



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO FAKULTETAS

Monika Kvederytė

AUTOMATINĖS SANDĖLIAVIMO SISTEMOS DIEGIMO
EKONOMINIS VERTINIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

doc. dr. Akvilė Čibinskiė

KAUNAS, 2020

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO FAKULTETAS

AUTOMATINĖS SANDĖLIAVIMO SISTEMOS DIEGIMO
EKONOMINIS VERTINIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Verslo ekonomika, 6211JX042

Vadovas

..... doc. dr. Akvilė Čibinskiė
(parašas) 2019 12 ...

Recenzentas

..... prof. dr. Valentinas Navickas
(parašas) 2019 12 ...

Projektą atliko

..... Monika Kvederytė
(parašas) 2019 12 ...

KAUNAS, 2020



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Monika Kvederytė

Verslo ekonomika, 6211JX042

Baigiamojo magistro projekto „Automatinės sandėliavimo sistemos diegimo ekonominis vertinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2019 m. gruodžio 20 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Monikos Kvederytės**, baigiamasis magistro projektas tema „Automatinės sandėliavimo sistemos diegimo ekonominis vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame projekte nėra viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose sąrašė. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį projektą niekam nesu mokėjusi.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Monika Kvederytė. Economic Evaluation of Automated Storage System Implementation. Master's Final Degree Project/ supervisor doc., dr. Akvilė Čibinskienė; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Study area, study field: Social Science, Economics.

Keywords: *storage, system, automated, Texo, cloud, implementation*

Kaunas, 2020. 62 pages.

SUMMARY

Digital transformation and warehousing processes automation are major challenges for the new industrial revolution known as Industry 4.0. Warehouse management is today one of the highest priority logistics challenges and research objects.

The main purpose of warehouses automation is stock management. Stocks are extremely important and indispensable for companies engaged in manufacturing and trading activities, as they are directly involved in the production process and have a very important impact on their performance, financial position and customer satisfaction.

As information technology develops, more and more logistics processes are moving into the cyberspace. The use of new technologies makes it easier and simpler to apply modern warehousing technologies, to determine the quantity and location of raw materials and products.

Thus, companies need automated warehouse management systems that optimize the flow of goods and their costs. However, they require significant investment, and companies planning this type of investment should consider all the alternatives available on the market in order to choose the one that best suits their needs.

The object of this thesis - automatic storage system.

Purpose is economic evaluation of automated storage system implementation.

Monika Kvederytė. Automatinės sandėliavimo sistemos diegimo ekonominis vertinimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Akvilė Čibinskienė; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

Studijų sritis, studijų kryptis: Socialiniai mokslai, Ekonomika.

Reikšminiai žodžiai: *sandėliavimas, sistema, automatinė, Texo, cloud, vertinimas*

Kaunas, 2020. 62 puslapiai.

SANTRAUKA

Gamybos ir sandėliavimo procesų skaitmenizavimas ir automatizavimas yra pagrindiniai naujosios pramonės revoliucijos, vadinamos Pramonė 4.0, iššūkiai. Sandėlių valdymas šiandieną yra vienas didžiausių logistikos iššūkių ir mokslinių tyrimų objektų.

Svarbiausia sandėlių paskirtis – atsargų valdymas. Atsargos – ypatingai svarbios ir būtinos gamybine ir prekybine veikla besiverčiančioms įmonėms, kadangi tiesiogiai dalyvauja gamybiname procese, turi labai didelę reikšmę įmonių veiklos rezultatams ir finansinei situacijai.

Vystantis informacinėms technologijoms vis daugiau logistikos procesų keliasi į elektroninę erdvę. Naudojant naujas technologijas lengviau ir paprasčiau taikyti modernias sandėliavimo technologijas, nustatyti žaliavų ir produkcijos kiekius bei vietą.

Taigi, įmonėms reikalingos automatinės sandėlio valdymo sistemos, kurios leidžia optimizuoti prekių srautus ir jų kaštus. Tačiau jos reikalauja didelių investicijų, todėl įmonėms, planuojančioms tokio pobūdžio investicijas reikėtų įvertinti visas alternatyvas, esančias rinkoje, tam, kad būtų galima pasirinkti geriausiai jų poreikius tenkinantį variantą.

Šio darbo objektas – automatinė sandėliavimo sistema.

Jo tikslas – atlikti automatinės sandėliavimo sistemos diegimo ekonominį vertinimą.

TURINYS

<u>TURINYS</u>	6
<u>Paveikslų sąrašas</u>	7
<u>Lentelių sąrašas</u>	8
<u>IVADAS</u>	9
<u>1. SANDĖLIO AUTOMATIZAVIMO PROBLEMOS ANALIZĖ PRAMONĖ 4.0 KONTEKSTE</u>	10
<u>2. TEORINIAI SANDĖLIAVIMO AUTOMATIZAVIMO EKONOMINIO VERTINIMO ASPEKTAI</u>	14
<u>2.1. Sandėliavimo vieta logistikos procese ir jo optimizavimo ekonominė vertė</u>	14
<u>2.2. Automatinės sandėliavimo sistemos</u>	16
<u>2.3. Automatinių sandėliavimo sistemų ekonominis vertinimas</u>	21
<u>3. INVESTICINIO SANDĖLIAVIMO SISTEMOS PROJEKTO METODOLOGIJA</u>	30
<u>3.1. Gamybiniai rodikliai</u>	32
<u>3.2. Finansiniai rodikliai</u>	33
<u>3.3. Ekonominiai rodikliai</u>	35
<u>3.4. Prognozavimas ir rizikos vertinimas</u>	36
<u>4. TYRIMAS</u>	38
<u>4.1. Gamybinių rodiklių analizės rezultatai</u>	38
<u>4.2. Finansinių rodiklių vertinimas</u>	41
<u>4.3. Ekonominių rodiklių vertinimas</u>	49
<u>4.4. Prognozavimas ir rizikos vertinimas</u>	51
<u>4.5. Ekspertų interviu rezultatai</u>	54
<u>IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS</u>	58
<u>LITERATŪROS SĄRAŠAS</u>	59

Paveikslų sąrašas

<u>1.1 pav. Pramonės 4.0 technologiniai ramsčiai</u>	11
<u>1.2 pav. Produktyvumo ir darbo sąnaudų didėjimo tendencijos Europos Sąjungos šalyse</u>	12
<u>2.1 pav. Sandėliavimo vieta logistikos sistemoje</u>	14
<u>2.2 pav. Gamybos procesų klasifikacija pagal sandėliavimo būdus</u>	15
<u>2.3 pav. Verslo akcinio kapitalo vertės svertai</u>	16
<u>2.4 pav. Atsargų savikainos ir apyvartumo ryšys. Šaltinis: (HighJump Software, 2016)</u>	17
<u>2.5 pav. Sistemos AIVA -9001 nauda įmonėms (AIVA SISTEMA, 2019)</u>	18
<u>2.6 pav. HighJump Software automatinės sandėliavimo sistemos ekonominės naudos aspektai</u>	20
<u>2.7 pav. Principinė įmonės darbo efektyvumo kreivė diegiant naują įrangą</u>	21
<u>2.8 pav. Principinis kompleksinės analizės metodikos modelis (Mackevičius & Valkauskas, 2012)</u>	27
<u>2.9 pav. Atsargų kompleksinės analizės rūšys, šaltiniai ir techniniai tyrimo būdai</u>	28
<u>2.10 pav. Investicinio projekto rizikos laipsnis priklausomai nuo jo tipo (Tomaševič, 2010b)</u>	28
<u>2.11 pav. Investicinio projekto rengimo ir vertinimo principinė schema ((Tomaševič, 2010b)</u>	29
<u>3.1 pav. TEXO ir partnerių padalinių geografinis išsidėstymas. http://texo.se/shuttle/shuttle/30</u>	
<u>3.2 pav. Principinė tyrimo schema</u>	31
<u>3.3 pav. Kapitalo rinkos linija – laukiamo pelningumo ir investicinės rizikos priklausomybė</u> (Tomaševič, 2010b).....	37
<u>4.1 pav. Pardavimų prognozės trendai</u>	39
<u>4.3 pav. Darbo našumo rodikliai</u>	40
<u>4.4 pav. Įmonės pajamų ir sąnaudų dinamika</u>	41
<u>4.5 pav. Akumuluotų pinigų srautų dinamika</u>	42
<u>4.6 pav. Projekto A grynąją dabartinę vertę (NPV) apibrėžiančių rodiklių ryšys</u>	43
<u>4.7 pav. Projekto B grynąją dabartinę vertę (NPV) apibrėžiančių rodiklių ryšys</u>	44
<u>4.8 pav. Įmonės pelningumo prognozė</u>	46
<u>4.9 pav. Projekto pelningumo indekso ir grynosios dabartinės vertės ryšys</u>	47
<u>4.10 pav. Grynosios dabartinės vertės ir diskonto normos priklausomybė (Tomaševič, 2010b)</u>	48

Lentelių sąrašas

<u>2.1 lentelė. Sistemos Vision WMS sandėlio procesų automatizavimo sprendimai (Equinox Europe, 2019)</u>	19
<u>2.2 lentelė. Laiko rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014</u>	22
<u>2.3 lentelė. Produktyvumo rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014</u>	23
<u>2.4 lentelė. Kaštų rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014</u>	24
<u>2.5 lentelė. Kokybės rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014</u>	24
<u>3.1 lentelė. Ekonominio vertinimo kriterijai (EC, 2008)</u>	36
<u>4.1 lentelė. Sandėlio technologinė kortelė</u>	38
<u>4.2 lentelė. Produkcijos gamybos, atsargų apyvartumo ir pardavimų rodikliai</u>	39
<u>4.3 lentelė. Santykinų įmonės intensifikacijos rodiklių sąlyginė ekonomija</u>	40
<u>4.4 lentelė. Pinigų srautai be sandėlio automatizavimo (projektas A) ir įgyvendinus investicini projektą (projektas B)</u>	42
<u>4.5 lentelė. Investicinio projekto diskontuotas atsipirkimo laikas</u>	45
<u>4.6 lentelė. Įmonės veiklos ir pelningumo rodikliai</u>	45
<u>4.7 lentelė. Vidinės gražos normos skaičiavimas</u>	47
<u>4.8 lentelė. Finansinių rodiklių suvestinė</u>	48
<u>4.9 lentelė. Ekonominių rodiklių vertinimas</u>	49
<u>4.10 lentelė. Eksportas pagal prekių grupes, mln. Eur, 2017 m. (Lietuvos makroekonomikos apžvalga, SEB bankas, 2018)</u>	50
<u>4.11 lentelė. Įmonės ekonominiai – statistiniai rodikliai</u>	51
<u>4.12 pav. Sąnaudų pokyčio poveikis investicinio projekto grynajai dabartinei vertei</u>	52
<u>4.13 pav. Pardavimų apimčių mažėjimo poveikis investicinio projekto grynajai dabartinei vertei</u>	52
<u>4.14 lentelė. Infliacijos poveikis projekto ekonominiam efektyvumui</u>	53
<u>4.15 lentelė. Investicinio projektų pinigų srautų scenarijai ir pagrindiniai rodikliai</u>	53

IVADAS

Ketvirtoji pramonės revoliucija yra naujas ekonominės raidos etapas. Pramonė 4.0 labiausiai išsiskiria savo greičiu ir plėtojimosi šakomis. Ji apima daiktų internetą, robotiką, dirbtinį intelektą, sparčiai plintantį 3D spausdinimą ir kita. Ketvirtoji pramonė apima tiek verslo, tiek ekonominius pokyčius, skatina įmonių, valstybių bei visuomenės pertvarką.

Ketvirtoji pramonės revoliucija yra labai glaudžiai susijusi su pramone. Gamybinėse įmonėse tai gali būti įrengimai, susieti papildomu bevieliu ryšiu ir jutikliais. Tokia sistema gali vizualizuoti tam tikrą gamybos procesą ir priimti algoritmais numatytus sprendimus. Iš esmės gamybiniuose procesuose Pramonė 4.0 yra automatizavimo ir keitimosi duomenimis sistema. Šis procesas yra labia svarbus ne tik tobulinant procesą tarp gamybinių įrengimų, tačiau ir tokiose srityse, kaip žaliavų transportavimas ar automatinis sandėliavimas.

Vystantis informacinėms technologijoms logistikos procesų perkėlimas į elektroninę erdvę yra vis svarbiausias. Naudojant naujas technologijas galima lengviau ir paprasčiau taikyti modernias sandėliavimo technologijas, nustatyti žaliavų ar produkcijos kiekius ir vietą, lengviau užpildyti atsaitas dokumentus. Efektyvus sandėlio valdymas gali pagerinti gamybinius procesus.

Įmonėms reikalingos automatinės sandėlio valdymo sistemos, kurios leidžia optimizuoti prekių srautus ir jų kaštus. Rinkoje galima rasti įvairių alternatyvų. Todėl planuojant diegti sandėliavimo automatizavimo sistemą būtinas jų ekonominis įvertinimas. Kadangi ši technologijų kryptis priskiriama prie iniciatyvos „Pramonė 4.0“ technologinių ramsčių, mes sieksime pagrįsti jos efektyvumą ekonominio vertinimo instrumentu.

Tyrimo objektas: automatizuota sandėliavimo sistema.

Tyrimo problema: Kaip atlikti automatinės sandėliavimo sistemos diegimo ekonominį vertinimą?

Darbo tikslas - atlikti automatizuotos sandėliavimo sistemos įdiegimo ekonominį vertinimą.

Tikslui pasiekti keliami uždaviniai:

1. Atlikti sandėliavimo automatizavimo problemos analizę technologijų revoliucijos „Pramonė 4.0“ kontekste;
2. Išanalizuoti teorinius sandėliavimo automatizavimo ekonominio vertinimo aspektus;
3. Mokslinės literatūros analizės pagrindu sudaryti automatizuotos sandėliavimo sistemos teikiamos naudos ekonominio vertinimo (prognozavimo) metodiką;
4. Atlikti ekonominį automatizuotos sandėliavimo sistemos vertinimą įmonės X pagrindu.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, sintezė ir apibendrinimas; įmonės finansinių ir veiklos ataskaitų analizė, apklausa (interviu), duomenų matematinė-statistinė analizė ir interpretavimas.

Šiame darbe pateikta teorinė medžiaga ir metodika gali būti pavyzdžiu atliekant planuojamo sandėliavimo automatizavimo sistemos investicinio projekto vertinimui

1. SANDĖLIO AUTOMATIZAVIMO PROBLEMOS ANALIZĖ PRAMONĖ 4.0 KONTEKSTE

Sandėlių valdymas šiandieną yra vienas didžiausių logistikos iššūkių ir mokslinių tyrimų objektų.

Logistikos mokslo proveržis buvo 2010 metais Vokietijoje prasidėjus mokslinių tyrimų iniciatyvai EffizienzCluster LogisticRuhr. Logistikos mokslinių tyrimų prielaidos buvo tiekimo grandinių sudėtingėjimas globalizacijos sąlygomis ir didėjanti skirtingų transporto sektorių konkurencija liberalėjant Europos bei Vokietijos rinkoms. Pagrindines jų kryptis lemia šių dienų visuomenės iššūkiai, tokie kaip senkantys išteklių ir tvarumo iššūkiai, urbanizacija ir miesto transporto iššūkiai, saugumo problemos tarptautinėse transporto sistemose, demografiniai pokyčiai ir informacijos valdymo koncepcija, bei technologijų inovacijos (Clausen et al., 2013).

Sandėliai turi būti lanksčios struktūros kad sąlygotų kokybiškas, efektyvias ir veiksmingas logistikos operacijas ypač reiklios, konkurencingos ir neapibrėžtos rinkos sąlygomis (Geraldas et al., 2008).

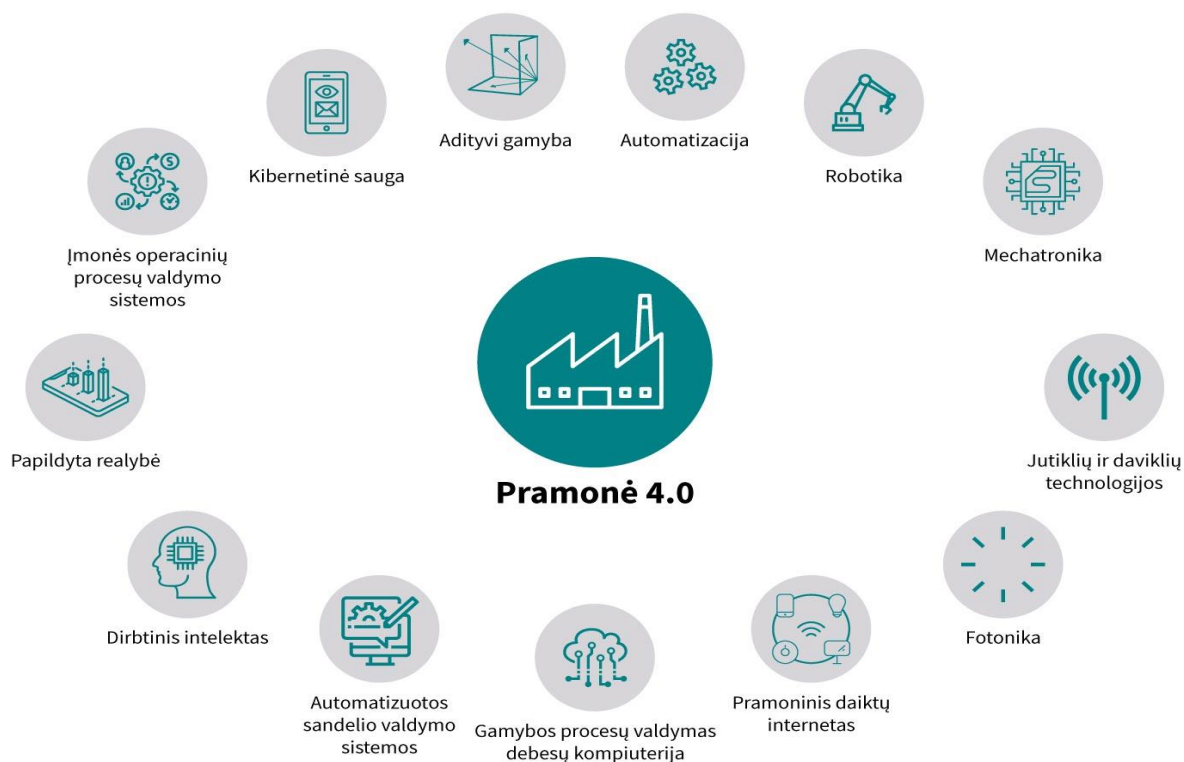
Svarbiausia sandėlių paskirtis – atsargų valdymas. „Atsargos – tai trumpalaikis turtas (žaliavos ir komplektuojamieji gaminiai, nebaigta gamyba, pagaminta produkcija bei pirktos prekės, skirtos perparduoti), kuri įmonė sunaudoja pajamoms uždirbti per vienerius metus arba per vieną įmonės veiklos ciklą.“ (Verslo apskaitos standartai ir metodinės rekomendacijos, 2011, p.119). Atsargos būtinos bet kokia ūkine veikla besiverčiančių įmonių darbui. Jos ypač svarbios gamybine ir prekybine veikla besiverčiančioms organizacijoms, nes tiesiogiai dalyvauja pajamų uždirbimo procese, turi labai didelę reikšmę įmonių finansinei būklei ir veiklos rezultatams. (Mackevičius & Valkauskas, 2012; Šimkūnaitė, 2016). Todėl sandėliavimas taip pat labai svarbus bet kokios įmonės veiklai.

