė logistika:	
9	Papildomos išlaidos dėl statybos dalyvių komunikacijos trūkumo
10	Laiko ir finansiniai nuostoliai patirti dėl per mažo informacinių sistemų naudojimo

Viso analizuojamos 5 statybų logistikos sistemos dalys, jos nėra vienodos svarbos, todėl pagal atliktą literatūros analizę, užsienio patirčių vertinimą, įvertinus statistiškai brangiausias statybos dalis bei remiantis asmenine patirtimi, kiekvienai daliai priskiriama svarba procentais:

- transporto logistika – 30%;
- aprūpinimo logistika – 15%;
- sandėlių logistika – 30%;
- atsargų valdymo logistika – 15%;
- informacinė logistika – 10%.

3. Pastatų miestų senamiesčiuose statybos planavimo ir logistikos vertinimas

3.1. Tiriamieji statybos objektai

Pagal sudarytus metodinius nurodymus ir sudaryta vertinimo metodiką analizuojami Kauno mieste, kurie statomi didelio užstatymo teritorijoje ir senamiestyje:

“1” objektas – Kumeliu g. (žr. 5 lent.).

5 lentelė. Kumeliu g. objekto duomenys

Statybos metai	2017-2018 m.
Pastato tipas	gyvenamasis daugiabutis pastatas.
Aukštų skaičius	4.
Pastato plotas	1433,69 m ² .
Sklypo plotas	642 m ² .

Saugomos pastato dalys – į kultūros paveldo sąrašą įtrauktas pastato rūsys.

Pagrindinės konstrukcijos - sienos – mūras; pastato perdangos – g/b kiaurymėtos perdangos plokštės; stogas – medinis karkasas, metalinės plokštės; fasadas – metalinės plokštės.



17 pav. Kumeliu g. objekto sklypo planas ir nuotraukos

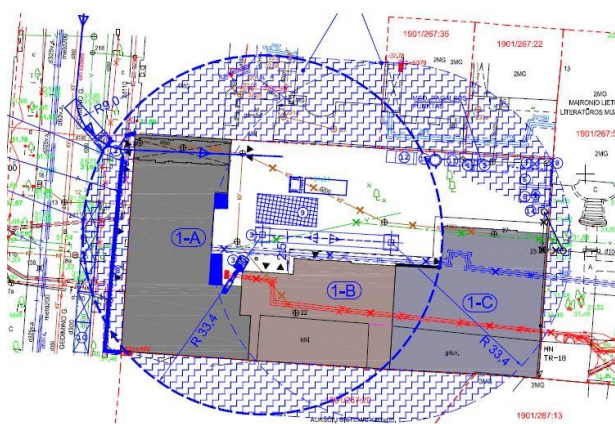
“2” objektas – Gedimino g. (žr. 6 lent.).

6 lentelė. Gedimino g. objekto duomenys

Statybos metai	2016-2017 m.
Pastato tipas	gyvenamųjų daugiabučių namų kompleksas
Aukštų skaičius	5
Pastato plotas	4424,71 m ²
Sklypo plotas	2528 m ²

Saugomos pastato dalys – laiptai, dalis fasadų, langų apvadų, frontonas.

Pagrindinės konstrukcijos - sienos – mūras; pastato perdangos – g/b kiaurymėtos perdangos plokštės; stogas – monolitinės plokštės; fasadas – struktūrinis tinkas.



18 pav. Gedimino g. statybvietės planas ir objekto nuotraukos

3” objektas – Vytauto g. (žr. 7 lent.).

7 lentelė. Vytauto g. objekto duomenys

Statybos metai	2016-2017 m.
Pastato tipas	daugiabutis gyvenamasis pastatas
Aukštų skaičius	7
Pastato plotas	1662,33 m ²
Sklypo plotas	714 m ²

Pagrindinės konstrukcijos – pamatai – poliniai; sienos –g/b monolitinės kolonos, mūras iš silikatinių plytų; pastato perdangos – g/b kiaurymėtos perdangos plokštės; stogas – monolitinės plokštės, ritininė bituminė danga; fasadas – apdailinių plytų mūras, struktūrinis tinkas.