Ramaa et al. (2012) teigia, kad sandėliavimo išlaidos sudaro 2-5 % korporacijų pardavimų išlaidų. Kitų literatūros šaltinių duomenimis sandėliavimas sudaro apie 20 % įmonės kaštų. Virš 50 % sandėliavimo kaštų sudaro prekių užsakymų surinkimas ir jų kelias iki transporto priemonės.

Vystantis informacinėms technologijoms vis daugiau logistikos procesų keliai į elektroninę erdvę. Naudojant naujas technologijas lengviau ir paprasčiau taikyti modernias sandėliavimo technologijas, nustatyti transporto priemonių, siuntų ir krovinių vietą, elektroniniu būdu užpildyti apskaitos dokumentus. Tikslus ir efektyvus sandėlio valdymas stipriai veikia visų kitų verslo procesų (pardavimų, gamybos, tiekimo, transportavimo, klientų aptarnavimo) grandinės efektyvumą. Pavyzdžiui, įmonės „Softera“ IT sandėlio valdymo sistema (WMS) automatiškai valdo visą sandėlio darbą realiu laiku nuo prekių priėmimo į sandėlį momento iki klientų užsakymų pristatymo. Ji optimizuoja inventoriaus perkėlimus ir saugojimą, suskirstydama sandėlį į tikslines zonas. Tai leidžia produktyviausiai išnaudoti sandėliavimo plotą (Softera, 2019b). Daugelio literatūros šaltinių duomenimis automatizuotos sandėliavimo optimizavimo sistemos leidžia sumažinti sandėliavimo kaštus (Binu, n.d.; Nee, 2009; HighJump Software, 2016; iCepts Technology Group, 2019; Kamali, 2019).

Gamybos ir sandėliavimo procesų skaitmenizavimas, automatizavimas ir robotizavimas, daiktų internetas bei tinklų vystymas yra naujosios pramonės revoliucijos, vadinamos Pramonė 4.0, pagrindiniai iššūkiai (Swab, 2017; Zhong et al., 2017). Atsižvelgiant į pasaulines iniciatyvos Pramonė 4.0 plėtros tendencijas ir poveikį šalių ekonominiam vystymuisi, 2017 m. buvo įsteigta nacionalinė pramonės konkurencingumo komisija „Pramonė 4.0“ ir nacionalinė pramonės skaitmeninimo platforma „Pramonė 4.0“ kurių strateginis dokumentas „Pramonės skaitmeninimo kelrodis 2019–2030“.

apžvelgta esama Lietuvos situacija, sudarytas veiksmų planas ir skirta 39 mln. Eur ES struktūrinių fondų bei 40 mln. Eur privačių lėšų. Remiantis ekspertų įžvalgomis buvo identifikuota 13 pažangių technologijų, kurios turės didžiausią įtaką Lietuvos gamybos pramonės skaitmeninimui iki 2030 (**1 pav.**).

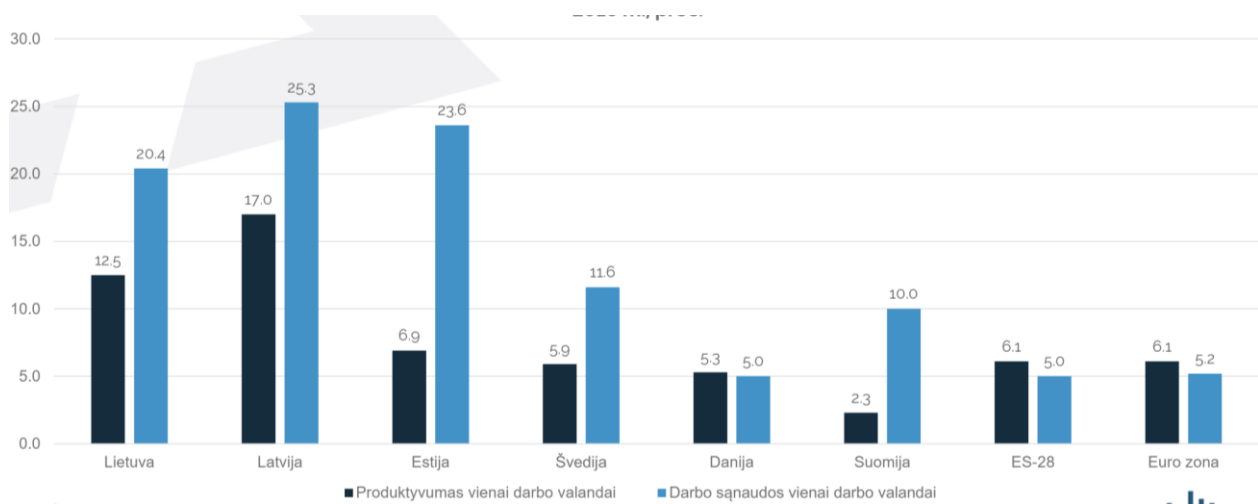


1 pav. Pramonės 4.0 technologiniai ramsčiai
(<https://industry4panevezys.lt/apie-mus/>)

Viena iš krypčių – automatizuotos sandėlio valdymo sistemos.

Pasaulio ekonomikos forumas 2016 m. ataskaitoje surikiavęs valstybes pagal pasiruošimą skaitmeninei pramonei, Lietuvai skyrė 29 vietą, aukštesnę nei Lenkijos ir net Kinijos. Tačiau statistiniais duomenimis daugiausia pramoninių robotų nuperka Azijos šalys. Jeigu 2007 m. Azijos šalys nupirko 60 tūkst. vnt., Europos šalys – 40 tūkst. Amerikos šalys – 20 tūkst. vnt., tai 2016 m. Azijos šalys nupirko 190 tūkst. vnt., Europos šalys – ne pilnai 60 tūkst. Amerikos šalys – 40 tūkst. vnt. (Kapsevičius, 2018). Tačiau Europos Sąjungos statistikos biuro „Eurostat“ duomenimis daugiausiai Europoje robotizuotų įmonių veikia Ispanijoje, Danijoje, Suomijoje (10-11 proc.), o Lietuvoje – tik 3 proc. Kyla klausimas kodėl įmonių skaitmenizavimas Lietuvoje stringa.

Lietuvoje gamybos produktyvumas nekyla jau keletą metų iš eilė. Pramonės augimą riboja kvalifikuotos darbo jėgos trūkumas (Kapsevičius, 2018). Brangsta darbo jėga, todėl darbo jėgos kaštai didėja greičiau negu produktyvumas **2 pav.**



Šaltinis: Eurostat

2 pav. Produktyvumo ir darbo sąnaudų didėjimo tendencijos Europos Sąjungos šalyse (VŠĮ Lietuvos inovacijų centas, 2017)

Nors pramonės produktyvumas Lietuvoje sparčiai didėja, jis nesiekia ES vidurkio. Eurostat duomenimis vienas apdirbamosios pramonės darbuotojas per metus Lietuvoje sukuria 1,9 karto mažesnę pridėtinę vertę negu ES ir 2,2 karto mažesnę negu Euro zonos šalyse. Lietuva verslo mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros veiklai skiria 0,3 % BVP, kai ES vidurkis – 1,3 % (VŠĮ Lietuvos inovacijų centas, 2017). Įmonės nelinkę investuoti į brangius automatizavimo projektus. Darbuotojai baiminasi, kad automatizavus daugiau gamybos procesų jie neteks darbo. Verslininkai naudojami vis dar pigia darbo jėga ir mažai domisi inovatyviais verslo optimizavimo sprendimais. Tačiau sparčiai kylant darbo užmokesčiui, gamybos automatizacija taps logišku sprendimu (Kapsevičius, 2018).

Pramonė 4.0, kaip ir bet kuris kitas pasirinkimas, greičiausia turės ir neigiamų, ir teigiamų pasekmių. Tačiau ji suteikia ne tik iššūkius, bet ir galimybes kelti kvalifikaciją, tobulinti žinias ir įgūdžius ir siekti aukštesnės kvalifikacijos darbo. Dėl to turi vystytis mokslai, ypač inžinerijos, IT technologijų. Turi formuotis vis daugiau jungčių tarp mokslų. Inžinerija ir technologijos mokslai turi integruotis į daugelį sričių ir kasdienį gyvenimą. Turime kelti klausimą, kaip, pasitelkiant technologijas, padidinti žmonių produktyvumą, analitinius gebėjimus. Sėkmės pagrindas – 4 G taisyklė: atrasti (angl. *discover*), vystyti (angl. *develop*), skleisti (angl. *diffuse*), įgyvendinti (angl. *disrupt*). Ji reiškia, kad būtina sudaryti sąlygas žmonėms dalyvauti generuojant idėjas, užtikrinti, kad idėja turėtų palaikymą kolektyve ir sklistų organizacijoje ir nebūtų teisinių ar biurokratinių barjerų jai įgyvendinti (Erol et al., 2016; Gimžauskienė, 2019).

„Technologijų bendrovių grupės „Elinta“ vadovas V. Jokužis pastebi, kad be gausesnės robotizacijos bendras šalies pramonės efektyvumas ir toliau išliks žemas.“ (Kapsevičius, 2018). Naujoji revoliucija įgalina svarstyti, kaip įmonė, naudojant skaitmenizuotus verslo modelius, gali pakeisti savo veiklą, kad taptų efektyvesne ir konkurencingesne rinkoje. Verslo procesų skaitmenizavimas leidžia įdiegti geriausias gamybos praktikas paprasčiau ir greičiau. Vienas iš tokių pavyzdžių, mūsų kliento „Baltik Vairas“ įmonėje įdiegtas gamybos valdymo principas *Just in time* (liet. pačiu laiku). Rankiniu būdu tokiame fabrike įdiegti tokį principą užtruktų daug metų, o gal ir visai nepavyktų. Su mūsų sistemos pagalba „Baltik Vairas“ sugebėjo įdiegti šiuos principus per metus,“ – sako IT paslaugas teikiančios įmonės „GK Proact“ („Gamybos kodo technologijos“) vadovas A. Vilčiauskas. Jo teigimu, įmonės skaitmenizacija ir veiklos modelio kitimas užtrunka nuo trijų iki penkių metų. Todėl greito rezultato

tikėtis neverta. Specializuotos gamybos valdymo sistemos integracija į įmonės veiklą vyksta greičiau ir kainuoja kelis kartus pigiau. Kartais sistemos diegimas atsiperka per keletą mėnesių. Vertinant efektyvumą reikia įvertinti ne tik tiesioginius, akivaizdžius, kaštus, bet ir netiesioginius, tokius kaip klientų pasitikėjimo, darbo našumo, plėtros kaštus. „Tikroji gamybos įmonės pažanga – tai sugebėjimas integruoti žmogiškuosius, gamybinius ir skaitmeninius išteklius į bendrą darniai ir efektyviai veikiančią sistemą.“ (VŽ, 2019)

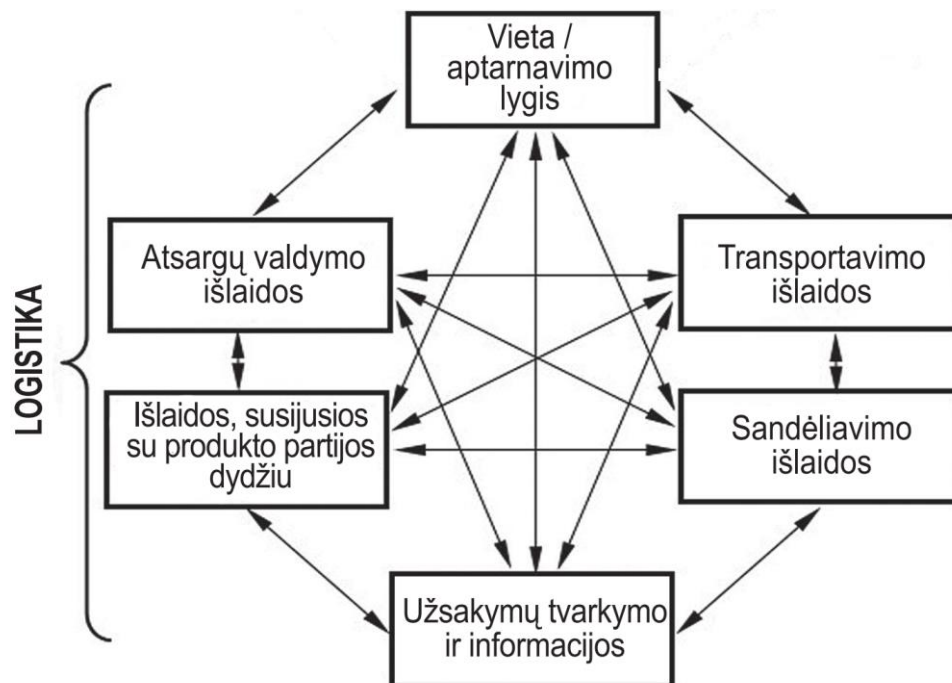
2. TEORINIAI SANDĖLIAVIMO AUTOMATIZAVIMO EKONOMINIO VERTINIMO ASPEKTAI

Sandėliavimo procesų automatizavimas įmonėje gali įmonei duoti pridėtinę vertę. Tačiau planuojant investiciją svarbu įvertinti finansinę ir ekonominę naudą (EC, 2008).

2.1. Sandėliavimo vieta logistikos procese ir jo optimizavimo ekonominė vertė

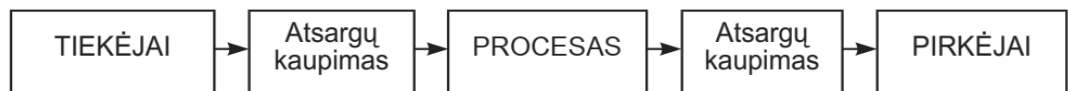
Logistikos priemonės užtikrina, kad produktai pasiektų vartotoją reikiamos kokybės, reikiamu laiku ir reikiamoje vietoje. Tai lemia verslo sėkmę, kurio vienas pagrindinių rodiklių yra investicijų grąža (angl. *Return on Investment*, sutr. ROI) – santykis tarp gauto pelno ir panaudoto kapitalo verslui sukurti.

Sandėliavimas yra svarbus logistikos komponentas ir tarpinė tiekimo grandinės dalis, todėl yra svarbus verslo sėkmės veiksnys (3 pav.).

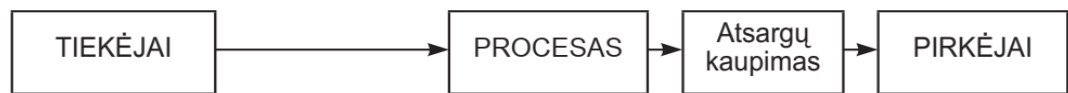


3 pav. Sandėliavimo vieta logistikos sistemoje
(Palšaitis, 2003, Kn.: Zinkevičiūtė & Vasiliauskas, 2013, p. 45)

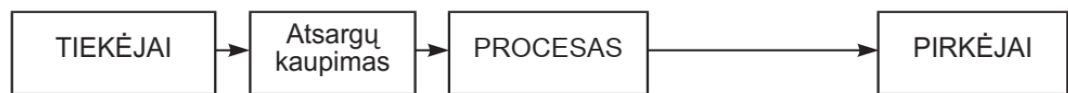
Sandėliavimo efektyvumas abipusiais ryšiais tiesiogiai susijęs su transportavimo, užsakymų tvarkymo ir informacijos valdymo, produkto partijos dydžio ir atsargų valdymu bei vieta. Galimi įvairūs sandėliavimo sprendimai. Pagal tai skiriami keli gamybos procesų tipai (4 pav.)



Gamyba „nuo atsargų iki atsargų“



Gamyba „pačiu laiku“



Gamyba vartotojui



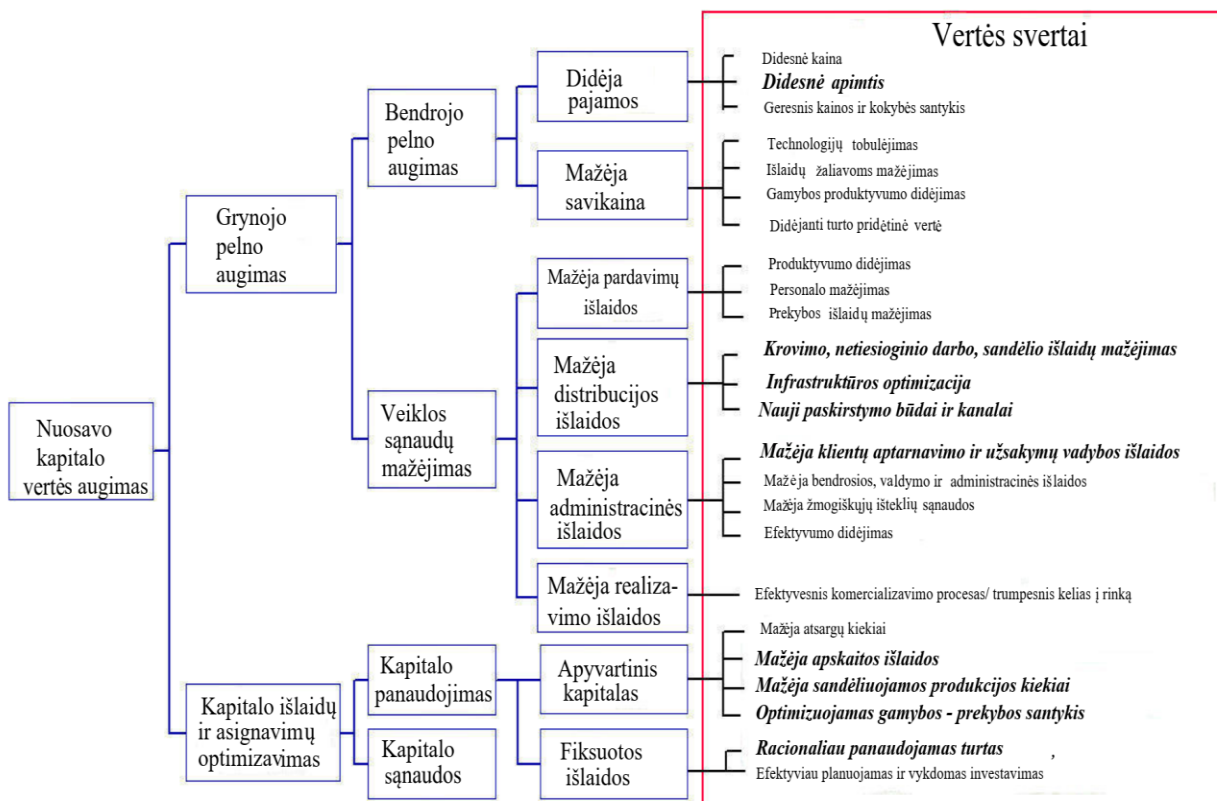
Gamyba nekaupiant atsargų

Šaltinis: Stungurienė, D. 2010

4 pav. Gamybos procesų klasifikacija pagal sandėliavimo būdus
(Zinkevičiūtė & Vasiliauskas, 2013, p. 67)

Gamybos „nuo atsargų iki atsargų“ proceso atveju sandėliuojamos tiek žaliavos, tiek pagaminta produkcija. Gamybos „pačiu metu“ atveju žaliavos tiekiamos tiesiai į gamybą, o pagaminta produkcija sandėliuojama iki pateikimo vartotojui. Gamybos vartotojui atveju kaupiamos žaliavos, o produkcija iškart tiekiamą vartotojui. Gamybos nekaupiant atsargų atveju sandėliavimo funkcija nereikalinga. Deja, tokia gamybos forma turi daug trūkumų ir praktikoje retai pasiteisina (Zinkevičiūtė & Vasiliauskas, 2013). Todėl sandėliavimo optimizavimas išlieka aktualiu uždaviniu tiekimo grandinės valdyme ir sprendžiant logistikos problemas apskritai (Rakickas, 2010).

Sandėliavimo tikslas – priimti krovinių srautą iš atvykusių transporto priemonių, jį apdoroti (pakeisti ypatybes) ir pakitusį pateikti išvykstančiai transporto priemonei mažiausiomis sąnaudomis (Ramaa et al., 2012; Zinkevičiūtė & Vasiliauskas, 2013). Šiam tikslui pasiekti būtina sandėliavimą optimizuoti (Binu, n.d.; Kamali, 2019). Optimalus sandėliavimo procesas tiesiogiai ir netiesiogiai teigiamai veikia daugelį verslo sričių ir didina verslo akcinę vertę (5 pav.)



5 pav. Verslo akcinio kapitalo vertės svertai

Paryškinti vertės svertai priklauso nuo sandėliavimo optimizavimo

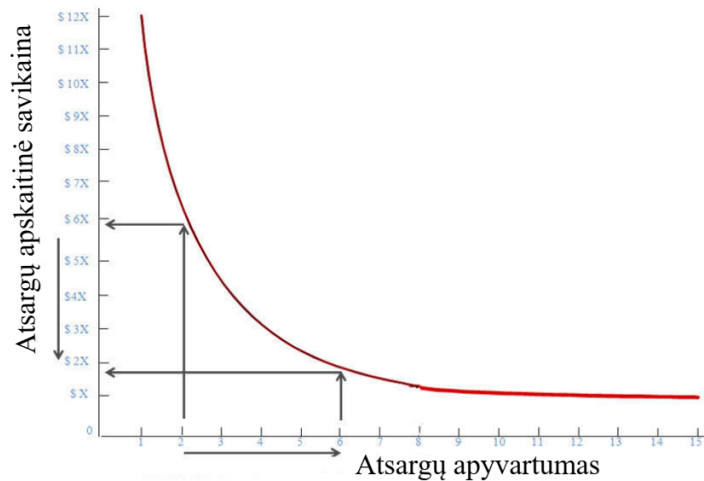
Šaltinis: (HighJump Software, 2016)

Sandėliavimo optimizavimas sudaro sąlygas gamybos apimtims didinti, krovimo darbams ir sandėlio išlaidoms mažinti, optimizuoti infrastruktūrą, naujiems paskirstymo būdams ir kanalams kurti, klientų aptarnavimo ir užsakymų vadybos išlaidoms mažinti, sandėliuojamos produkcijos kiekiams ir sandėlio apskaitos išlaidoms mažinti (HighJump Software, 2016). Netiesiogiai sandėliavimo optimizavimas veikia visus verslo procesus ir sudaro sąlygas grynojo pelno ir nuosavo kapitalo vertės augimui (Geraldas et al., 2008).

Todėl šiuolaikinėmis konkurencijos sąlygomis verslas didelį dėmesį skiria sandėliavimo optimizavimo būdų paieškai. Tau tikslu šiuo metu taikomos įvairios automatinės sandėliavimo valdymo sistemos (Autry et al., 2005; Manzini et al., 2011).

2.2. Automatinės sandėliavimo sistemos

Automatinės sandėliavimo optimizavimo sistemos gali atlikti tokias funkcijas kaip žaliavų judėjimas gamybos procese, prekių ir žaliavų pajamavimas, prekių komplektavimas, prekių nomenklatūros tikrinimas, jų priskyrimas prie tam tikros sandėliavimo vietos ir judėjimas sandėlio viduje, inventorizacija, prekių surinkimas, prekių išdavimas iš sandėlio ir pardavimas. Šie procesai efektyviai sumažina atsargų savikainą ir padidina jų apyvartą (6 pav.).

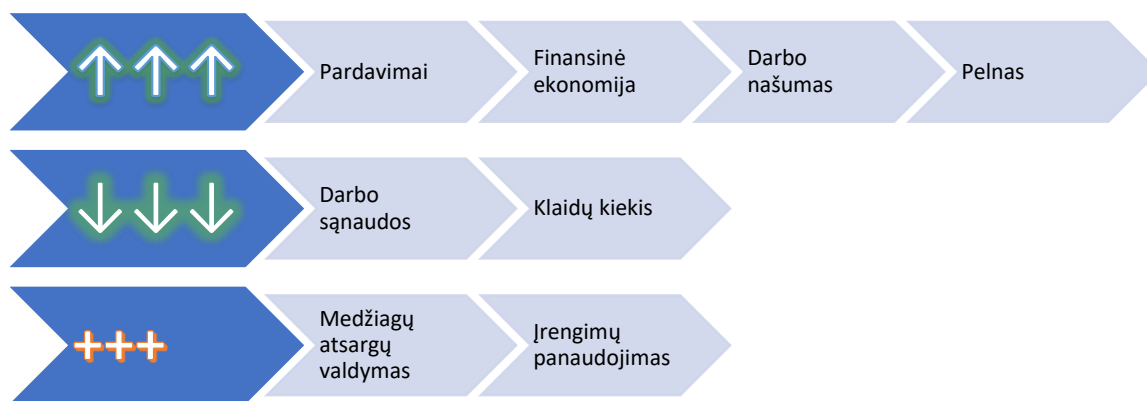


6 pav. Atsargų savikainos ir apyvartumo ryšys. Šaltinis: (HighJump Software, 2016)

Pagrindiniai sandėlio automatizavimo tikslai - greitas ir patogus informacijos įvedimas į kompiuterines sistemas, klaidų mažinimas apdorojant informacijos srautus, galimybė modeliuoti sandėlio procesus, technologijų ir profesinių kompetencijų vystymas, lėšų ir laiko ekonomija (Bubelė, 2004; Kamali, 2019).

Viena pirmųjų tokių sistemų buvo 1992 metais išleista „Radio beacon“ programa, skirta vidutiniam verslui. Vėliau ji buvo visiškai pritaikyta didmeninėje prekyboje. Sistema paremta automatiniu prekių atpažinimu, kuris remiasi brūkšninio kodavimu. Pagrindinės sistemos funkcijos: prekių priėmimas, atpažinimas, prekių apdirbimas, prekių saugojimo kontrolė, prekių surinkimo iš sandėlio organizavimas, užsakymų valdymas, pirkėjų aptarnavimas. Populiariausia ji buvo JAV ir Kanadoje. „Radio Beacon“ sistema įgalina valdyti didelius prekių kiekius, optimizuoja gautų prekių paskirstymą po sandėlį ir netgi tiesiai iš tiekėjų transporto į užsakovams skirtas transporto priemones išvengiant sandėliavimo (Binu, n.d.; VertMarkets, 2006).

Aiva 9001 - kompleksinis verslo procesų automatizavimo sprendimas, kuris apjungia kelias sritis: buhalterinę ir sandėlio apskaitą, kontaktų su klientais valdymą, e-komerciją, gamybos valdymą, projektų valdymą. „Nuo kitų verslo valdymo sistemų programų mūsų programa skiriasi tuo kad automatizuoja ne tik apskaitą, bet ir procesų valdymą, kompleksiskai apima visus įmonės procesus, turi savyje CRM, ERP, ISO 9001, E.komercijos funkcijas, lengvai pritaikoma ir įdiegiama nestandartiniais sprendimais. Nežiūrint kad tai labai didelė sistema, jos kaina palyginti su panašaus funkcionalumo žinomomis užsienio programomis (SAP, Microsoft Exapta, Oracle, QAD ir kt.) žymiai mažesnė ir ji lengviau įdiegiama.“ (AIVA SISTEMA, 2019). Programos kūrėjai „Aiva sistema“ teigia, kad ją įdiegus reali ekonominė nauda gaunama dėl išlaidų sumažėjimo ir pajamų padidėjimo, nes optimizavus įrenginių panaudojimą ir atsargų valdymą sumažėja darbo sąnaudos ir klaidų kiekis, padidėja pardavimai, finansinė ekonomija, darbo našumas, pelnas. Gaunama nauda viršija programos įsigijimo ir įdiegimo išlaidas jau pirmus metus (**7 pav.**).



7 pav. Sistemos AIVA -9001 nauda įmonėms (AIVA SISTEMA, 2019)

Reali ekonominė nauda (pelno padidėjimas) gaunama dėl išlaidų sumažėjimo ir pajamų padidėjimo, kurių lemia pagerėjęs medžiagų valdymas ir įrengimų panaudojimas. Dėl to mažėja darbo sąnaudos ir klaidų kiekis. Tai leidžia didinti pardavimus, finansinę ekonomiją ir darbo našumą. Visa tai sudaro sąlygas pelno didėjimui.

Programos gamintojai akcentuoja tokius šios programos privalumus (AIVA SISTEMA, 2019):

- Kompleksinis visos įmonės darbo automatizavimas ir kontrolė;
- Lengvai suprantama vartotojo sąsaja;
- Darbo su klientais procesai integruoti su įmonės apskaitos procesais;
- E-komercijos procesai integruoti su įmonės apskaitos, gamybos ir paslaugų valdymo procesais.
- Ir kiti sprendimai, kurie padeda sumažinti darbo sąnaudas 20-50 % ir padidinti pardavimus 10-30 %.

Sistema leidžia dirbti su programa internetu ir keliomis kalbomis vienu metu, todėl patogu naudoti turint atstovus ar padalinius užsienyje. IT sprendime panaudota nemokama MySQL DBVS, todėl mažesnė sistemos kaina. Programa lengvai adaptuojama specifinei gamybai. Sistema Aiva-9001 įdiegta daugiau kaip 20 Lietuvos bei užsienio šalių gamybinių, statybinių, prekybinių, projektų valdymo, paslaugų, netgi valstybinių įmonių.

Dynamics 365 Business Central (buv. Microsoft Navision) yra labiausiai paplitusi verslo valdymo sistema pasaulyje, leidžianti kontroliuoti įmonės finansus, prekybą, sandėliavimą, gamybą, projektų ir verslo ryšių (CRM) valdymą, paslaugas, ir priimti racionalius sprendimus, lemiančius įmonės rentabilumą, didinančius pinigų srautus ir skatinančius verslo plėtrą (Microsoft, 2019). Ji sukurta Danijoje daugiau kaip prieš 30 metų, išversta į daugelį kalbų, taip pat ir į lietuvių kalbą, ir pritaikyta tų šalių įstatymų reikalavimams.

Tai integruota, modulinė, atviro tipo sistema, kurioje ryšys tarp atskirų modulių funkcijų sudaromas naudojantis vieninga duomenų baze. Pagrindinę programą sudaro tokios integruotos funkcinės taikymo sritys (moduliai): didžioji knyga, skirta finansų apskaitai; ilgalaikis turtas; pardavimai; CRM, aptarnavimo ir pinigų valdymas; pirkimai, atsargos, sandėlio valdymas; gamyba, išteklių; personalas, darbai ir bendra programinė sritis. Sistema nuolat papildoma naujomis galimybėmis ir moduliais, remiantis rinkoje sukauptu patirtimi ir naujausiais metodais verslo informacinių sistemų srityje. Programa skirta mažoms ir vidutinėms, naujai įkurtoms ir augančioms gamybinėms, prekybos ir

paslaugų įmonėms (1–250 vartotojų), kurios išauga senas finansų ir verslo valdymo sistemas. Kūrėjai teigia, kad sistema pritaikyta Lietuvos rinkai, tinka gamybiniam, prekybiniam ir pagrindiniams paslaugų įmonių procesams optimizuoti (Softera, 2019a).

Vision WMS - logistikos procesų optimizavimo įmonės UAB „Equinox Europe“ sandėlio procesų automatizavimo sprendimų sistema, skirta didelėms ir vidutinėms įmonėms. Ji apima eilę sprendimų, kurie leidžia sekti kiekvienos prekės judėjimą realiu laiku, naudojant radijo bangomis valdomus brūkšninių kodų skanerius (**1 lentelė**).

1 lentelė. Sistemos Vision WMS sandėlio procesų automatizavimo sprendimai (Equinox Europe, 2019)

Priėmimas	Padėjimas	Inventoriaus valdymas	Procesų valdymas	Surinkimas	Automatizacija	Išsiuntimas	Pridėtiniai moduliai
Vartų/durų valdymas	Surinkimo zona	Ataskaitos statistikos	„bangų“ valdymas	Surinkimas P2L	Oval, Slidetray, Line sorteriai	Vartų/durų valdymas	Taros atsekamumas
Rezervacijų planavimas	Saugojimo zonos planavimas	Vietų auditas, pataisymai	Zonų papildymas	Surinkimas su RF	Hang sorteriai	Maršrutų valdymas	3PL paslaugų sekimas
Tiekėjų patikra	Padėjimo struktūrizacija	Inventorizacija	Išvežimo grafikas	Surinkimas balsu (voice)	Užsakymų surinkimo sistemos	Sunkvežimių pakrovimas	Pristatymų patvirtinimas
Perdavimas į FS/WS	Darbas su RF skeneriais	Inventoriaus judėjimo istorija	Tūrio/talpos planavimo istorija	Konvejerinis surinkimas	Automatizuotas konvejerinis surinkimas	Automatizuota išsiuntimo įranga	Cross-dock
Priėmimo rezultatai	Padėjimas P2L, S2S	Vidinės vietos (mobilies)	Paskirstymų grafikas	Kelių užsakymų surinkimas	Užsakymų paskirstymo sistemos	Dokumentai	Produktyvumo ataskaitos

Įmonės teigimu, likučių tikslumas siekia 99,5 %, likučių lygio sumažinimas 5 – 15 %, ribinio pralaidumo padidėjimas 20 – 40 %, užsakymų įvykdymo tikslumo ir greičio padidėjimas - 30 %, sandėliavimo išlaidų sumažėjimas 10 % – 35 % (Equinox Europe, 2019). Bene svarbiausiais ekonominių gamybos tikslų yra gamybos ir sandėliavimo suderinimas su apimtimi (Zinkevičiūtė & Vasiliauskas, 2013). Su UAB Equinox Europe siūloma atsargų valdymo ir paklausos prognozavimo programa Slim 4 galima padidinti planavimo efektyvumą, tiksliau prognozuoti paklausą. Tai leidžia optimizuoti apyvartą, panaikinti atsargų trūkumus ir sumažinti turimas atsargas 25-30 %, pagerinti klientų aptarnavimą, subalansuoti atsargas ir klientų aptarnavimo lygį.

LANZUG matrix konfiguruojama modulinė aktyvaus saugojimo sistema skirta saugoti ir perkelti krovinius. Skirtingai krovinių masei taikomi skirtingi sistemos moduliai, todėl keliamo krovinio masę galima parinkti nuo 80 iki 1250 kg. Sandėlis yra valdomas specialiai jam sukurta sandėlio valdymo sistema EEC WMS. „Sandėlys turi stacionarią stelažinę dalį ir mobilų portalą. Sandėlio stelažuose yra vykdomas produktų sandėliavimas, portalas yra naudojamas prekių transportavimui tarp sandėlio zonų. Sandėlys turi dvi struktūrines zonas: saugojimo zoną ir ekspedicijos zoną. Ekspedicijos zonoje yra vykdomas produktų perdavimas į sandėlį ir iš sandėlio. 3600/(22 + L*2)“ (EEC Engineering, 2019).

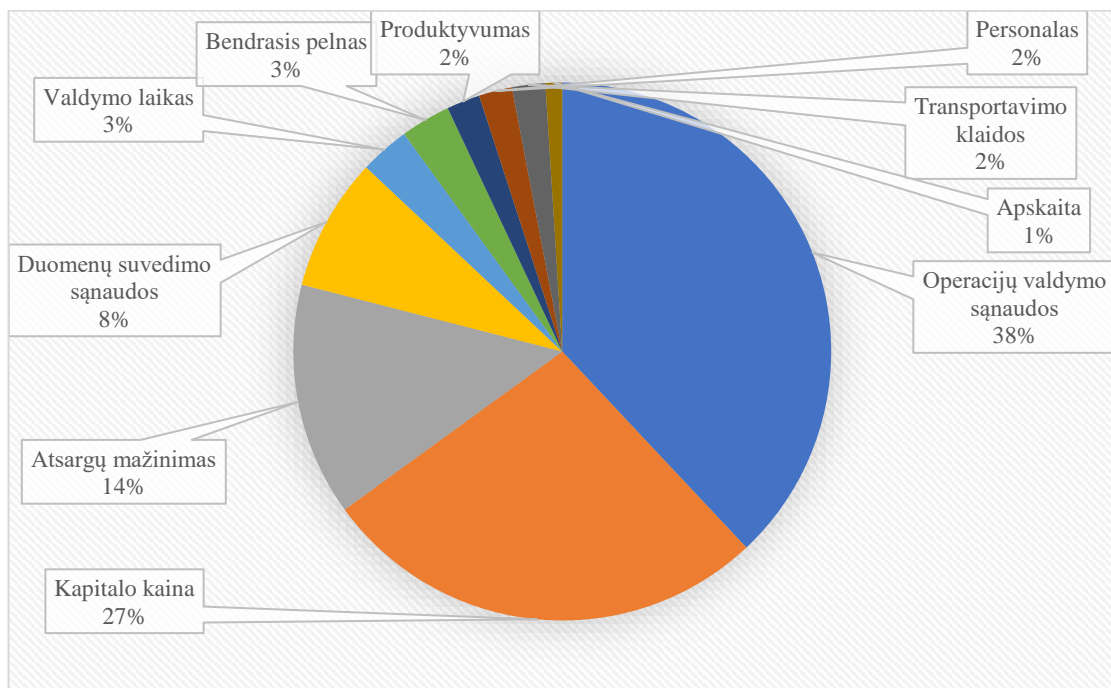
UAB „Avakompas“ specializuota sandėlio valdymo sistema (SVS) įdiegta daugelyje Lietuvos įmonių. Ji valdo padėjimo į sandėlį, atrinkimo, pajamavimo, inventorizacijos ir kitus procesus. „Įdiegus SVM ir organizavus adresinę apskaitą, padidėjo sandėlininkų darbo efektyvumas. Naudojant adresus, brūkšninius kodus ir duomenų kaupiklius, minimizuota tikimybė suklysti, o operacijos atliekamos greičiau. Atsirado galimybė daryti dalines ir automatines inventorizacijas, o tai leidžia pasitikėti prekių likučiais programoje, teigia UAB "Evelkas" finansų direktorius A. Mazurkevičius. Įdiegus adresinę sandėlio apskaitą centriniame sandėlyje, išsprendė problemos su likučių tikslumu. Kaupiklių, kurie

sujungti su sistema bevieliu ryšiu, pagalba prekės atrenkamos bei padedamos tiksliai ir sparčiai, sako UAB "Krinona" direktoriaus pavaduotojas Renaldas Pleškys.“ (Avakompas, 2019).

„Išskiriami bent 5 šios automatinės sandėlio valdymo sistemos privalumai:

1. Darbo jėgos kaštai. SVS sukuria didelį automatizacijos lygį, kuris leidžia arba sumažinti darbuotojų skaičių arba tomis pat pajėgomis padidinti sandėlio apyvartumą (operacijų skaičių).
2. Atsargų valdymas. Prekybininkai, kurie nėra užtikrinti likučių informacijos tikslumu, dažniausiai prikaupia daugiau atsargų nei jų reikėtų. SVS padeda užtikrinti atsargų ir sandėliavimo tikslumą, todėl atsiranda galimybės mažinti rezervus.
3. Vietos taupymas. SVS leidžia sandėlį suskirstyti į zonas ir vietas bei pritaikyti efektyvias prekių padėjimo ir atrinkimo taisykles. Gerai organizuotas sandėliavimas leidžia taupyti vietą.
4. Įrangos efektyvumas. Keltuvų ir kitos sandėlio įrangos neefektyvus judėjimas didina įrangos nusidėvėjimo ir palaikymo kaštus.
5. Klientų patenkinimas. Neretai yra sunku išmatuoti klientų pasitenkinimą, bet jis labai svarbus. Tinkamos prekės turėjimas atsargoje, jos pristatymas sutartu laiku į sutartą vietą, leidžia tikėtis daugiau užsakymų.“ (Avakompas, 2019).