19 pav. Vytauto g. statybvietės planas



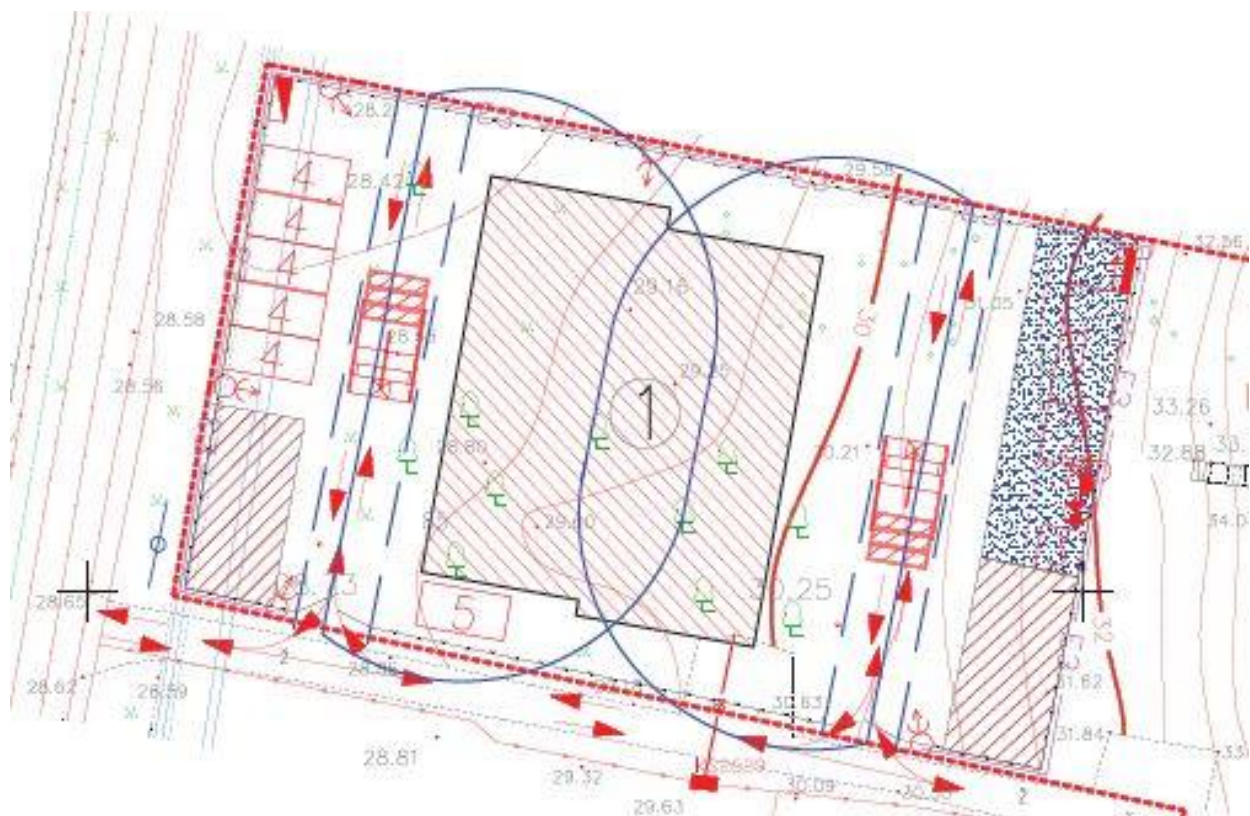
20 pav. Vytauto g. daugiabučio nuotrauka

“4” objektas – Jonavos g. (žr. 8 lent.).

8 lentelė. Jonavos g. objekto duomenys

Statybos metai	2016.
Pastato tipas	administracinės paskirties pastatas
Aukštų skaičius	4
Pastato plotas	2014 m ²
Sklypo plotas	3051 m ²

Pagrindinės konstrukcijos – pamatai – poliniai; sienos –g/b monolitinės kolonos, dalis monolitinės taip pat mūras iš keramikinių blokelių; pastato perdangos – g/b kiaurymėtos perdangos plokštės; stogas – monolitinės plokštės, ritininė bituminė danga; fasadas – stiklo sistemos, struktūrinis tinkas.






21 pav. Jonavos g. statybvietės planas

3.2. Pastatų statybos miestų senamiesčiuose analizė

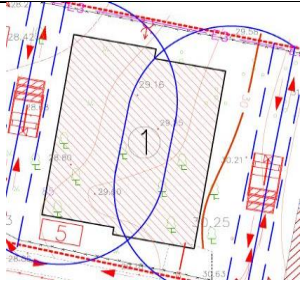
Pateikiama visų objektų analizė.

9 lentelė. 1 objekto – Kumeliu g. analizė

Kumeliu g.		Balai
Transporto logistika		
Sunkiojo transporto judėjimas statybvietėje yra negalimas, atvežtas medžiagas reikia krauti nuo gatvės, transportui 200m. reikia važiuoti atbulam. Papildomos laiko sąnaudos dėl pasiruošimo priimti transportą – vietos sustoji aptvėrimas, mašinų eismo reguliavimas.		3,5
Dėl siaurų gatvių, riboto posūkio spindulio krano privažiavimo ir pastatymo laikas vidutiniškai 30% ilgesnis, nei paprastoje statybvietėje.		3
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		1,95
Aprūpinimo logistika		
Retais atvejais vėlavo pagrindinių medžiagų pristatymas, tačiau tai nežymiai pailgino statybos laiką bei kaštus.		4
Dėl negalimų medžiagų bei įrankių sandėliavimo statybvietėje, atsiranda papildomos laikos ir kuro sąnaudos medžiagų sandėliavimui. Taip pat dėl dažno medžiagų pristatymo trukdosi darbas, reikalingas nuolatinės pastangos pasiruošti priimti atvežamus krovinius.		3,5
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,125
Sandėlių logistika		
Darbo laikas pailgėjo dėl netvarkingai sandėliuotų medžiagų, sandėliavimo konteineryje laikytos medžiagos buvo sandėliuojamos nesurūšiuotos, todėl pasitaikė atvejų, kuomet dalį medžiagų reikėjo perkrauti,		4
Dėl vietos trūkumo nėra įrengta sandėliavimo pastogė apsauganti nuo lietaus, dalis medžiagų buvo sugadintos dėl blogo uždengimo, kuomet šios medžiagos sandėliuojamos lauke. Dėl nesaugaus sandėliavimo pasitaikė vagysčių, tačiau tai buvo nedideli nuostoliai.		3,5
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		2,25
Atsargų valdymo logistika		
Pasitaikė atvejų, kai dėl per mažo atsargų skaičiaus darbai buvo stabdomi, tai sukėlė papildomas laiko sąnaudas		4
Medžiagų kurių išėiga didelė, tačiau sandėliavimui neužima daug vietos, buvo užsakyta per didelis kiekis, dalį medžiagų darbų pabaigoje teko gražinti, taip buvo keletą mėnesių išaldytos išlaidos, taip pat patirti nuostoliai dėl sandėliavimo, pervežimo, krovimo.		3,5
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,125
Informacinė logistika		
Dėl per mažo statybų dalyvių komunikavimo atsiranda papildomos sąnaudos, kaip sunkiasvorio transporto prastovos, krano statymas kelis kart per dieną.		3
Statybos procesui nebuvo pasitelktos informacinės sistemos, todėl išaugo laiko sąnaudos atlikti medžiagų pristatymo planavimo bei panašius darbus		2
Koeficientas		0,1
Balai įvertinus koeficientą:		0,5
Viso balų suma įvertinus svarbos koeficientus:		6,95