Automatinės sandėlio valdymo sistemos HighJump Accellos One WMS (iCepts Technology Group, Inc.) atsipirkimo laikas 18-24 mėn. Ji padidina bendrą įmonės vertę 5-10 % (HighJump Software, 2016). Gamintojai pastebi, kad sistemos nauda pasireiškia daugeliu aspektų tiek tiesiogiai, tiek ir netiesiogiai (8 pav.)



8 pav. HighJump Software automatinės sandėliavimo sistemos ekonominės naudos aspektai
Šaltinis: (HighJump Software, 2016)

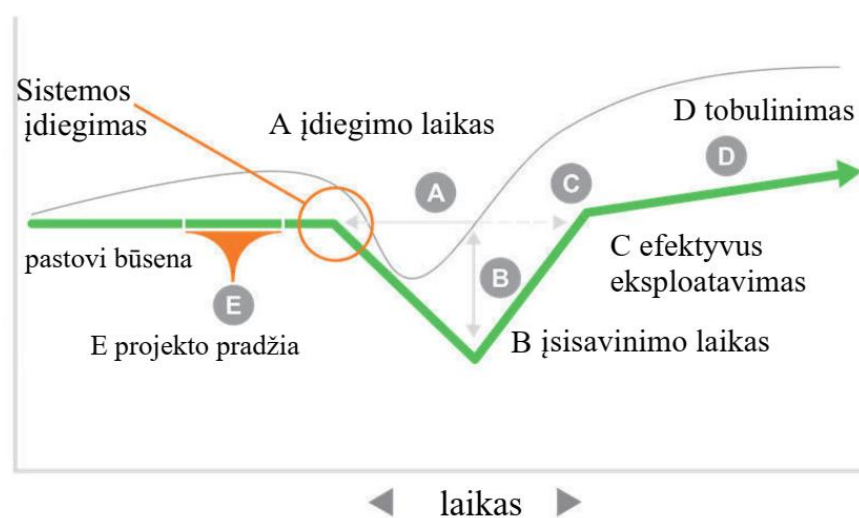
Didžiausią poveikį sistema turi sandėliavimo operacijų valdymo sąnaudoms, atsargų gamybos procese mažinimui ir kapitalo didinimui.

Automatinės sandėliavimo sistemos gali būti pritaikomos įvairioms pramonės sritims. „Miniload“ technologija, skirta smulkioms prekėms sandėliuoti, leidžia maksimaliai išnaudoti sandėlio erdvę, taip pat gerai veikia paskirstymo centruose (trans.info, 2019). JAV kompanija Bastiansolutions, Inc. teikia ne tik sandėliavimo, bet ir kitų gamybos etapų automatizavimo sprendimus įmonėms visame pasaulyje

lėktuvų ir automobilių pramonės, farmacijos ir maisto pramonės, lengvosios pramonės, transporto ir logistikos srityse. Kompanijos teigimu sandėliavimo automatinės sistemos sumažino darbo sąnaudas iki 50 % (Bastian Solutions, 2019).

Finansinių programų platforma FinancesOnline (2019) išskyrė 20 geriausių sandėlio valdymo programų: NetSuite ERP, TradeGecko, Oracle WMC, IBM Sterling WMS, SAP EWM, Infor Supply Chain, Zebra Warehouse, Manhattan WMS, Epicor WMS, JDA Warehouse Management, Dematic iQ, Fishbowl Warehouse, Click Reply WMS, Aptean Catalyst WMS, Vin eRetail WMS, HighJump WMS, Magaya WMS, Datex 3PL WMS, Softeon WMS, 3PL Warehouse Manager (FinancesOnline, 2019).

Be visos eilės naudos aspektų automatinės sandėliavimo sistemos turi ir trūkumų: dideli investiciniai kaštai, įrengimų, kompiuterinių programų, darbuotojų pritaikymo naujai sistemai ir eksploatacijos kaštai, ilgas atsipirkimo laikas (Kamali, 2019). Pirmiausia, neišvengiamas įmonės darbo efektyvumo kritimas sistemos įdiegimo ir įsisavinimo metu (9 pav.)



9 pav. Principinė įmonės darbo efektyvumo kreivė diegiant naują įrangą.

Šaltinis: (HighJump Software, 2016)

Apibendrinant, galime teigti, kad rinkoje yra plati tiek užsienio kompanijų, tiek lietuvių gamintojų, automatinių sandėlio valdymo sistemų pasiūla. Suprantama, kad gamintojai išryškina stipriąsias produkto puses. Tačiau sandėlio valdymo efektyvumą nagrinėjantys autoriai pabrėžia, kad ekonominis efektyvumas priklauso nuo sistemos tinkamumo konkrečiu atveju. Todėl kiekvienu konkrečiu atveju diegiant automatinę sandėliavimo sistemą reikalingas ekonominis vertinimas.

2.3. Automatinių sandėliavimo sistemų ekonominis vertinimas

„Ekonominis vertinimas – tai sistemingas procesas, kurio metu identifikuojama, matuojama ir vertinama įmonės, jos dalies ar proceso situacija. Ekonominio vertinimo tikslas yra pažinti esamą situaciją ir nustatyti geriausių veiksmų eigą, remiantis statistine informacija. Ekonominio vertinimo pagrindu galima pagerinti įmonėje vykstančius procesus, juos optimizuoti, sumažinti įmonės patiriamus kaštus bei priimti kitus sprendimus.“ (Be Solutions, 2019). Tam, kad ekonominis vertinimas būtų

objektyvus, būtina tinkamai parinkti vertinimo rodiklius. Tačiau pastebėta, kad vieningos vertinimo sistemos nėra (Šimkūnaitė, 2016).

Rakickas (2010) pažymėjo, kad mokslinėse publikacijose logistikos vertinimas apima veiklos produktyvumo ir efektyvumo vertinimą kiekybiniais matais. Vieni jų akcentuoja sistemos konstrukcijos rodiklius, kiti – klausimynus, treči – matricą ar subalansuotą rodiklių sistemą. Šiuo metu veiklos vertinimo metodai skirstomi į tokias grupes: operatyviniai, projektiniai, procesiniai, strateginiai, konfliktų ir valdžios, kokybės valdymo, informacinių technologijų ir kiekybiniai. Kiekybiniai metodai apima kaštų ir ne kaštų vertinimą, išteklių panaudojimo efektyvumą, įmonės lankstumą, matomumą, novatoriškumą, patikimumą. Kiti metodai pagrįsti ekonominiais modeliais ir prognozavimu. Autorius pažymi, kad kiekvienas metodas turi ir privalumų ir tam tikrų trūkumų. Tačiau efektyviausi yra sisteminiai metodai (Rakickas, 2010, p. 48).

Ramaa et al. (2012) siūlo taikyti tokius rodiklius kaip užsakymų vykdymas (laikas, tikslumas ir kokybė), atsargų valdymas (apskaitos tikslumas, sandėliavimo plotas, pakavimo kokybė, krovos laikas, kelias nuo sandėlio iki vartotojo), sandėlio produktyvumas (įvykdytų užsakymų skaičius; fiksuotos ir kintamos sandėlio išlaidos, kurias sudaro erdvės, įrenginių, krovos, darbo jėgos sąnaudos; sandėlio išlaidų procentinė dalis įmonės pardavimuose). Pritaikytų priemonių efektyvumą autoriai vertino pagal kiekvienos sandėlio operacijos (priėmimo, atrinkimo, pakavimo, išdavimo, išsiuntimo) laiko skirtumą ir proceso pagerinimą %. Ekonominę vertę apskaičiavo pagal santaupų kiekybinę vertę. Sistemos įdiegimo kaštai buvo įvertinti atsižvelgiant į diegimo laiką, paskolos laiką ir palūkanų normą, transporto kainų kilimą, nuostolius diegimo metu (const). Investicinę vertę sudarė programinės įrangos kaina, įrenginių ir infrastruktūros kaina, apmokymo išlaidos. Duomenys pateikti pinigų srauto diagramomis. Standartinė duomenų paklaida – 10-15 %.

Ekonominiam vertinimui dažnai naudojami įvairūs indeksai (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006; Valkauskas, 2012). Staudt et al. (2014) sandėlio ekonominiam vertinimui siūlo naudoti krovos vienetų, laiko, produktyvumo, kaštų, kokybės ir kitus indeksus. Šie rodikliai išreiškiami matematinėmis lygtimis arba modeliais (2 lentelė-5 lentelės).

2 lentelė. Laiko rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014

<i>Simbolis</i>	<i>Rodiklis</i>	<i>Apibrėžimas</i>	<i>Lygtis</i>
Rec_t	<i>Priėmimo laikas</i>	<i>Laikas nuo atvykimo iki iškrovimo</i>	$Rec_t = \frac{\sum \Delta t(Rec)}{\text{iškrauti vnt./mėn.}} \left(\frac{val.}{vnt.} \right)$ $\Delta t(Rec) - \text{iškrovimo laikas, val.}$
Pu_t	<i>Susandėliavimo laikas</i>	<i>Pristatymo nuo iškrovimo vietos iki sandėliavimo vietos laikas</i>	$Pu_t = \frac{\sum \Delta t(Sto)}{\text{saugomi vnt./mėn.}} \left(\frac{val.}{vnt.} \right)$ $\Delta t(Sto) - \text{perkėlimo laikas, val.}$
DS_t	<i>Judėjimo sandėlio viduje laikas (angl. dock to stock)</i>	<i>Laikas nuo prekių priėmimo iki paruošimo išsiuntimui</i>	$DS_t = \frac{\sum \Delta t(DS)}{\text{perkrauti vnt./mėn.}} \left(\frac{val.}{vnt.} \right)$ $\Delta t(DS) - \text{judėjimo sandėlyje laikas, val.}$

Rep_t	Komplektavimo laikas	Laikas nuo atsargų sandėliavimo iki pakavimo	$Rep_t = \frac{\sum \Delta t(Rep)}{\text{perkelti vnt./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$ $\Delta t(Rep) - \text{komplektavimo laikas, val.}$
$Pick_t$	Užsakymo surinkimo laikas	Laikas nuo užsakymo priėmimo iki jo paruošimo	$Pick_t = \frac{\sum \Delta t(Pick)}{\text{surinkta užsakymų, vnt./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$ $\Delta t(Pick) - \text{surinkimo laikas, val.}$
$Ship_t$	Išsiuntimo laikas	Laikas nuo transporto pakrovimo iki išvykimo	$Ship_t = \frac{\sum \Delta t(Ship)}{\text{išsiųstų užsakymų skaičius/mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$ $\Delta t(Ship) - \text{išsiuntimo laikas, val.}$
Del_t	Pristatymo laikas	Laikas nuo transporto pakrovimo iki pristatymo	$Del_t = \frac{\sum \Delta t(Del)}{\text{pristatyta užsakymų, vnt./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$ $\Delta t(Del) - \text{pristatymo laikas, val.}$
$Ord LT_t$	Užsakymo įvykdymo laikas	Laikas nuo kliento užsakymo iki jo įvykdymo	$Ord LT_t = \frac{\sum \Delta t(Ord)}{\text{įvykdyta užsakymų, vnt./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$

3 lentelė. Produktyvumo rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014

Simbolis	Rodiklis	Apibrėžimas	Lygtis
Lab_p	Darbo produktyvumas	Paruoštų vienetų skaičius per val.	$Lab_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{vnt.}}{\text{val.}} \right)$
LE_p	Darbo efektyvumas	Standartinio darbo laiko ir konkretaus laiko santykis	$LE_p = \frac{\text{teorinės val./mėn.}}{\text{faktinės val./mėn.}} (\%)$
Rec_p	Priėmimo produktyvumas	Iškrautų transporto vienetų skaičius per val.	$Rec_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{vnt.}}{\text{val.}} \right)$
Sto_p	Saugojimo produktyvumas	Saugojamų vienetų skaičius per darbo val.	$Sto_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{vnt.}}{\text{val.}} \right)$
Rep_p	Komplektavimo produktyvumas	Perkrautų vienetų skaičius per darbo val.	$Rep_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$
$Pick_p$	Surinkimo produktyvumas	Surinktų vienetų skaičius per darbo val.	$Pick_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$
$Ship_p$	Išsiuntimo produktyvumas	Išsiųstų vienetų skaičius per darbo val.	$Ship_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$
Del_p	Pristatymo produktyvumas	Pristatytų prekių skaičius per darbo val.	$Del_p = \frac{\text{vnt./mėn.}}{\text{darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{val.}}{\text{vnt.}} \right)$
$InvUt_p$	Sandėlio panaudojimo produktyvumas	Sandėlio užpildymo lygis	$InvUt_p = \frac{\text{vidutinis užpildytas sandėlio tūris, m}^3}{\text{sandėlio talpa, m}^3} (\%)$
TO_p	Apyvarta	Santykis tarp parduotų prekių savikainos ir	$TO_p = \frac{\sum[(\text{parduota, vnt.})_i \times (\text{kaina})_i], \text{ € / mėn.}}{\sum[(\text{vidutinis atsargų skaičius, vnt.}) \times (\text{kaina})]} (\%)$

		vidutinio atsargų kiekio	
$TrUt_p$	Transporto panaudojimo efektyvumas	Transporto apkrovos lygis	$TrUt_p = \frac{\text{pervežta krovinių, t/mėn.}}{\sum \text{transporto priemonės talpa, t}}$
$WarUt_p$	Sandėlio panaudojimo efektyvumas	Sandėlio užpildymo lygis	$WarUt_p = \frac{\text{vidutinė panaudota sandėlio talpa, m}^3}{\text{sandėlio visa talpa, m}^3} (\%)$
EqD_p	Įrangos prastovos	Nepanaudotos įrangos laikas, %	$EqD_p = \frac{\sum \text{prastovų val./mėn.}}{\sum \text{visų darbo val./mėn.}} (\%)$
Th_p	Pralaidumas	vnt. per val. priimami/išsiunčiami iš sandėlio	$Th_p = \frac{\text{Atlikta užsakymų, vnt./mėn.}}{\sum \text{sandėlio darbo val./mėn.}} \left(\frac{\text{vnt.}}{\text{val.}} \right)$

4 lentelė. Kaštų rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014

Simbolis	Rodiklis	Apibrėžimas	Lygtis
Inv_c	Atsargų kaštai	Saugojimo kaštai ir netesybų nuostoliai	$Inv_c = InvC + LostC (\text{€})$ $InvC$ – saugojimo kaštai $LostC$ – netesybų nuostoliai
TR_c	Transportavimo kaštai	Išleistų pinigų kiekis užsakymo įvykdymui	$TR_c = \frac{\text{lėšos} + \text{kuras} + \text{eksploatacija} + \text{darbas}}{\text{įvykdyti užsakymai, vnt./mėn.}} \left(\frac{\text{€}}{\text{užsakymas}} \right)$
$OrdProc_c$	Užsakymo vykdymo kaštai	Visi užsakymų kaštai tenkantys užsakymų skaičiui	$OrdProc_c = \frac{\text{darbuotojų kaštai}}{\text{įvykdyti užsakymai, vnt./mėn.}} \left(\frac{\text{€}}{\text{užsakymas}} \right)$
CS_c	Kaštų ir pardavimų santykis	Sandėliavimo kaštų dalis nuo visų įmonės pardavimų	$CS_c = \frac{\text{sandėliavimo kaštai}}{\text{pardavimai}} (\%)$
Lab_c	Darbo kaštai	Personalo kaštai	$Lab_c = \text{atlyginimai} + \text{mokesčiai} + \text{kitos išlaidos} (\text{€/mėn.})$
$Maint_c$	Eksploatacijos kaštai	Pastatų ir įrangos eksploatacijos kaštai	$Maint_c = \text{sandėlio pastato kaštai} + \text{įrangos eksploatacijos kaštai} + \text{kitos išlaidos} (\text{€/mėn.})$

5 lentelė. Kokybės rodikliai. Šaltinis: Taudt et al., 2014

Simbolis	Rodiklis	Apibrėžimas	Lygtis
Rec_q	Priėmimo tikslumas	Iškrovimo vnt. skaičius be klaidų	$Rec_q = \frac{\text{Iškrauta be klaidų, vnt./mėn.}}{\text{Viso iškrauta, vnt./mėn.}} (\%)$
Sto_q	Saugojimo tikslumas	Gaminių laikymas tinkamoje vietoje	$Sto_q = \frac{\text{teisingai laikyta, } \frac{\text{vnt.}}{\text{mėn.}}}{\text{Viso laikyta, } \frac{\text{vnt.}}{\text{mėn.}}} (\%)$
Rep_q	Komplektavimo tikslumas	Prekių judėjimas iš saugojimo į užsakymo ruošimo vietą	$Rep_q = \frac{\text{Perkėlimas be klaidų, vnt./mėn.}}{\text{Viso perkrauta, vnt./mėn.}} (\%)$
Inv_q	Inventorizavimo tikslumas	Sandėlio vienetų atitikimas programiniam	$Inv_q = \frac{\text{(iškrauta} + \text{sandėliuota} + \text{perkrauta)} - \text{neatitikimai, vnt./mėn.}}{\text{(iškrauta} + \text{sandėliuota} + \text{perkrauta), vnt./mėn.}} (\%)$

$Pick_q$	<i>Užsakymo surinkimo tikslumas</i>	<i>Tiksliai surinktų vnt. dalis nuo visų</i>	$Pick_q = \frac{\text{Surinkta be klaidų, vnt./mėn.}}{\text{Viso surinkta, vnt./mėn.}} (\%)$
$Ship_q$	<i>Išsiuntimo tikslumas</i>	<i>Tikslų siuntimų skaičius</i>	$Ship_q = \frac{\text{Išsiųsta be klaidų, vnt./mėn.}}{\text{Viso išsiųsta, vnt./mėn.}} (\%)$
Del_q	<i>Pristatymo tikslumas</i>	<i>Be incidentų pristatytų užsakymų skaičius</i>	$Del_q = \frac{\text{Pristatyta be klaidų, vnt./mėn.}}{\text{Viso pristatyta, vnt./mėn.}} (\%)$
$OTDel_q$	<i>Pristatymas laiku</i>	<i>Laiku ar anksčiau pristatytų užsakymų skaičius</i>	$OTDel_q = \frac{\text{Pristatyta laiku, vnt./mėn.}}{\text{Viso pristatyta, vnt./mėn.}} (\%)$
$OTShip_q$	<i>Išsiuntimas laiku</i>	<i>Laiku išsiųstų užsakymų dalis</i>	$OTShip_q = \frac{\text{Išsiųsta laiku, vnt./mėn.}}{\text{Viso išsiųsta, vnt./mėn.}} (\%)$
$OrdF_q$	<i>užsakymų įvykdymo rodiklis</i>	<i>Per pirmą siuntimą įvykdytų užsakymų dalis</i>	$OrdF_q = \frac{\text{Įvykdyta iš karto, vnt./mėn.}}{\text{Viso įvykdyta, vnt./mėn.}} (\%)$
$PerfOrd_q$	<i>Tobulas užsakymas</i>	<i>Tiksliai nusiųstų, nepažeistų ir patvirtintų dokumentais užsakymų skaičius</i>	$PerfOrd_q = \frac{\text{Tikslus, nepažeistas, dokumentais patvirtintas, vnt./mėn.}}{\text{Viso užsakymų, vnt./mėn.}} (\%)$
$CustSat_q$	<i>Klientų patenkinimas</i>	<i>Nepatenkintų klientų skaičius nuo visų užsakymų</i>	$CustSat_q = \frac{\text{Skundai, vnt./mėn.}}{\text{Užsakymai, vnt./mėn.}} (\%)$
$StockOut_q$	<i>Atsargų trūkumas</i>	<i>Per mažas atsargų kiekis</i>	$Stockout_q = \frac{\text{Užsakymų trūkumai, vnt./mėn.}}{\text{Užsakymai, vnt./mėn.}} (\%)$

Mackevičius ir Valkauskas (2012) atsargų analizei atlikti siūlo naudoti įmonės finansinės apskaitos dokumentų duomenis. „Ji apima: atsargų sudėties, struktūros, dinamikos, įvertinimo, įkainojimo, apyvartumo ir pelningumo analizę.“ Ši analizė atliekama horizontaliosios ir vertikaliosios dokumentų analizės metodais. Horizontalioji analizė leidžia nustatyti atsargų dinamiką ir nukrypimus nuo bazinių rodiklių. Vertikaliuoji analizė padeda nustatyti konkretaus rodiklio lyginamąją visumos dalį, išreikštą procentais nuo bendro įmonės rodiklio. Santykiniai rodikliai (koeficientai) išreiškia finansinių ataskaitų ir kitų duomenų ryšius. Jie leidžia suprasti ne tik rodiklio dinamiką, bet ir priežastis. Atsargų apyvartumo ir apyvartumo trukmės rodikliai leidžia įvertinti jų efektyvumą. Jie glaudžiai susiję su įmonės mokumo ir atsargų pelningumo rodikliais (Šimkūnaitė, 2016).