Gedimino g.		Balai
Transporto logistika		
Sunkusis transportas (sunkvežimiai, savivarčiai, ekskavatoriai), patenkantis į statybvieta turi važiuoti pro bromą, kurio matmenys 3x3m. Pasitaikė atvejų kuomet nauji tiekėjai medžiagas tiekdamo per didelių gabaritų transportu.		3
Automobiliniai kranai naudojami retai nuo kitapus esančio įvažiavimo. statybvietaje sumontuotas bokštinis kranas, jo darbo sparta sumažėja dėl mažos kranų darbo zonos.		4,5
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		2,25
Aprūpinimo logistika		
Medžiagų tiekimo vėlavimų beveik nepasitaikė, kadangi didžiąją dalį medžiagų tiekdamo vienas statybos dalyvis.		4,5
Atsiranda išlaidos dėl dažno medžiagų tiekimo, taip pat dėl vežimo kelis kartus mažais kiekiais bei nedidelėmis transporto priemonėmis.		4
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,275
Sandėlių logistika		
Retais atvejais pasitaikydavo, kuomet medžiagos yra sandėliuojamos netinkamoje darbo zonoje.		4,5
Dėl didelio statybvieta užstatymo medžiagos dažnai sandėliuojamos nesilaikant gamintojų rekomendacijų, kraunamos kelias aukštais, nestabiliai sudedamos. Dėl šių priežasčių atsiranda medžiagų defektai ir jos tampa netinkamomis naudoti.		3,5
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		2,4
Atsargų valdymo logistika		
Prastovos atsiranda tik dėl neplanuotai prireikusių medžiagų ar mechanizmų.		4
Pasitaikė atvejų kuomet medžiagos buvo pristatytos per anksti todėl jų sandėliavimas truko ilgai, tai didino sandėliavimo išlaidas bei buvo ilgai užšaldyti pinigai.		3,5
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,125
Informacinė logistika		
Dėl komunikacijos trūkumo atsiranda prastovos dėl medžiagų išskrovimo, kadangi vienu metu statybvieta teritorijoje gali būti tik viena transporto priemonė.		4
Buvo naudojama medžiagų poreikio planavimo sistema, elektroninis darbų grafikas, tačiau visos priemonės buvo naudojamos daugiausiai rangovo, todėl trūko subrangovų darbo organizavimo.		3,5
Koeficientas		0,1
Balai įvertinus koeficientą:		0,75
Viso balų suma įvertinus svarbos koeficientus:		7,8

Vytauto g.		Balai
Transporto logistika		
Sunkiasvorio transporto judėjimas statybvietyje negalima, į ją transportas patenka esamais keliais ir tuomet yra iškraunamas krano, didesnių gabaritų transportas turi išvažiuoti-įvažiuoti atbulas.		3,5
Naudojamas bokštinis kranas, jo sukimosi spindulys yra stipriai ribotas, dėl šalimais esančių pastatų.		4,5
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		2,4
Aprūpinimo logistika		
Kadangi tiekėjų skaičius buvo nedidelės, medžiagų vėlavimų beveik nepasitaikė		4,5
Medžiagos vežamos mažesniais kiekiais, dėl nuolatinio vienodų medžiagų poreikio, galima lengviau suplanuoti vežimus nepatiriant nuostolių		4,5
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,35
Sandėlių logistika		
Medžiagos sandėliuojamos tik trumpa laikui, joms sandėliuoti skiriama 10m2 aikštelė šalia pastato, krano siekimo zonoje. Atvežtos medžiagos buvo surūšiuojamos ir iškarto pernešamos į darbo vietą		4,5
Atsiranda medžiagų defektų dėl nepanaudotu medžiagų nuolatinio kilnojimo ir netinkamo sudėjimo		3
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		2,25
Atsargų valdymo logistika		
Prastovų atsirado, kadangi didelių gabaritų medžiagos buvo montuojamos tiesiai iš tiekėjų transporto priemonių bei buvo netinkamai apskaičiuotas darbo imlumas.		3
Dėl netinkamo medžiagų atsargų valdymo problemų nekilo.		5
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,2
Informacinė logistika		
Pastatą stato nedaug įmonių todėl komunikacija didelių problemų nekelia, rangovas tinkamai informuoja kiekvieną statybos dalyvį.		4,5
Statybai nėra naudojamos modeliavimo programos, todėl medžiagų sandėliavimas nėra efektyvus, tai ypatingai svarbu kadangi pastatas daugiaaukštis.		3
Koeficientas		0,1
Balai įvertinus koeficientą:		0,75
Viso balų suma įvertinus svarbos koeficientus:		7,95

Jonavos g.		Balai
Transporto logistika		
Transporto gabaritai nėra ribojami, tačiau eismas statybvietėje projektuojamas vienos krypties, todėl įvažiavimas-išvažiavimas turės būti atbulomis.		4
Kranas galės judėti iš 2 pastato pusių, gali atsirasti papildomų laiko sąnaudų dėl užstatytų pravažiavimų.		4,5
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		2,55
Aprūpinimo logistika		
Medžiagų vėlavimo atvejų pasitaikė dėl nepatikimų tiekėjų, kurie pasiūlė mažiausią kainą, tačiau negalėjo užtikrinti medžiagų tiekimo laiku.		4
Buvo papildomos išlaidos transportui, kadangi dalis medžiagų buvo montuojamos be sandėliavimo.		3
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,05
Sandėlių logistika		
Didžiausios problemos kilo dėl medžiagų sandėliavimo, kuomet sandėliuojamos medžiagos yra didelių gabaritų bei didelio svorio, tuomet pasitaikė atvejų kad kranui reikia perkrauti medžiagas dėl netinkamos eilės tvarkos		3,5
Medžiagos sandėliuojamos tik pastate ir atvirame lauke. Todėl dėl sandėliavimo pastogės trūkumo atsiranda defektų dėl lietaus.		3
Koeficientas		0,3
Balai įvertinus koeficientą:		1,95
Atsargų valdymo logistika		
Prastovų dėl medžiagų trukumo pasitaikydavo tik tuomet kai medžiagos buvo nepristatytos į reikiamą darbo zoną, tuomet užtrukdavo medžiagų pernešimas arba krovimas, ypatingai į viršutinius pastato aukštus.		4
Keletą atvejų buvo užsakyta per didelis medžiagų kiekis, dėl ko išaugo išlaidos dėl sandėliavimo ir prekių grąžinimo organizavimo.		4
Koeficientas		0,15
Balai įvertinus koeficientą:		1,2
Informacinė logistika		
Statybos dalyvių komunikacijos trūko planuojant darbą su kranais bei betono siurbliais, kadangi vienu metu iš vienos pusės galėjo dirbti tik vienas transportas atsirado laiko bei transporto stovėjimo prastovos.		3
Statybų metu nebuvo naudojamos informacinės sistemos. Tai kėlė problemas, kuomet buvo pristatomos medžiagos, kadangi pasitaikė atvejų, kad vežimai nesuplanuoti ir atsiranda prastovos.		3
Koeficientas		0,1
Balai įvertinus koeficientą:		0,6
Viso balų suma įvertinus svarbos koeficientus:		7,4

3.3. Tyrimo rezultatai ir diskusija

Išanalizavus 4 objektus, matomos standartinės problemos su kuriomis susiduria statybos kurios vykdomos mažose teritorijose. Geriausiai įvertintą antroji statybvietė Gedimino gatvėje. Tai

lemia geras statybos eigos planavimas, nepaisant sudėtingų sąlygų lemia geri sprendimai projektuojant statybvietę bei vykdant darbą.

Sudaroma bendra vertinimo rezultatų lentelė, kurioje analizuojama kiekvieno aspekto bendras vidurkis(žr. 9 lent.).

13 lentelė. Vertinimo rezultatai

	Kumelių g.	Gėdimino g.	Vytauto g.	Jonavos g.	Maksimalus balų skaičius	Vidurkis	Logistikos įgyvendinimas, %
Transporto logistika (koeficientas 0,3):							
Sunkiojo transporto judėjimo bei gabaritų apribojimai	1,95	2,25	2,4	2,55	3	2,287	76,23
Kranų laiko praradimas dėl sudėtingo pravažiavimo-pastatymo.							
Aprūpinimo logistika (koeficientas 0,15):							
Buitinių patalpų įrengimo papildomi kaštai dėl vietos trūkumo.	1,125	1,275	1,35	1,05	1,5	1,1925	79,5
Papildomos išlaidos sandėliavimo trūkumo dėl dažno transportavimo.							
Sandėlių logistika (koeficientas 0,3):							
Nuostoliai dėl medžiagų sandėliavimo aikštelių trūkumo.	2,25	2,4	2,25	1,95	3	2,2125	73,75
Patirti nuostoliai dėl atliekų sandėliavimo vietos trūkumo.							
Atsargų valdymo logistika (koeficientas 0,15):							
Prastovos dėl medžiagų bei technikos trūkumo.	1,125	1,125	1,2	1,2	1,5	1,1625	77,5
Papildomos išlaidos dėl netinkamo sandėliavimo							
Informacinė logistika (koeficientas 0,3):							
Papildomos išlaidos dėl statybos dalyvių komunikacijos trūkumo	0,5	0,75	0,75	0,6	1	0,75	65
Laiko ir kaštų sąnaudos patirtos dėl nepakankamos statybų logistikos analizės							
Balų suma:	6,95	7,8	7,95	7,35	10	7,6045	74,4