Optimalų žaliavų kiekį galima apskaičiuoti remiantis ekonomiško užsakymo kiekio (angl. *Economic order quantity*, sutr. *EOQ*) modeliu, *EOQ* apskaičiuojamas pagal formulę:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2PD}{CV}}; \quad (2.1)$$

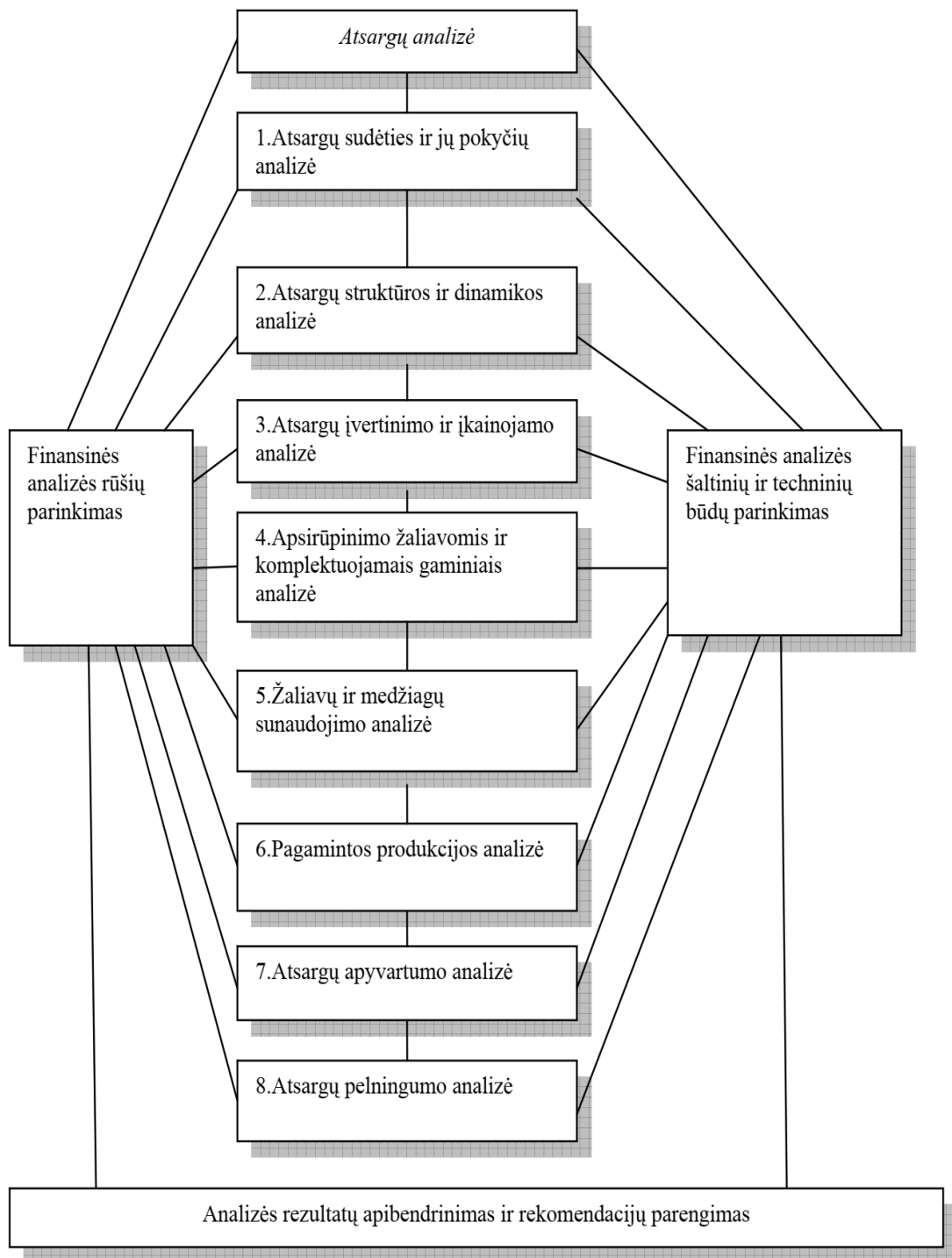
čia: EOQ – užsakomų vienetų kiekis, P – užsakymo tvarkymo išlaidos, D – metinė produktų paklausa vienetais, C – metinės atsargų saugojimo išlaidos procentais, V – vidutinė vieno atsargų vieneto kaina. Prielaidos: paklausa ir pristatymo laikas yra žinomi ir nekintami dydžiai; kaina yra pastovi ir nepriklauso nuo užsakymo dydžio; nėra pasibaigusių ir gabenamų atsargų; atsargas sudaro tik vieno tipo produktas. Taip pat reikia įvertinti sandėliavimo sąnaudas, krovos darbų sąnaudas, užsakymo apdorojimo sąnaudas, atsargų nuostolius (Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas, 2013, p. 146)

Pagal šio rodiklio pokytį galima būtų vertinti ir įdiegtų automatinių sandėliavimo sistemų ekonominį efektyvumą.

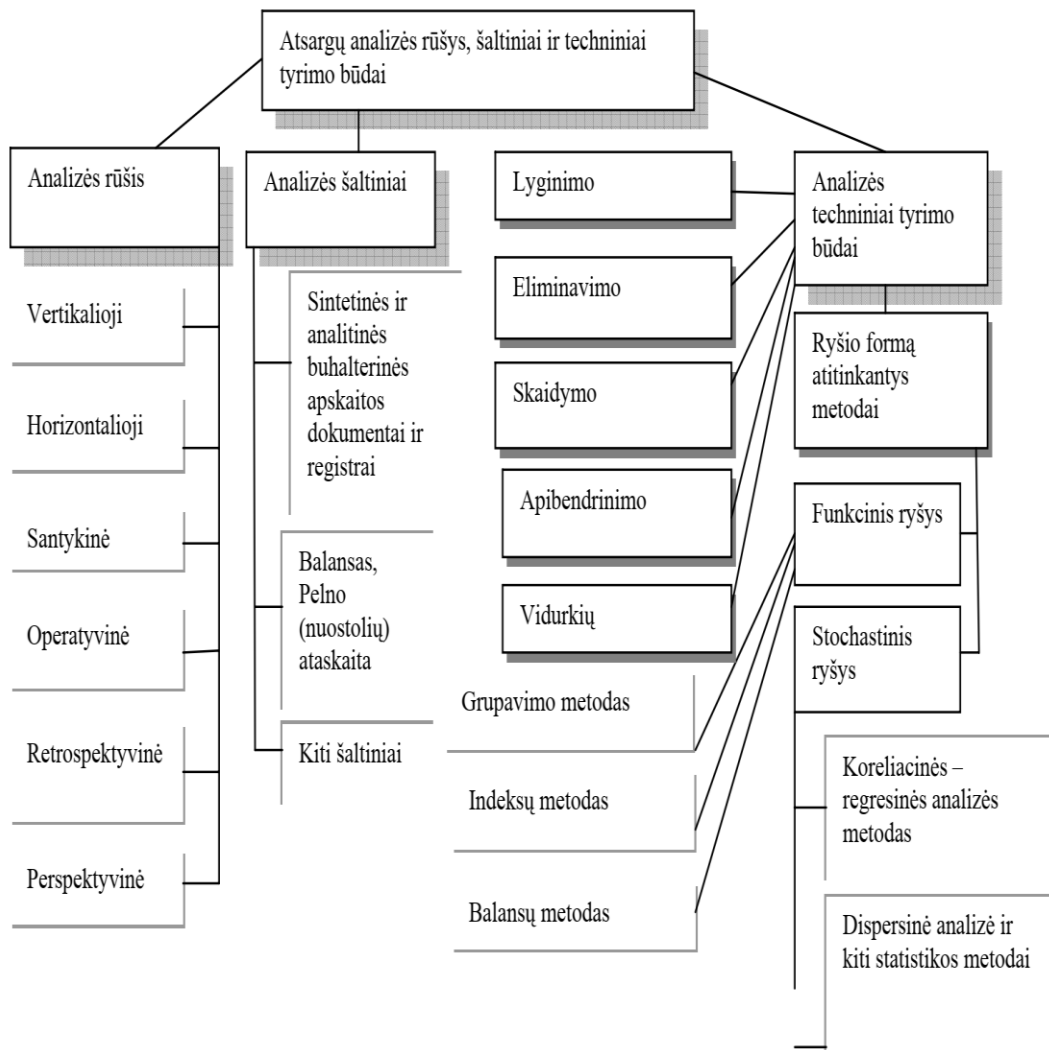
HighJump Software (2016) automatinių sandėliavimo sistemų naudą siūlo vertinti pagal grynąją dabartinę vertę, atsipirkimo laiką ir what-if modelį. Grynoji dabartinė vertė (NPV, angl. *Net Present Value*) parodo pajamų padidėjimą arba sumažėjimą per prognozuojamą laikotarpį (3- 5 m.) įvertinus diskonto normą.

Ne mažiau svarbu parinkti tinkamą matematinį modelį prognozavimui (Geraldas et al., 2008; Manzini et al., 2011; Kamali, 2019). Visi matematiniai modeliai turi tam tikrą neapibrėžtį. Pavyzdžiui, NPV – teorinis metodas naudojamas investicinių projektų patrauklumui įvertinti tinka prognozavimui. Tačiau remiasi subjektyviomis prielaidomis. Kitas svarbus rodiklis – atsipirkimo laikas, per kurį NPV tampa lygi 0. Prognozavimo metu svarbu įvertinti patikimumo ribas, jeigu optimistinis scenarijus nepasitvirtins. Į modelį reikia įtraukti ir mokesčių bei nusidėvėjimo veiksnius. Projekto naudą pinigine išraiška įvertinti lengviau. Netiesioginę naudą įvertinti skaitine reikšme yra sunkiau.

Vystantis technologijoms ir susiduriant su socialiniais bei aplinkosauginiais iššūkiais į ekonominio vertinimo modelius įtraukiami ir tvarumo rodikliai, tokie kaip didesnės investicijos į prioritetinius ekonomikos sektorius, skaitmeninė komunikacija, kvalifikacijos kėlimas ir kt. ((Grišius, 2018). Pabrėžiama, kad ypač trūksta integruotų visapusiškų modelių (Geraldas et al., 2008). Mackevičius ir Valkauskas (2012) rekomenduoja taikyti kompleksinį vertinimo metodą (**10 pav.** ir **11 pav.**).

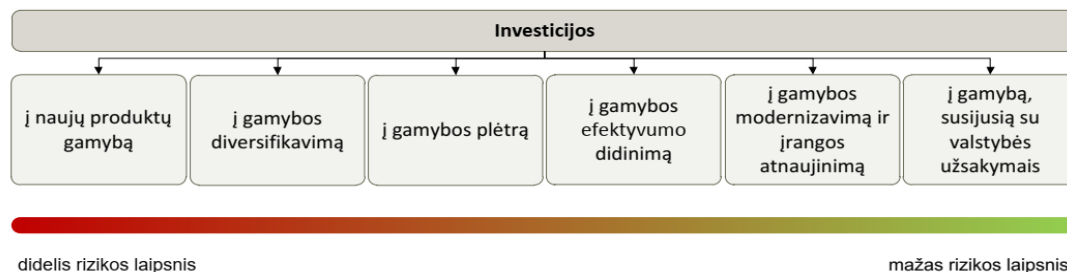


10 pav. Principinis kompleksinės analizės metodikos modelis (Mackevičius & Valkauskas, 2012)



11 pav. Atsargų kompleksinės analizės rūšys, šaltiniai ir techniniai tyrimo būdai
(Mackevičius & Valkauskas, 2012)

Autoriai pabrėžia tikslumo, patikimumo ir validumo užtikrinimo būtinybę atliekant bet kokios informacijos analizę ir interpretacijas (Mackevičius & Valkauskas, 2017). Kita vertus, bet kokiame projekto prognozėje egzistuoja tam tikras neapibrėžtumo lygmuo (Žilinskas, 2009; Keršytė, 2010; Tomaševič, 2010). Todėl atliekant projekto ekonominį vertinimą įvertinama ir rizika. Investicinio projekto riziką galima nagrinėti pagal atliekamų investicijų pobūdį (12 pav.)

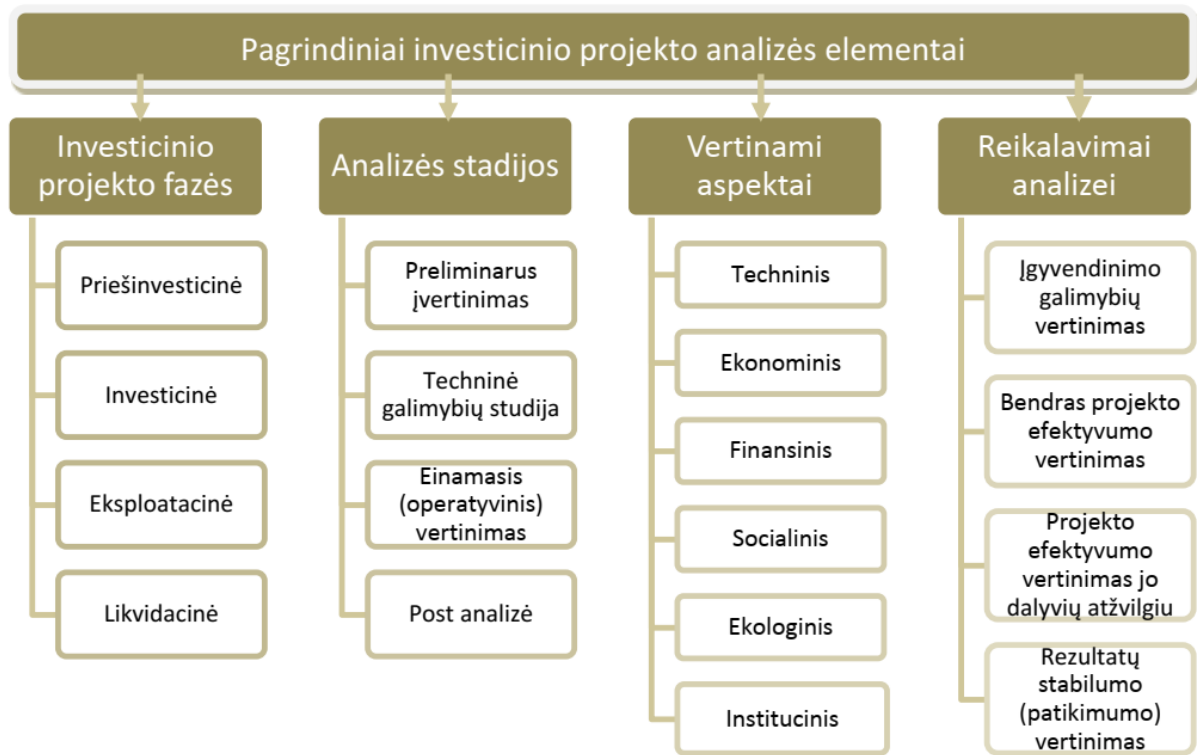


12 pav. Investicinio projekto rizikos laipsnis priklausomai nuo jo tipo (Tomaševič, 2010b)

Tačiau dažniausiai remiamasi statistiniais tikimybiniais metodais.

Dažnai, įvertinant makroekonominių veiksnių poveikį taikoma scenarijų analizė (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006).

2008 m. Europos Komisijos Regionų politikos generalinis direktoratas parengė investicinių projektų ekonominio vertinimo gaires, kurios modelis pasižymi kompleksišku ir integralumu (**13 pav.**).



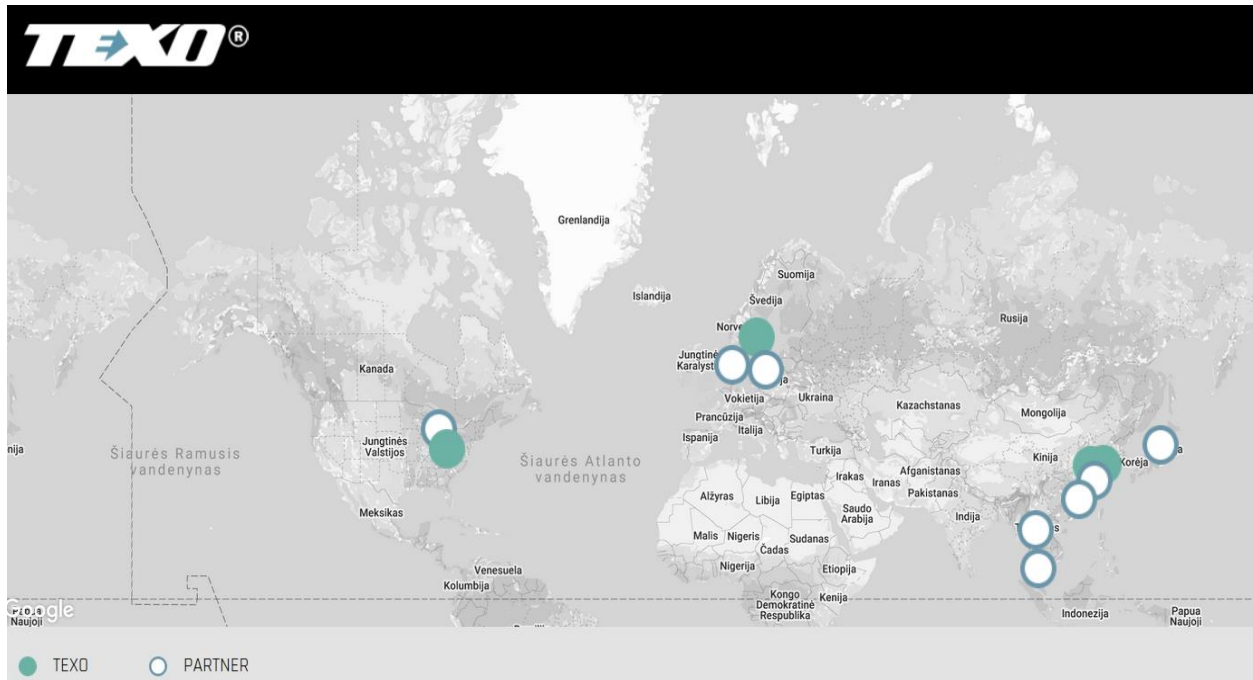
13 pav. Investicinio projekto rengimo ir vertinimo principinė schema ((Tomaševič, 2010b)

Šios gairės taikomos Lietuvos investicinių projektų rengimui (EC, 2008). Šiuo metu įmonės, teikdamos paraiškas ES paramai gauti taiko būtent šią metodiką.