Atlikus objektų analizę buvo nustatyta kuriame objekte priimti geriausi sprendimai statybų logistikos sistemoms, Iš tyrimo matome, kad daugiausiai nuostolių patiriamą Kumelių g. objekte, geriausiai statybos procesas vykdomas Vytauto pr. objekte. Tai iš dalies susiję su statybai naudojamomis pagrindinėmis medžiagomis, kadangi vienos reikalauja ilgo darbo proceso, taip pat

didelio sandėliavimo ploto, kitais atvejais medžiagos naudojamos greičiau. Tiesa visas šias problemas gali išspręsti statybų logistikos sistemos sudarymas, tačiau dauguma įmonių tai laiko papildomais kaštais bei skiri mažai investicijų.

Taip pat pagal balų sistemą nustatyta, kuri logistikos grandinė kelia daugiausia, bei mažiausiai problemų pastatams statomiems miestų senamiesčiuose. Mažiausiai problemų kelia aprūpinimo logistika, dauguma įmonių turi patirtį su samdomais tiekėjais, todėl prastovų neatsiranda, taip pat statant didelius objektus dažnai galima sumažinti pristatymo išlaidas, sudarius sutartį su tiekėjais visam objektui. Didžiausią problemą statybų procesui kelia informacinė logistika, įmonės mažai naudoja informacines sistemas, kurios padėtų geriau planuoti statybos procesą. Didesnės įmonės naudoja tam tikras programas tačiau subrangovai samdomi tam tikriems darbams atlikti, nėra suinteresuoti investuoti į sistema, ypač jei darbo pobūdis nereikalauja didelio medžiagų tiekimo.

3.4. Rekomendacijos pastatams statomiems miestų senamiesčiuose bei didelio užstatymo teritorijose.

Išanalizavus visas statybvietses galima nustatyti, kad didžiausios problemos statyboms senamiesčiuose yra medžiagų atvežimas, tai transporto priemonių judėjimas, iškrovimo laikai ir vietos. Taip pat didelės problemos kyla dėl netinkamo medžiagų sandėliavimo, atsargų trūkumo, tai sukelia prastovas, ilgina darbo trukmę ir pažeistas medžiagas. Pagal nustatytas problemas, siūlomi jų sprendimo būdai ir būtini atlikti veiksmai norint nepatirti laiko ir finansinių nuostolių(žr. 14 lent.):

14 lentelė. Problemos ir rekomendacijos

Problema	Siūlomas sprendimas
Transporto logistika	
Įvairaus sunkiojo transporto judėjimas statybvietyje yra sudėtingas visais atvejais, visais atvejais, į vieną pusę transportui reikės judėti atbulinę eiga, tai padidina laiko sąnaudas, taip pat padidina riziką patirti nuostolių. Taip pat reikia daug dėmesio skirti į šalia statybvietsės esančių stovėjimo vietų užimtumą, kadangi daugumoje atvejų paliktas transportas trukdys sunkiasvorėms mašinoms atlikti manevrus arba nebeliks pravažiavimo iškrovimo metu.	Gera išanalizuoti tiekimo kaštus, medžiagų poreikį, kai kurias atvejais galima medžiagas tiek nedideliu transportu dažnesniais intervalais, turint gerus santykius su tiekėjais, pristatymo kaštai nėra dideli. Taip pat atsižvelgiant į kelių užstatymą būtina visiems statyboms dalyviams gerai komunikuoti, susitarti, kad pristatymai būtų nuoseklūs. Statybos vadovui pravartu sudaryti medžiagų atvežimo grafiką, kurį pildytu visi subrangovai, taip nebūtų tiekimo dubliavimosi, taip pat sumažētu laiko sąnaudos pristatymo pasiruošimui.
Esant bokštiniams kranams, pagrindinis nepatogumas yra dėl šalimai esančių pastatų stipriai ribotas kranų darbo spindulys. Taip pat būna numatyti viena vieta kurioje galima privažiuoti transportu ir ją siekti su kranu, kitose vietose kranų pakėlimui medžiagas turi atnešti žmonės. Objektuose su automobiliniu kranu, užtrunka daug laiko	Naudojant bokštinius kranus, nepatogumų negalima išvengti, tačiau svarbu kraną pasirinkti kuo mažesni, taip bus sumažinta apsauginė zona ir kranas galės laisviau judėti. Automobilinių kranų naudojimas objektuose yra sudėtingas, esant galimybei geriau statyti

kol kranas privažiuoja siauromis gatvėmis, atlieka posūkius bei tinkamai ir saugiai pasistato reikiamas atramas.	bokštinius kranus, kadangi dėl mažo sandėliuojamo kiekio, kranu reikia dažnai neilgam laikui, o automobilinio kranu pastatymas trunka daug laiko. Taip pat rekomenduojama kranu naudojimą derintis su visais statybos dalyviais, kraną statant rečiau bei ilgesniam terminui.
Aprūpinimo logistika	
Atsiranda neplanuotos išlaidos dėl tiekėjų susitarimų nesilaikymo, taip pat dėl nepakankamo medžiagų kiekio sandėliuose.	Rinktis patikimus tiekėjus objektams statomiems miestų senamiesčiuose, ne visuomet kliautis mažiausia kaina, tačiau atsižvelgti į daug kitus aspektus, kaip sandėlių atstumas iki statybvietės, turimi transporto priemonės, darbuotojų skaičius. Taip pat priklausomai nuo objekto dydžio apsvastyti medžiagų sandėliavimą netoli statybvietės.
Visais atvejais atsiranda papildomos išlaidos, kadangi medžiagos negali būti pristatomos visų rūšių transportu, ypačingai tai aktualu esant dideliame medžiagų kiekiui jos negali būti pristatomos vilkikais arba kai kuriais atvejais sunkvežimiais su manipulatoriumi.	Papildomų išlaidų išvengti nepavyks, efektyviausiai sudaryti sutarti su tiekėjais ir sutarti mažas pristatymo kainas. Taip pat išanalizuoti su kokiomis tiekimo priemonėmis dirbą tiekėjai, dažniais atvejais tiekėjas negali pasiūlyti kelių dydžių sunkvežimių su manipulatoriumi, todėl medžiagų krovimas užtrunka.
Sandėliavimo logistika	
Dažniais atvejais atvežtos medžiagos dėl laiko stokos nėra tinkamai priimanamos, netikrinamas jų kiekis, nerūšiuojamos ir kraunamos ne pagal naudojimo poreikį.	Užsakius reikiamas medžiagas, iškart suplanuoti jų naudojimo laiką, tuomet suplanuoti sandėliavimą taip, kad medžiagos naudojamos vėliausiai būtų iškraunamos pirmos. Taip pat medžiagų pristatyme turi dalyvauti darbų vadovas, kuris nurodys sandėliavimo vietą bei esant reikalui užsirašys medžiagos pavadinimą ar pasizymės sandėliavimo vietą.
Visose statybvietėse nėra galimybių tinkamai sandėliuoti medžiagas, nėra įrengiamos sandėliavimo pastogės, tinkamai paruošiamos vietos medžiagų krovimui.	Norint išvengti medžiagų defektų darbų vadovas privalo nuolat kontroliuoti medžiagų pernešimą, jo krovimo vietas, įvertinti riziką dėl padėjimo, tikrinti ar medžiagos tinkamai apsaugotos nuo lietaus.
Atsargų valdymo logistika	
Prastovos dėl medžiagų trūkumo atsiranda retais atvejais, kuomet statytojai blogai apskaičiuoja reikiamus medžiagų kiekius ir atsargas iki artimiausio pristatymo.	Norint išvengti prastovų statybos vadovas turi būti gerai išsilinęs į statybos procesą ir žinoti medžiagų poreikį.
Pasitaiko atvejų kai medžiagos, kurios nėra didelės apimties, tačiau jų išeiga didelė, būna užsakoma per didelį kiekį, taip be reikalo investuojant pinigus. Taip pat būna atvejų kai medžiagos pristatomos per anksti.	Norint vengti per didelės medžiagų atsargos būtina tinkamai suskaičiuoti reikiamų medžiagų kiekį, taip pat gerai suplanuoti statybos procesą ir užsakius medžiagas prieš jų pristatymą patikrinti ar darbai vyksta pagal planą ir medžiagos vis dar reikalingos.
Informacinė logistika	
Pasitaiko statybos dalyvių komunikavimo problemų, kuomet projekto korektūros nėra tinkamai paskelbiamos, medžiagų tiekimas nėra suderintas su kitais statybos dalyviais.	Rangovas turi organizuoti sistemą pagal kurią bus komunikuojama statybų metu. Projektai gali būti laikomi visiems subrangovams prieinamose sistemose. Taip pat rangovas organizuoja visų pristatymų į objektą registravimui, taip

	sudarymas kalendorinį grafiką, kuriame subrangovai žymėtų medžiagų pristatymo laiką.
Įmonės per mažai naudoja informacines sistemas, kurios optimizuotų medžiagų užsakymą, pristatymą ar sandėliavimą.	Įmonės turi atlikti nuolatine darbo efektyvumą gerinančių priemonių paiešką. Statybų rangovas turi sutartyse numatyti būtinybę subrangovams prisijungti prie rangovo naudojamų statybos sistemų.

Pastatams statomiems miestų senamiesčiuose labai svarbu tinkamai suplanuoti visą statybos procesą, nuo pradinio etapo, įsivertinti papildomas išlaidas kurių nepavyks išvengti, galimus darbo trukdžius. Taip pat įmonė turi turėti kvalifikuotų darbuotojų, turinčių patirties darbų vykdymui. Atlikus analizę buvo nustatytos esminės problemos kylančios statybų metu, tai sunkiojo transporto judėjimas, medžiagų sandėliavimo trūkumas, netinkamas darbuotojų požiūris į specifinę darbo aplinką, taip pat per mažas statybos vadovų dėmesys statybos procesui.