3. INVESTICINIO SANDĖLIAVIMO SISTEMOS PROJEKTO METODOLOGIJA

Tyrimo sritis: Sandėlio automatinio valdymo sistemos įdiegimo įmonėje ekonominis vertinimas.

Tyrimo objektas: Sandėliavimo sistema. Tyrimas atliktas gamybinėje įmonėje, kurioje įdiegta žaliavų sandėlio automatinė sistema Texo CLOUD. Švedų kompanija Texo įkurta 1943 m. Kompanijos padaliniai yra įvairiose šalyse (14 pav.).



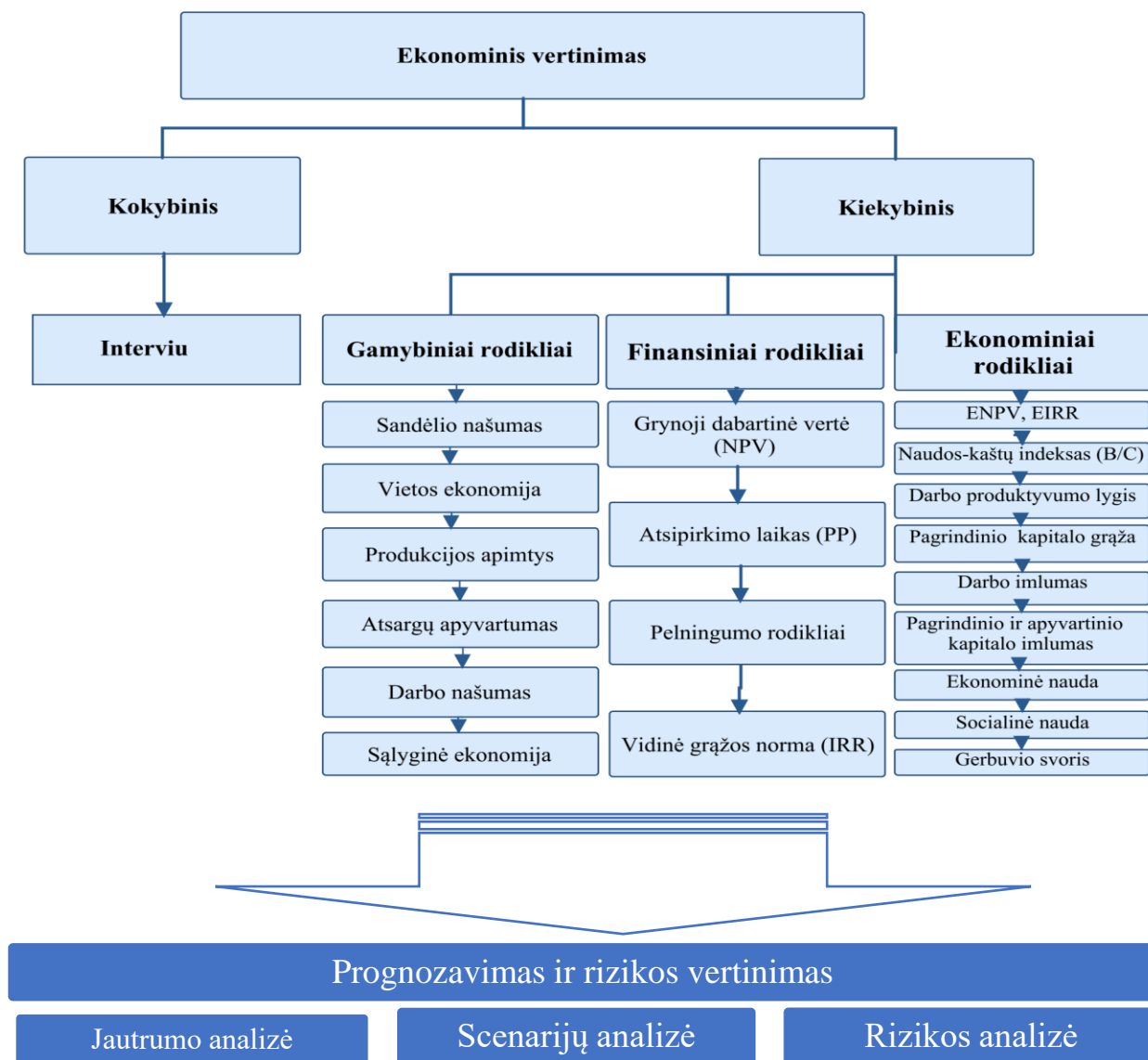
14 pav. TEXO ir partnerių padalinių geografinis išsidėstymas. <http://texo.se/shuttle/shuttle/>

Tyrimo problema: Įmonėms reikalingos automatinės sandėlio valdymo sistemos, kurios leidžia optimizuoti prekių srautus ir jų kaštus. Tačiau jos reikalauja didelių investicijų. Todėl įmonė prieš apsispręsdama turi atlikti ekonominį vertinimą (prognozavimą).

Darbo tikslas - atlikti įmonės „Baldas“ automatizuotos sandėliavimo sistemos Texo investicijos ekonominį vertinimą (prognozavimą).

Tyrimo metodika

Ekonominio vertinimo metodika buvo sudaryta remiantis literatūros analize, finansinio investicinio projekto vertinimo teorija ir ES investicinių projektų ekonominio vertinimo gairėmis (EC, 2008; Ginevičius ir kt., 2009; Ramanauskas, 2012). Principinė tyrimo schema pateikta (15 pav.)



15 pav. Principinė tyrimo schema

Tyrimas atliktas 2019 m. Darbe buvo įvertinti įmonės gamybiniai ir finansiniai rodikliai. Ekonominiam investicinio projekto vertinimui panaudoti statiniai efektyvumo vertinimo metodai - investicijų atsipirkimo laikas ir investuoto kapitalo grąža (pelningumas) ir dinaminiai - grynoji dabartinė vertė, pelningumo indeksas, vidinė ir modifikuota vidinė grąžos norma. Sandėliavimo procesų valdymo automatizavimo ekonominio vertinimo tyrimas remiasi mokslinių publikacijų ir kitos informacijos analize, sisteminimu, lyginimu, sinteze, indukcija, dedukcija ir loginiu apibendrinimu.

Empirinis tyrimas atliktas remiantis trianguliacijos metodu, integruojant kiekybinius ir kokybinius mokslinio tyrimo metodus, tokius kaip interviu ir monografinė atvejo analizė.

Kokybinis interviu metodas taikytas siekiant iširti automatinės sandėliavimo sistemos privalumus ir trūkumus, remiantis realiomis, už investicinį projektą atsakingų asmenų įžvalgomis.

Duomenų analizei taikyti aritmetinių bei matematinių vidurkių, vidutinio kvadratinio nuokrypio, variacijos, lyginimo, laiko eilučių, koreliacinės - regresinės analizės metodai. Prognozavimui taikyti

trendai, slenkantys vidurkiai. Tyrimo duomenys statistiškai apdoroti, naudojant programinę įrangą SPSS. Grafinė analizė atlikta programa Microsoft Excel.

3.1. Gamybiniai rodikliai

Sandėliavimo veikla apibūdinama tokiais rodikliais: vidutinis atsargų dydis, santykinis atsargų lygis ir atsargų apyvartumo koeficientas.

Vidutinis atsargų dydis apskaičiuojamas pagal formulę (Aleknevičienė, 2011):

$$\bar{I} = \frac{Q}{2} = \frac{S/N}{2} ;$$

(3.1)

čia: \bar{I} – vidutinis atsargų dydis, Q – užsakymo dydis, vnt., S – pardavimai per metus, vnt.; N – užsakymų skaičius per metus, vnt.

Sąlyginis atsargų lygis apskaičiuotas kaip vidutinio atsargų dydžio ir produkcijos apimčių santykis (Girdzijauskas & Jefimovas, 2006). Šį rodiklį galima apskaičiuoti vertine (pinigine) arba santykinine (procentais) išraiška. Pagal jį nustatoma kiek atsargų tenka 1 Eur produkcijos.

Atsargų apyvartumo koeficientas apskaičiuojamas kaip produkcijos pardavimų apimties ir vidutinių atsargų santykis:

$$K_a = \frac{S}{\bar{I}} ;$$

(3.2)

Jis parodo kaip greitai keičiasi įmonės atsargos lyginant su jos pardavimais.

Grynosios produkcijos pokytis priklauso nuo darbuotojų skaičiaus, darbo našumo ir grynosios produkcijos lyginamosios dalies bendrojoje prekinėje produkcijoje pokyčių (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006). Grynoji produkcija (N_{gr}) apskaičiuojama sekančiai:

$$N_{gr} = R \times r_n \times K_d ;$$

(3.3)

čia: R - gamybinis personalas; r_n - darbo našumas; K_d - grynosios produkcijos lyginamoji dalis prekinėje produkcijoje.

Sąlyginė projekto ekonomija apskaičiuojama rodiklius įgyvendinus projektą pakoregavus pagal rodiklius iki jo (Girdzijauskas & Jefimovas, 2006):

$$E = P \times (II - I * D)$$

(3.4)

čia: E – sąlyginė ekonomija; P – išteklių prieaugis; D – rodiklio dinamika; I – rodiklio reikšmė iki projekto; II – rodiklio reikšmė įgyvendinus projektą.

Išteklių prieaugis apskaičiuojamas kaip rodiklio ir produkcijos dinamikos santykis:

$$P = \frac{D}{D_p} ;$$

(3.5)

čia: D_p – produkcijos dinamika.

Rodiklio dinamika lygi jo reikšmės iki projekto ir jį įgyvendinus santykiniam pokyčiui:

$$D = \frac{II}{I}. \quad (3.6)$$

Kompleksinis intensifikacijos rodiklis In apskaičiuojamas įvertinus visų rodiklių išteklių prieaugį:

$$In = 100 - \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n P_n \times 100 \quad (3.7)$$

čia: rodiklio eilės numeris.

Intensifikacijos rodiklių analizė leidžia nustatyti svarbiausias gamybos intensyvumą lemiančias priežastis. S. Girdzijauskas ir B. Jefimovas (2006) įmonės veiklą lemiančius vidinius ir išorinius veiksnius siūlo sąlygiškai skirstyti į ekstensyvius ir intensyvius. Esant ekstensyviai įmonės veiklos vystymui, gamyba plečiama pritraukiant papildomus išteklius, o intensyviai – juos geriau panaudojant, kai gamyboje pritaikomi mokslo-technikos pasiekimai. Kiekybinį ekstensyvaus ir intensyvaus vystymosi santykį galima išreikšti gamybinių ir finansinių išteklių panaudojimo rodikliais. „Ekstensyvaus vystymosi rodikliai yra kiekybiniai išteklių panaudojimo rodikliai: darbuotojų skaičius, atsargų sunaudojimas, ilgalaikio turto apimtis, apyvartinių lėšų apimtis ir pan. Intensyvaus vystymosi rodikliai - kokybiniai išteklių panaudojimo rodikliai: darbo našumas, medžiagų grąža, fondų grąža, apyvartinių lėšų apyvartumo ir kt.“ (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006, p. 14).

Finansiniai rodikliai

Norint įvertinti būsimų investicijų naudą ir priimti sprendimus kada jos atsipirks, būtina atlikti finansinių rodiklių analizę.

Grynoji dabartinė vertė (angl. *Net Present Value*, NPV) - skirtumas tarp tam tikros investicijos rinkos vertės ir jos kaštų, įvertinus diskontuotų pinigų srautus:

$$NPV = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}; \quad (3.8)$$

čia: S_n – pinigų srautas, i – diskonto norma, $0..n$ – laikas, metai. Jei $NPV > 0$, tai projekto finansinė nauda padengs investicinius kaštus ir toks projektas bus finansiškai gyvybingas (Tomaševič, 2010a).

Metų pinigų srautas apskaičiuojamas sekančiai (Tomaševič, 2010b):

$$S_n = (G-C)-(G-C-D) \times T - I + K; \quad (3.9)$$

čia: G - laukiamos bendrosios pajamos iš projekto realizacijos; C - bendros einamosios išlaidos (tiesioginės ir netiesioginės išlaidos darbo ir žaliavų apmokėjimui); D – išlaidos, kurioms taikomos mokesčių lengvatos; T – mokesčių tarifas; I – investicinės išlaidos; K – kompensacijos, dotacijos.

Diskonto norma rodo tokią diskonto normos procentinę reikšmę, pagal kurią galima būtų atsiskaityti su kreditoriais ir su įmonės savininkais. Dažniausiai nustatoma pagal įmonės vidutinės svertinės kapitalo sąnaudas (angl. WACC) įvertinus tikėtinus kapitalo kaštus ir riziką (Tomaševič, 2010a):

$$WACC = R_d \times W_d + R_e \times \frac{1}{1-t} \times W_e; \quad (3.10)$$

čia : R_d – skolinto kapitalo kaina; W_d – skolinto kapitalo dalis visame įdarbintame kapitale; R_e – akcininkų reikalaujama nuosavybės grąža (sumokėjus mokesčius); W_e – nuosavo kapitalo dalis visame įdarbintame kapitale; t – pelno mokesčio norma. Paprastai siūloma naudoti diskonto norma 5-8 %.

Atsipirkimo laikotarpis (angl. *Payback Period*, PP) – laikotarpis, per kurį atgaunama pusė investicinės vertės.

$$T^* = \frac{I}{\bar{V} - \bar{S}} ; \quad (3.11)$$

Čia: T^* – projekto atsipirkimo laikas metais; I – investicinė vertė ; V – metinės produkcijos vertė; S – metinės produkcijos savikaina. Šis metodas taikomas apytiksliams skaičiavimams, nes neįvertinus pinigų laiko vertės kyla rizika projektą pervertinti arba nepilnai įvertinti. Tikslesniam įvertinimui naudojamas diskontuotas atsipirkimo laikotarpis (angl. *Discounted Payback Period*, DPP) - tai laiko periodas, per kurį atgaunama investuota suma ir tam tikros iš anksto numatytos palūkanos.

$$T^* = (n - 1) - \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \bar{P}_t - I}{\bar{P}_n} , \text{ kai } \sum_{t=1}^n \bar{P}_t > I ; \quad (3.12)$$

čia: T^* – atsipirkimo laikas; t – investavimo ar pajamų gavimo metų indeksas ($t = 1, 2, \dots, n$); P_n – pajamos gautos tais metais, kai akumuliuotos pajamos viršija visas investicijas; P_t – t -ųjų metų pajamos; I – investicijos.

Vertinimo tikslais naudojamos net kelios pelno išraiškos: tai pelnas prieš palūkanas ir mokesčius (EBIT), pelnas prieš palūkanas, mokesčius, nusidėvėjimą ir amortizaciją (EBITDA), pelnas prieš mokesčius (EBT) ir grynasis pelnas. EBITDA parodo verslo augimo greitį po investavimo. Jis skaičiuojamas norint įsitikinti, kad bus sukurta pakankamai pinigų reikalingų padengti investavimo išlaidas. Jeigu EBITDA pakankamas – investicija yra gera. Jeigu EBITDA mažėja, reikia peržiūrėti strategiją ar investicijų struktūrą.

Kapitalo pelningumas (ROC) leidžia palyginti projekto pelną ir investuotą kapitalą bei apibūdina investicijų likvidumą. Jį galima apskaičiuoti taip:

$$ROC_1 = \frac{EBIT}{\text{Vidutinė visų projekto investicijų vertė}} , \quad (3.13)$$

$$ROC_2 = \frac{EBIT(1-T)}{\text{Vidutinė visų projekto investicijų vertė}} , \quad (3.14)$$

čia ROC_1 – kapitalo pelningumas iki mokesčių; ROC_2 – kapitalo pelningumas po mokesčių; EBIT – pelnas prieš palūkanas ir mokesčius; T – pelno mokesčio norma, proc.

Nuosavybės pelningumas (ROE) apskaičiuojamas taip:

$$ROE = \frac{GP}{\text{Vidutinė visų projekto investicijų vertė}} ; \quad (3.15)$$

čia: GP – grynasis pelnas.

Jei $ROE > ROC$, projektą galima priimti, o jei $ROE < ROC$, projekto geriau atsisakyti.

Skaičiuojant NPV ir IRR, vertinant pinigų įplaukas eliminuojamos įplaukos iš projekto finansavimo resursų (subsidija, valstybės parama, paskolos). Įplaukas sudaro pardavimų pajamos ir investicijų likutinė vertė laikotarpio pabaigoje, o išlaidas - veiklos sąnaudos, palūkanos, paskolų grąžinimas, viešojo nacionalinio ir privataus kapitalo investicijos.

Pelningumo indeksas (angl. *Profitability Index*, PI), dar vadinamas rentabilumo rodikliu - dabartinių pajamų ir tai pačiais datai diskontuotų investicinių išlaidų santykis:

$$PI = \frac{\sum_{j=1}^c CF_j^+ \times u_{j;k}}{CF_0^-} ; \quad (3.16)$$

čia: CF_j^+ - pajamos periodu $j= 1\dots c$, CF_0^- - periodo j investicinės išlaidos $j=1,..c$, $u_{j;k}$ - diskontavimo koeficientas. Projektas laikomas rentabiliu, jeigu $PI > 1$.

Vidinė gražos norma (angl. *Internal Rate of Return*, IRR) apibūdina maksimaliai galimą santykinę išlaidų dydį. Matematinė išraiška tai diskonto norma, kuriai projekto finansinė nauda (įplaukos) yra lygi projekto kaštams:

$$NPV(S) = \sum [S_t / (1 + IRR^t)] = 0 ; \quad (3.17)$$

čia: S – pinigų srautas, t – metai. Jei IRR didesnė už rinkoje esančią palūkanų normą, projekto nauda bus didesnė nei kapitalo skolinimosi kaštai.

Ekonominiai rodikliai

Ekonominiai projekto efektyvumo rodikliai parodo projekto naudingumą visuomenei. Tyrime naudoti ekonominė grynoji dabartinė vertė, ekonominė vidinės gražos norma, naudos – kaštų santykis. Ekonominis projekto poveikis gali būti vertinamas šalies BVP rodikliams, tokiems kaip vidutinė galutinio vartojimo dalis, tenkanti BVP ir vidutinė darbo jėgos dalis nuo BVP. ENPV ir ERR rodikliai nustatomi eliminavus mokesčius. Ekonominė IRR turėtų būti ne mažesnė kaip 5 % (EC, 2008; Kungys, 2013).

Naudos-kaštų indeksas parodo projekto efektyvumą įvertinus laiko perspektyvoje:

$$\frac{B}{C} = \frac{PV(B)}{PV(C)} ; \quad (3.18)$$

čia: $PV(B)$ – dabartinė socialinės naudos vertė; $PV(C)$ – dabartinė socialinių sąnaudų vertė; Jei $B/C > 0$, projektas yra ekonomiškai efektyvus.