Pagal atliktą analizę buvo sudaryti metodiniai nurodymai su esminiais bruožais padėsiančiais optimizuoti išlaidas dėl specifinės darbo aplinkos. Pagal metodiką, nurodomi geriausi statybvietės įrengimo variantai, taip pat esminių problemų sprendimo būdai, kaip medžiagų pristatymas, transporto judėjimas.

Išvados

1. Atlikus mokslinės ir praktinės literatūros analizę, nustatyta, kad optimaliai suplanuoti statybos eigą pastatams statomiems miestų senamiesčiuose trukdo nepakankamas dėmesys šioms statybų logistikos sistemų dalims: transporto logistikai, sandėliavimo logistikai, atsargų valdymo logistikai bei informacinei logistikai. Problemos kyla, dėl nepakankamo darbuotojų profesionalumo, informacijos apie logistikos sistemų taikymo metodus trūkumo bei per mažo įmonių suinteresuotumo investuoti į statybos logistikos planavimą.
2. Aprašytos pagrindinės statybų logistikos sistemos bei jų tarpusavio ryšys ir veikimas. Taip pat apžvelgta pasaulyje taikomi statybos logistikos planavimo metodai, skirtingo pobūdžio ir sudėtingumo statybvietėms. Išnagrinėta glaustame ir detaliame statybų logistikos plane pateikiama informacija, bei šių planų pritaikymas Europoje statomiems pastatams. Išanalizuoti užsienio logistikos planų pavyzdžiai. Pagal atlikta literatūros analizę bei logistikos planų taikymo metodų aprašymą, rekomenduojama sudaryti statybos logistikos plano metodinius nurodymus pastatams statomiems miestų senamiesčiuose. Vadovaujantis sudaryta metodiką, galima geriau pasirengti statybos procesui, taip pat geriau kontroliuoti visą statybos eigą, bei išvengti nuostolių atlikus visus statybos darbus
3. Remiantis literatūros analize bei praktine patirtimi, sudaryta statybų logistikos planavimo metodika, pastatų statybos miestų senamiesčiuose organizavimui bei kontrolei. Statybų logistikos metodika apima visus statybos etapus: pasirengimą statybos darbams, darbų eigą, bei statybos užbaigimą. Plane prie pagrindinės informacijos apie statybų planavimą aprašytos specifinės problemos kylančios, kuomet statybos vykdomos miestų senamiesčiuose;
4. Pagal metodologinę dalį pasiūlyti statybų logistikos sistemų efektyvumo vertinimo kriterijai pastatų statyboms miestų senamiesčiuose. Remiantis kriterijais išanalizuoti 4 objektai, statomi senamiesčiuose bei didelio užstatymo teritorijose. Nustatyta specifinės problemos kylančios statybų metu, tai sudėtingas transporto judėjimas statybvietėje, medžiagų sandėliavimo vietos trūkumas, netinkamas darbuotojų požiūris į specifinę darbo aplinką. Pagal gautus rezultatus nustatyta, kurios statybų logistikos sistemų dalys sukelia daugiausiai problemų, tai medžiagų sandėliavimo bei informacinės logistikos. Tai susiję su nepakankamu įmonių investavimu į šių sistemų veikimą. Įmonės neatsižvelgę į efektyviausią medžiagų sandėliavimo modelį, taip pat neinvestuoja į programinę įrangą padedančią valdyti statybų procesą. Taip pat pagal vertinimo metu nustatytas didžiausias problemas pastatams statomiems miestų senamiesčiuose, buvo pateiktos rekomendacijos statybų logistikos sistemų taikymui, padedančios efektyviau valdyti statybų eigą bei kaštus.

Literatūros sąrašas

1. AKINTOYE A. Just-in-time. *Application and implication for building material management. Journal of Construction Management and Economics*. 2009
2. BAZARAS Darius. *Įvadas į logistiką: mokomoji knyga*. Vilnius. Technika, 2005.
3. BERNOLD, L.E. Spatial integration in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2002.
4. BOGERS E.A.I., POSTULAR R., PLOOS VAN AMSTEL W. Smart construction logistics. *The case of Dutch inner city hospital and university* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2018-12-01]. Prieiga per: kennisdclogistiek.nl
5. CHILDERHOUSE P., LEWIS J., NAIM M AND TOWILL D. Re-engineering a construction supply chain: a material flow control approach. *Supply Chain Management. An International Journal*. 2014.
6. CHOPRA S., MEINDL P. *Supply Chain Management*. 5-oji laida 2016.
7. CIVIC: *Smart construction logistics* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-11-28]. Prieiga per: <https://www.civic-project.eu>
8. CIVITAS: *Good practices in construction logistics and supply chain* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2018-12-01]. Prieiga per: <https://civitas.eu/tool-inventory/good-practices-construction-logistics-and-supply-chain>
9. *Construction logistics plan guidance 2017* [žiūrėta 2018-12-04]. Prieiga per: <http://content.tfl.gov.uk/construction-logistics-plan-guidance.pdf>
10. *Construction logistics plan guidance. 2013* [žiūrėta 2018-12-03]. Prieiga per: <https://www.clocs.org.uk/wp-content/uploads/2014/05/construction-logistics-plan-guidance-for-developers.pdf>
11. *Construction logistics. Models for consolidation* [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2018-12-05]. Prieiga per: <http://www.onstructingexcellence.org.uk>
12. *Council of logistics management*. Encyclopedia of production and manufacturing management. 2000.
13. DUIYONG, C., J. SHIDONG AND S. MINGSHAN. Engineering construction project site logistics management. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* [interaktyvus]. 2014, 6(7)0:353-360 [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per: <http://www.jocpr.com/articles/engineering-construction-project-site-logistics-management.pdf>
14. GARALIS A. *Logistikos projekto rengimas*. Šiauliai: VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2003. –165p.