Santykiniai ekonominiai - statistiniai darbo jėgos ir kapitalo rodikliai gali būti tiesioginiai ir atvirkštiniai. Tiesioginiai rodikliai:

$$\text{Darbo produktyvumo lygis} = \text{Veiklos rezultatas} / \text{Darbuotojų skaičius}. \quad (3.19)$$

$$\text{Pagrindinio kapitalo grąža} = \text{Veiklos rezultatas} / \text{Pagrindinio kapitalo vertė}. \quad (3.20)$$

Atvirkštiniai rodikliai:

$$\text{Darbo imlumas} = \text{Darbuotojų skaičius}/\text{Veiklos rezultatas.} \quad (3.21)$$

$$\text{Pagrindinio kapitalo imlumas} = \text{Pagrindinis kapitalas (NK-II)}/\text{Veiklos rezultatas.} \quad (3.22)$$

$$\text{Apyvartinio kapitalo imlumas} = \text{Apyvartinis kapitalas (TT-TI)}/\text{Veiklos rezultatas.} \quad (3.23)$$

Tiesioginių ekonominių - statistinių rodiklių didėjimas rodo ekonominio efektyvumo didėjimą, o atvirkštinės – tai, kad įmonės veikla vykdoma neefektyviai. Šis analizės metodas atskleidžia įmonės veiklos efektyvumą iki investicinio projekto ir sudaro galimybę tinkamai įvertinti projekto priimtumą (Vaičiškaitė, 2015) .

Ekonominė nauda apskaičiuota pagal formulę:

$$X=N \times L-N \times L \times F; \quad (3.24)$$

čia: N – ekonominės naudos rodiklis; L – darbo kaštų dalis bendrajame vidaus produkte BVP; F – darbo jėgos kaštų perskaičiavimo indeksas.

Darbo jėgos kaštai apima atlyginimus ir personalo mokymo kaštus.

Europos komisijos gairės numato tokius ekonominio vertinimo kriterijus, kaip finansinė ir socialinė diskonto norma bei gerbuvio svoris (**6 lentelė**)

6 lentelė. Ekonominio vertinimo kriterijai (EC, 2008)

Rodiklis	Rodiklio reikšmė	Rodiklio kriterijus
Finansinė diskonto norma	Ateities finansinės vertės diskonto dabartinei vertei norma atspindi galimą kapitalo kainą	5 %
Socialinė diskonto norma	Ateities ekonominės vertės diskonto dabartinei vertei norma atspindi socialinės naudos efektą ateityje	3,5 % (Sanglaudos fondo šalims) 5,5 % (Sanglaudos fondo reikalavimus atitinkančioms šalims)
Gerbuvio svorio	Projekto grynosios naudos koregavimas atsižvelgiant į paskirstymo poveikį	$W = (\bar{C}/C_i)^e$

Prognozavimas ir rizikos vertinimas

Scenarijų (jautrumo) analizė parodo kaip paveiktų ekonominius rodiklius pakitę kainos, eksploataciniai kaštai, diskonto norma. Šio metodo tikslas – patikrinti svarbiausių veiksnių vadinamų kritiniais kintamaisiais, įtaką projekto rezultatams. Tai leidžia nustatyti rezultato pokyčius, pasikeitus vienam parametru, ir tokiu būdu įvertinti projekto jautrumą įvairiems kintamiesiems. Dažniausiai taikomi šie kriterijai: grynoji dabartinė vertė (NPV); pelningumo indeksas (PI); vidinė gražos norma (IRR). Kuo didesnė skaičiavimų rezultato priklausomybė nuo tiriamo kriterijaus, tuo didesnė projekto

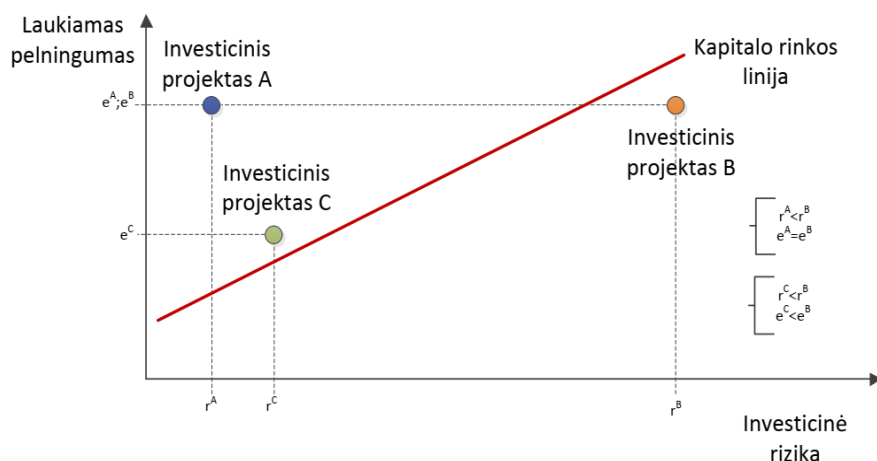
įgyvendinimo rizika. Tyrimui sudaromi keli scenarijai – optimistinis ir pesimistinis. Vertinamas šių scenarijų rezultatų skirtumas. Kuo jis didesnis, tuo projekto rizika didesnė.

Prognozavimui bus naudojamas slankiojo vidurkio metodas. Buvo pasirinkti trys laikotarpiai ($k=3, 5$ ir 7) ir jiems apskaičiuotos prognozės remiantis (2) formule:

$$y_t = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^{t} y_i \quad (3.25)$$

čia: y_t - prognozuojama reikšmė; y_i - faktinė ekonominio rodiklio reikšmė i -tuoju laikotarpiu; k - laikotarpių, kuriems skaičiuojamas slankusis vidurkis, skaičius; t -laikotarpio numeris. Duomenų sekos vidurkio reikšmė apskaičiuojama remiantis praėjusių laikotarpių reikšmėmis. Gautas aritmetinis vidurkis naudojamas kaip prognozė ateinančiam laikotarpiui, remiantis prielaida, kad ateities rezultatai bus praeities rezultatų vidurkis.

Projekto rizika kyla dėl modelio neapibrėžtumų, kurie kyla dėl nenumatytų veiksnių: pakitusių makroekonominių, rinkos, politinių sąlygų ir kt. Ji įvertinama tikimybiniais metodais. Vienas tokių metodų – pelningumo ir rizikos priklausomybės grafikas (16 pav.).



16 pav. Kapitalo rinkos linija – laukiamo pelningumo ir investicinės rizikos priklausomybė (Tomaševič, 2010b)

Investicinio projekto ekonominę naudą apibūdina tiek technologinis progresas, tiek ir darbo jėgos naudos - kaštų poveikis ne tik įmonės, bet ir šalies mastu (3.24 lygtis). Darbo jėgos kaštai apima darbuotojų atlyginimus ir personalo mokymo kaštus. Sprendžiant investicinio projekto patvirtinimo ar atmetimo klausimą svarbu įvertinti ir kitus kritinius kintamuosius, lemiančius projekto elastingumą.

Vertinant ekonominę naudą reikia atsižvelgti į progreso perspektyvą. V. Tomaševič (2010b) nustatė, kad didėjant investicijoms didėja darbo našumas. Šią priklausomybę autorius aiškino ekonomikos augimo teorija, pagal kurią BVP išreiškiamas kaip kapitalo ir darbo funkcija, kurios determinacijos koeficientas $r_2 > 0,98$. Todėl investavus į technologinių procesų tobulinimą pasiekiamas darbo ir įmonės veiklos efektyvumas. Tokiu būdu investicijos į pažangias technologijas anksčiau ar vėliau atsiperka ir duoda ilgalaikį teigiamą ekonominį efektą.

4. TYRIMAS

Siekiant įvertinti įmonės „Baldas“ rezultatus ir įvertinti automatinės sandėliavimo sistemos poreikį, buvo remtasi sudaryta tyrimo metodologija ir atliekamas tyrimas. Tyrimas susideda iš šių dalių: gamybinių rodiklių analizės rezultatai, finansinių rodiklių vertinimas, ekonominių rodiklių vertinimas, prognozavimas ir kokybinis ekspertų interviu.

4.1. Gamybinių rodiklių analizė

Norint įsitikinti automatinės sandėliavimo sistemos reikalingumu gamybinėje įmonėje, vien finansinių rezultatų analizės neužtenka. Kadangi gamybinės įmonės tikslas yra pagaminti ir parduoti produkciją, reikia atlikti tyrimą, kaip technologiškai tokia sistema gali paveikti gamybos procesą ir jo apimtį.

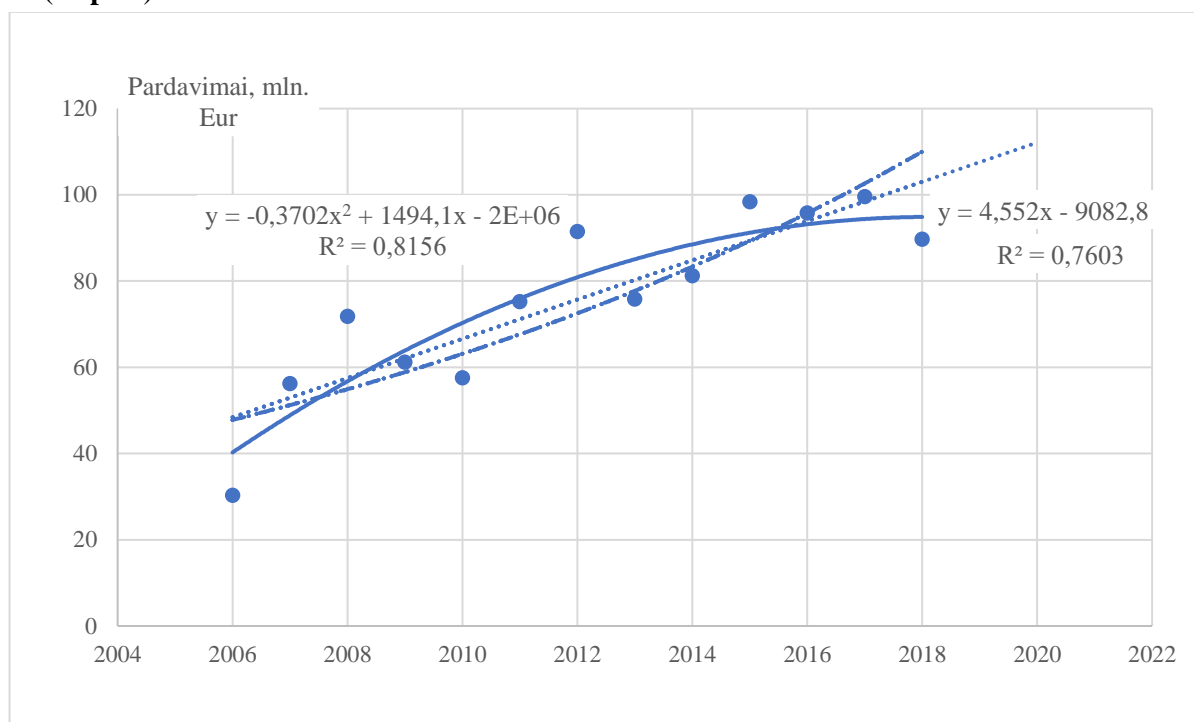
7 lentelė. Sandėlio technologinė kortelė

<i>Serijos numeris</i>	<i>Pavadinimas</i>	<i>Kiekis, vnt.</i>	<i>Ilgis, mm</i>	<i>Plotis, mm</i>	<i>Storis, mm</i>	<i>Plotas, m²</i>	<i>Tūris, m³</i>	<i>Našumas, paletės, vnt./m.</i>
02-ISx902	<i>Stalčiaus priekinė lenta</i>	985 000	794	206	18	161110,54	2899,99	3789
01-ISx903	<i>Stalčiaus priekinė lenta maža</i>	940 000	794	103	18	76875,08	1383,75	804
01-ISx103K/D	<i>šoninė lenta</i>	851 000	1001,5	374	15	318751,41	4781,27	2728
01-ISx804-D	<i>Galinė koja (dešinė)</i>	762 220	1113,5	35	28	29705,62	831,76	649
01-ISx804-K	<i>Galinė koja (kairė)</i>	762 220	1113,5	35	28	29705,62	831,76	649
01-ISx803-D	<i>Priekinė koja (Kairė)</i>	899 322	1113,5	35	28	35048,83	981,37	765
01-ISx803-K	<i>Priekinė koja (Dešinė)</i>	980 000	1113,5	35	28	38193,05	1069,41	834
03-ISx608	<i>Bėgelio viršutinė priekinė dalis</i>	980 000	800	40	18	31360,00	564,48	302
01-ISx202	<i>Viršutinė panelė</i>	1 200 453	900	440	18	475379,39	8556,83	4618
Viso		8 360 215				1 196 129,54	21 900,62	15 138
Vietos ekonomija, kartais						54,62		
Našumas, vnt. per dieną		34 123						61,79

Sandėliuojama produkcija užima 1 196 129,54 m² plotą. Įdiegus automatinę sandėliavimo sistemą, buvo išnaudotas visas sandėlio tūris. Tokiu būdu vietos ekonomija sudarė 54,62 kartus.

Produkcija transportuojama ant euro palečių. Duomenų, gautų sandėliavimo sistemos kompiuterine programa CLOUD analizė parodė, kad įmonė per dieną perkelia 61,8 paletes, per savaitę 308,9, per metus – 15 138 paletes.

Pagal turimus įmonės pardavimų rodiklius Excel programa buvo sudaryti pardavimų prognozės trendai (17 pav.).



17 pav. Pardavimų prognozės trendai

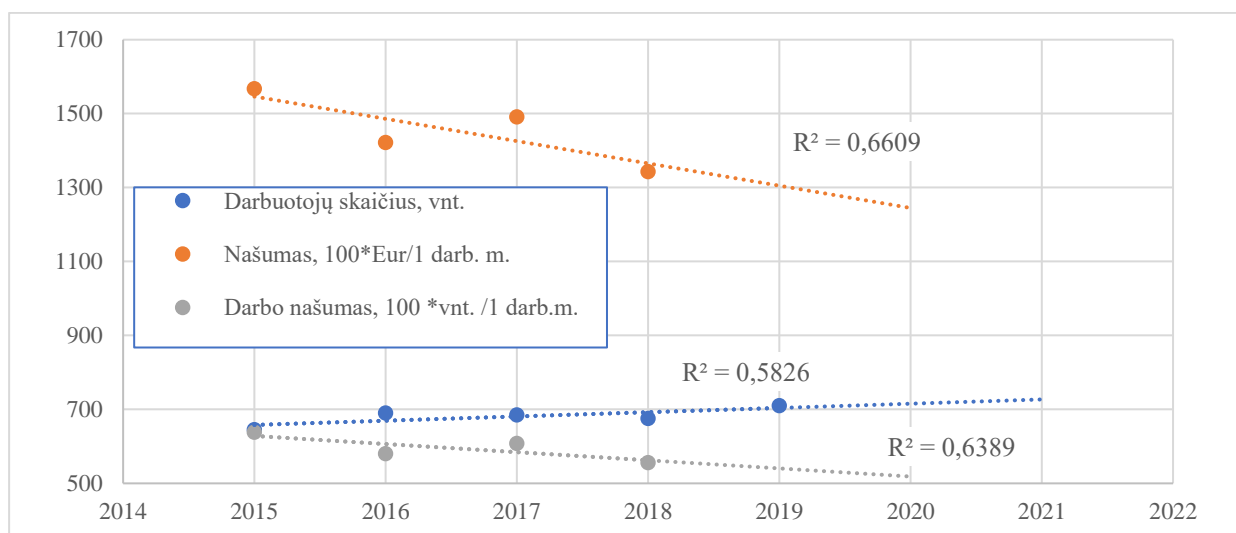
Tam kad nustatyti tinkamiausią prognozės modelį buvo atlikta įvairių matematinių modelių analizė. Tiesinis prognozės trendas rodo nuolatinį pardavimų didėjimą, kuris 2020 m. turi siekti 112 mln. Eur. Dar didesnis pardavimų augimas būtų pagal eksponentinį modelį. Tačiau turimus pardavimų duomenis geriausiai atitiko laipsninė lygtis ($R^2 = 0,8156$). Pagal šį modelį matome, kad pardavimų augimas labai sulėtėjo ir toliau pardavimai beveik nebeaugtų. 2018 m. pardavimai netgi sumažėjo. Ekspertų teigimu, sandėlio pajėgumų trūkumas pradėjo stabdyti gamybos tempus. Todėl buvo priimtas sprendimas rengti investicinį projektą ir įdiegti automatinę sandėliavimo sistemą. 2018 m. buvo vykdomas projektas, kuris lėmė didelį pardavimų sumažėjimą.

Toliau pateikiami apskaičiuoti gamybiniai rodikliai (8 lentelė. **Produkcijos gamybos, atsargų apyvartumo ir pardavimų rodikliai**). Iš kurių galime matyti kaip keitėsi gamybos apimtys ir pardavimų koeficientas. Taip pat galima pastebėti, jog sąlyginis atsargų lygis yra išlaikomas toks pat, nepriklausimai nuo dienos gamybos lygio.