15. GINEVIČIUS R., SILICKAS J. *Sisteminio įmonių valdymo pagrindai: vadovėlis*. Vilnius, Technika, 2009.
16. HSU P., P. ANGELOUDIS, M. AURISICCHIO. Optimal logistics planning for modular construction using two-stage stochastic programming. *Automation in construction* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-12-01]. Prieiga per: www.sciencedirect.com
17. YING F. Addressing effective construction logistics through the lens of vehicle movements. *Emerald Group Publishing Limited*, 2014.
18. JOHN. P., OYEDELE L. O. Effective material logistics in urban construction sites: a structural equation model. *Spillane School of Natural and Built Environment, Queen's University Belfast*, 2013.
19. KANEKO T., HAMADA K., KONDO T. Development of construction logistics systems using radio frequency identification. *24th International Symposium on Automation & Robotics in Construction*, 2007.
20. KOSACKA-OLEJNIK M., WERNER-LEWANDOWSKA K. The Reverse Logistics Maturity Model: How to determine reverse logistics maturity profile? - method proposal. *Procedia Manufacturing*. Volume 17, 2018, pages 1112-1119.
21. *Logistics management in construction*. 2018 [žiūrėt 2018-12-03]. Prieiga per www.designingbuildings.co.uk
22. MATERIAL LOGISTICS PLAN GOOD PRATICE GUIDENCE. *Waste minimisation in construction*. 2007 [žiūrėta 2018-12-01]. Prieiga per: <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/MLP%20Guidance%20Document.pdf>
23. MATOUZKO V., NATAPATCHARA M. Improving Construction Logistics. *A Case study of Residential Building Project*. 2012.
24. MEIDUTĖ, I., VASILIS VASILIAUSKAS. *Sandėliavimo logistika*. Vilnius: Fridas, 2007.
25. MINALGA Rimgaudas. *Logistika*. Vilnius, 2001.
26. ORŽEKAUSKAS Petras, BENIUŠIENĖ Ineta. *Statybos logistika: teorinis aspektas*. Šiauliai: VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2007.
27. ORŽEKAUSKAS Petras. *Informacinės logistikos pagrindai*. Kaunas : Technologija, 2009.
28. PALŠAITIS Ramūnas. *Logistikos vadybos pagrindai: vadovėlis*. Technika, 2005.
29. PAPADONIKOLAKI E. Supply chain integration with BIM: a graph-based model. *Emerald Group Publishing Limited*, 2015.
30. PINHO T., J. TELHADA, M. CARVALHO. Managing construction supply chain. *IEEE International Engineering Management Conference*, 2008. ISSN 2159-3590
31. RAMOS M. Interaction between management accounting and supply chain management. *Supply Chain Management. An International Journal*, 2015.

32. SAID H., K. EL-RAYES. Optimal utilization of interior building spaces for material procurement and storage in congested construction sites. *Automation in construction*, 2018.
33. SONG J., LEE N., YOON S., KWON. S. Material tracker for construction logistics. *24th International Symposium on Automation & Robotics in Construction*. 2007.
34. SPILLANE J. P., OYEDELE L. O. Effective material logistics in urban construction sites: a structural equation model. *Emerald publishing limited* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2018-12-01]. Prieiga per: <https://www.emeraldinsight.com>
35. WEGELIUS-LEHTONEN T., PAHKALA S. “Developing material delivery processes in cooperation: an application example of the construction industry”. *Int. J. Production Economics*, 1998.
36. TANIGUCHI E. Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities. *International conference green cities*. 2014.
37. TUNJI-OLAYENI F., AFOLABI A. O., ESHOFONIE E.E., AYIM B. A. Dataset for material logistics on construction sites. *Date in brief*. Volume 20, 2018, pages 1142-1147.
38. VIDALAKIS C. The logistics of construction supply chains: the builders' merchant perspective. *Emerald Group Publishing Limited*, 2011.
39. WALKER H., BRAMMER S. Sustainable procurement in the United Kingdom public sector. *Emerald Group Publishing Limited*, 2009.
40. WHITLOCK K., ABANDA F. H., MANJIA M. B., PETTANG C. AND NKENG G. E. BIM for Construction Site Logistics Management. *Journal of Engineering, Project, and Production Management* [interaktyvus]. 2018, 8(1), 47-55.