8 lentelė. **Produkcijos gamybos, atsargų apyvartumo ir pardavimų rodikliai**

Metai	Dienos gamyba, vnt.	Apimčių didėjimo koeficientas	Produkcijos apimtys, mln. vnt.	Pardavimų koeficientas	Pardavimai, mln. Eur	Vidutinis atsargų dydis, S/N	Sąlyginis atsargų lygis	Atsargų apyvartumo koeficientas
2006	51718,9		12,7		30,3	15,2	1,20	2

2007	95927,4	1,9	23,5	1,9	56,2	28,1	1,20	2
2008	122555,0	1,3	30,0	1,3	71,8	35,9	1,20	2
2009	104461,9	0,9	25,6	0,9	61,2	30,6	1,20	2
2010	98146,4	0,9	24,0	0,9	57,5	28,8	1,20	2
2011	128358,4	1,3	31,4	1,3	75,2	37,6	1,20	2
2012	156180,8	1,2	38,3	1,2	91,5	45,8	1,20	2
2013	129382,5	0,8	31,7	0,8	75,8	37,9	1,20	2
2014	138599,8	1,1	34,0	1,1	81,2	40,6	1,20	2
2015	167958,3	1,2	41,1	1,2	98,4	49,2	1,20	2
2016	163440,2	1,0	40,0	1,0	95,8	47,9	1,20	2
2017	169928,8	1,0	41,6	1,0	99,6	49,8	1,20	2
2018	153071,9	0,9	37,5	0,9	89,7	44,8	1,20	2
Prognozė					112,1	56,1	1,20	2
2019	8 360 215	54,6	2048,3	54,6	4 897,6	2 448,8	1,20	2



18 pav. Darbo našumo rodikliai

Apskaičiuoti prognozuojami tirtų rodiklių pokyčiai įgyvendinus projektą pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Santykinų įmonės intensifikacijos rodiklių sąlyginė ekonomija

	Rodiklis	I	II	Dinamika	Išteklių prieaugis	Sąlyginė ekonomija, mln. Eur
1.	Produkcija, mln. Eur	112*	4 898*	43,7	1,00	-
2.	Gamybos apimtys, kartai	1	55*	54,6	1,25	-53,35
3.	Darbuotojų skaičius, vnt.	730	710	0,97	0,02	-0,39
4.	Darbo našumas, vnt. / 1 darb./d.	243	11 775	48,5	1,11	-
5.	Darbo našumas, Eur / 1 darb./d.	627	28 155*	44,9	1,03	-2,70
6.	Vidutinis darbo užmokestis/1 darb.	15600	21 600	1,38	0,03	-
7.	Darbo užmokesčio grąža, mln. Eur	5,24	161	30,7	0,70	-0,13
	Višo			32,1	0,73	56,47
	Intensifikacijos rodiklis, %				27	

*prognozuojamas rodiklis

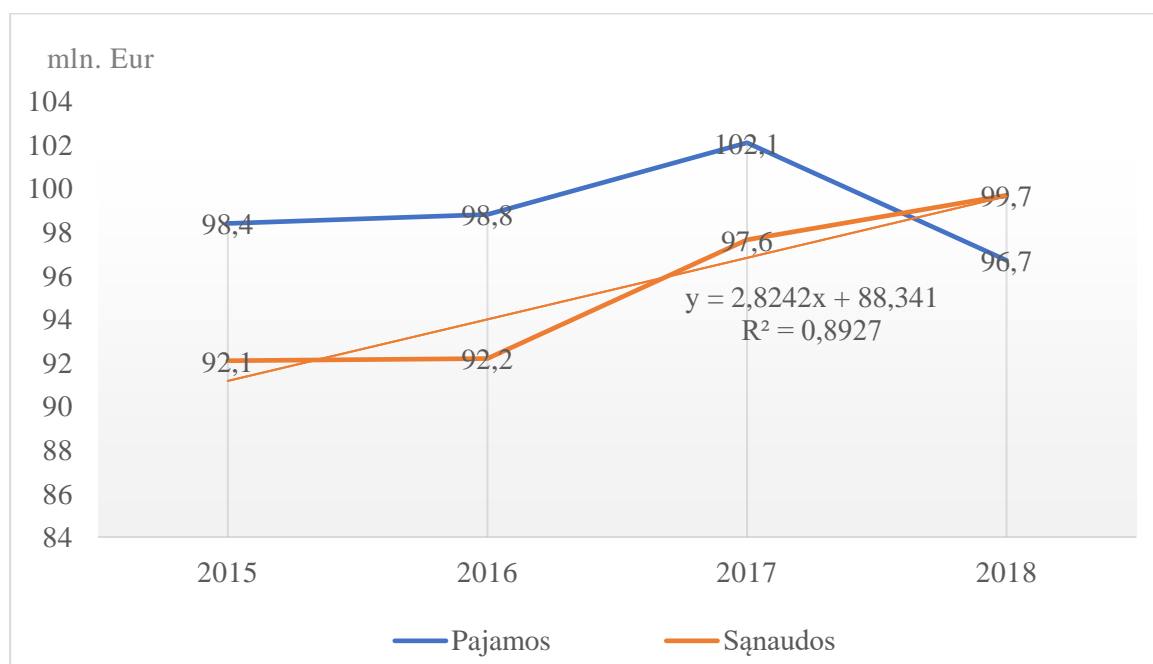
Atlikta intensifikacijos rodiklių analizė leidžia nustatyti svarbiausias gamybos intensyvumą lemiančias priežastis (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006). Bendras projekto intensifikacijos rodiklis siekia 27 %. Didžiausiu išteklių prieaugių pasižymi gamybos apimtys (1,25) ir darbo našumas (1,11). Sąlyginė projekto ekonomija sudaro 56,47 mln. Eur., kurią iš esmės lemia gamybos apimčių padidėjimas (53,35 mln. Eur), padidėjęs darbo našumas (2,7 mln. Eur), taip pat sumažėjęs darbuotojų skaičius (0,39 mln. Eur) ir darbo užmokesčio grąža (0,13 mln. Eur).

4.2. Finansinių rodiklių vertinimas

Finansinis projekto efektyvumas nusakomas gaunama finansine nauda. Svarbiausia projekto finansinės analizės užduotis – būsimųjų piniginių srautų, atsirandančių eksploatuojant investicinį projektą ir realizuojant pagamintą produkciją, apskaičiavimas ir remiantis jais kitų finansinio efektyvumo rodiklių, tokių kaip grynosios dabartinės vertės, vidinės grąžos, vidutinio pelningumo, naudos-kaštų ir atsipirkimo laiko vertinimas (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006; Ramanauskas, 2012).

Pinigių srautų analizė

Įmonės pajamų ir sąnaudų duomenys pateikti **19 pav.**



19 pav. Įmonės pajamų ir sąnaudų dinamika

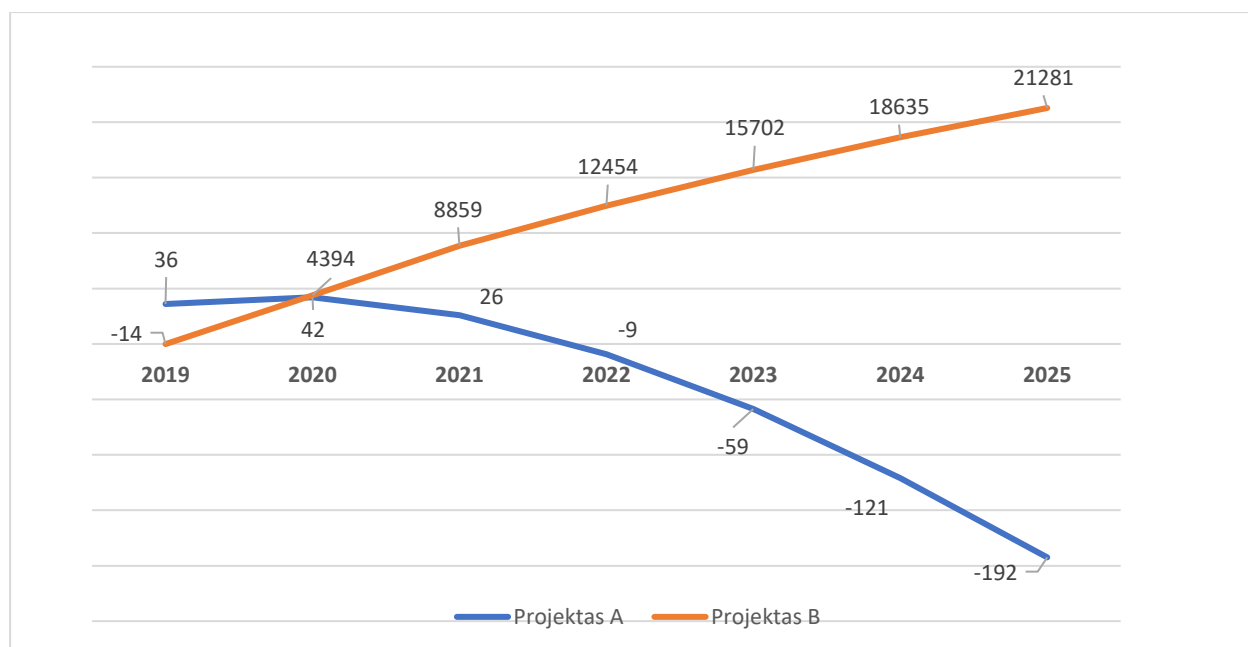
2015-2017 m. įmonės pajamos padidėjo 3,7 mln. Eur., tačiau 2018 m. sumažėjo 5,4 mln. Eur. Sąnaudos šiuo laikotarpiui nuolat augo nuo 92,1 iki 99,7 Eur. Pajamų prognozės tiesinis trendas (**17 pav.**) parodė, kad 2020 m. turėtų sudaryti 112 mln. Eur, o laipsninė lygtis parodė, kad pajamos nedidėtų ir neviršytų 97 mln. Eur. Pagal tiesinį trendą gamybos sąnaudos 2020 m. sudarytų 105,3 mln. Eur. (**19 pav.**).

Investicijos į sandėliavimo automatizaciją kaina siekė 50 mln. Eur. Įgyvendinus investicinį projektą sąlyginė ekonomija sudarys 56,5 mln. Eur, o gaunamos pajamos sudarys 4 897,6 mln. Eur (8 lentelė 9 lentelės).

Toliau pateikiami apskaičiuoti pinigų srautai (10 lentelė).

10 lentelė. Pinigų srautai be sandėlio automatizavimo (projektas A) ir įgyvendinus investicinį projektą (projektas B)

<i>Projektas A</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>	<i>2023</i>	<i>2024</i>	<i>2025</i>
<i>Pajamos, mln. Eur</i>	110	112	119	121	127	130	135
<i>Sąnaudos mln. Eur</i>	74	105	137	168	199	230	262
<i>Pinigų srautai, mln. Eur</i>	36	7	-18	-47	-72	-100	-127
<i>Diskonto koeficientas</i> <i>$1/(1+10/100)^n$</i>	1,0	0,909	0,927	0,751	0,683	0,621	0,564
<i>Diskontuoti pinigų srautai,</i> <i>mln. Eur</i>	36,0	6,1	-16,3	-35,2	-49,3	-62,4	-71,5
<i>Akumuliuoti pinigų</i> <i>srautai, mln. Eur</i>	36	42	26	-9	-59	-121	-192
<i>Projektas B</i>							
<i>Pajamos, mln. Eur</i>	110	4 898	4 898	4 898	4 898	4 898	4 898
<i>Sąnaudos mln. Eur</i>	124	49	80	111	143	174	205
<i>Pinigų srautai, mln. Eur</i>	-14	4 849	4 818	4 786	4 755	4 724	4 692
<i>Diskonto koeficientas</i> <i>$1/(1+10/100)^n$</i>	1,0	0,909	0,927	0,751	0,683	0,621	0,564
<i>Diskontuoti pinigų srautai,</i> <i>mln. Eur</i>	-14	4408	4466	3594	3248	2933	2647
<i>Akumuliuoti pinigų</i> <i>srautai, mln. Eur</i>	-14	4394	8859	12454	15702	18635	21281



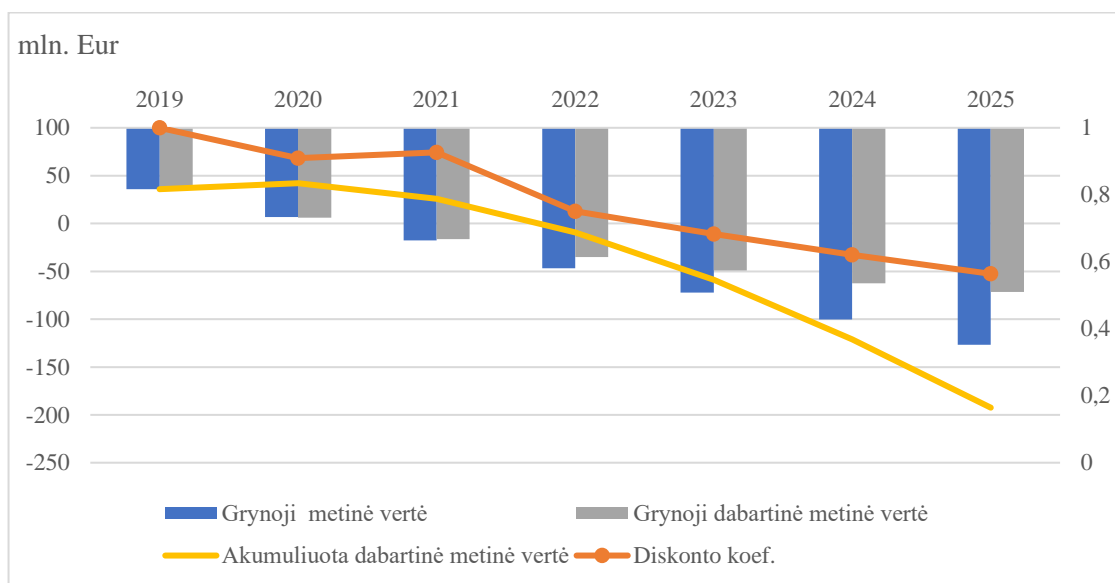
20 pav. Akumuliuotų pinigų srautų dinamika

Projekto A atveju akumuliuotas pinigų srautas mažės ir 2020 m. pasieks neigiamą reikšmę (- 9 mln. Eur). Projekto B atveju dėl investicinių kaštų akumuliuotas pinigų srautas 2019 m. būtų neigiamas (-14 mln. Eur). Tačiau 2020 m. akumuliuotas pinigų srautas pasieks projekto A lygį ir toliau sparčiai didės.

Grynoji dabartinė vertė

Projektų finansiniam vertinimui dažniausiai taikomas grynosios dabartinės vertės (NPV) rodiklis. Vidinės grąžos normos (IRR) rodikliu vadovaujasi apie 30 % finansinių investicinių projektų (Keršytė, 2010). Tačiau abu rodikliai atliekant projekto ekonominį vertinimą turi privalumų ir trūkumų (Ramauskas, 2012; Kungys, 2013).

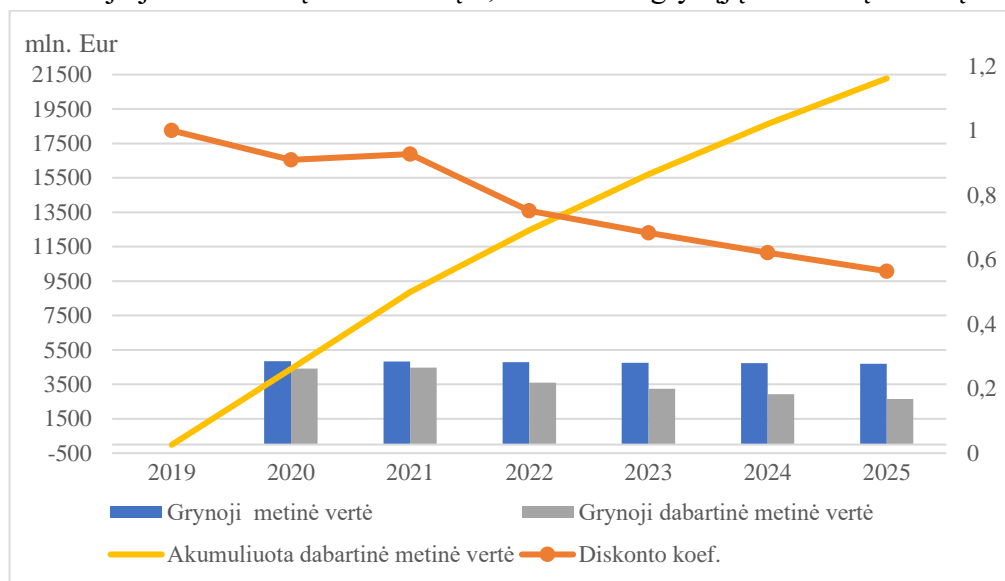
NPV parodo, kiek investicinis projektas uždirbs per savo gyvavimo laikotarpį. Šis metodas yra paremtas pinigų srautų analize, kuri, savo ruožtu, taiko pinigų vertės priklausomybės nuo laiko skaičiavimus (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006). NPV rodiklis yra suprantamas kaip diskontuotų vienam laiko momentui pajamų ir kapitalinių įdėjimų skirtumas. Jis charakterizuoja investicinės veiklos bendrą absoliutinį rezultatą. Pinigų srautų skaičiavimams buvo naudojama 10 % diskonto norma. Ji yra aukštesnė nei rinkos paskolų metinė palūkanų norma, kurios vidurkis siekia 6-7%. Tam įtakos turi prognozuojamas infliacijos lygis. Skaičiuojant NPV daroma prielaida, kad visi pinigų srautai yra vykdomi kiekvienų metų pabaigoje ir yra perskaičiuojami į 2019 metų sausio 01 dieną. Taip pat laikoma, kad visi pinigų srautai, esantys tarp pradžios ir pabaigos, yra reinvestuojami su ribine 10 % kapitalo kaštų arba diskonto norma. Apskaičiuotos pinigų srautų NPV vertės ir jas lemiančių rodiklių įtaka grafiškai pavaizduota **21 pav.**, **22 pav.**



21 pav. Projekto A grynąją dabartinę vertę (NPV) apibrėžiančių rodiklių ryšys

Jeigu Projekto A atveju grynoji metinė vertė mažėja ir 2021 m. pasiekia neigiamą reikšmę. Įvertinus diskonto normą nuostolis viršytų 16 mln. Eur. Nesiimdama jokių pokyčių įmonės nuostoliai tik didėtų. Projekto NPV (0,11)= -277,7, t.y. $NPV(0,11) < 0$, todėl tokio projekto įmonė imtis neturėtų, nes neigiama NPV parodo, kad reikalingo projekto įgyvendinimui finansavimo šaltinio pelno normos nepadengtų (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006, p. 70).

Projekto B atveju jau 2020 m. įmonė turėtų 4,4 mlrd. Eur grynąją dabartinę metinę vertę (22 pav.).



22 pav. Projekto B grynąją dabartinę vertę (NPV) apibrėžiančių rodiklių ryšys

Investavus 50 mln. Eur į sandėlio automatizavimą, projekto NPV (0,11)= 81311, t.y. NPV(0,11) >>0. Tai rodo, kad projektas esant 11 % pelno normai gali būti priimtas. „Jeigu būtinoji pelno norma yra lygi pelno normai, kurią investuotojai numato gauti iš investicinio projekto, tai priėmus šį projektą su didesne už nulį grynąja dabartine verte, šis projektas uždirbs tiek pelno, kad bus ne tik padengtos pradinės investicijos, bet ir apskaičiuotu dydžiu padidintas akcininkų turtas, t.y. padidės akcijų rinkos vertė.“ (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006).

Pinigų srautų grynoji dabartinė metinė vertė didėjant laiko tarpui nuo projekto pradžios mažėja. Tai susiję su diskontu – mažėjant diskonto koeficientui mažėja ir NPV. Projekto A atveju per 7 metus dėl pinigų vertės mažėjimo projekto neigiama vertė sumažėtų 50 mln. Eur, o projekto B atveju - teigiamas pinigų srautas sumažėtų apie 2000 mln. Eur. Todėl planuojant investicinį projektą įmonė turėtų kuo greičiau gauti kuo didesnes pajamas, o išlaidas patirti kuo vėliau, kad projekto dabartinė vertė būtų didesnė ir įmonė galėtų laisviau disponuoti gaunamomis pajamomis.

Atsipirkimo laikas

„Investicinio projekto atsipirkimo periodas yra metų skaičius per kurį prognozuojamos įplaukos padengia pradinės investicijas“ (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006, p. 68). Esant pastoviams pinigų srautams, šis rodiklis yra lygus investicijos (50 mln. Eur) dydžio santykiui su metinėmis įplaukomis (4849 mln. Eur):

$$T = \frac{I}{\text{metinės įplaukos}} = \frac{50}{4849} = 0,01 \text{ metų}$$

Atsižvelgiant į pinigų laiko vertę, apskaičiuosime diskontuotą atsipirkimo laiką T^* , per kurį diskontuotų grynujų pajamų suma susilygina su investicijų suma. Tai laikas, būtinas pilnam investicijų kompensavimui diskontuotomis palūkanomis padengti (

11 lentelė).

11 lentelė. Investicinio projekto diskontuotas atsipirkimo laikas

Metai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Pinigų srautai	-50	4849	4818	4786	4755	4724	4692
Projekto atsipirkimas	-50	4799	9667	9604	9541	9479	9416

Matome, kad 2020 metais pinigų srautų ir projekto atsipirkimo reikšmės susilygina. Toliau apskaičiuosime diskontuotą atsipirkimo laiką T^* :

$$T^* = (2 - 1) + \frac{4849 - 50}{4849} = 0,9$$

Diskontuotas atsipirkimo laikas - 9 mėnesiai. Tai tikrai trumpas atsipirkimo laikas, todėl investavimo rizika minimali ir atsipirkimo laiko požiūriu projektas galima priimtinas (Krušinskas ir kt., 2012; Tamulevičienė ir Subačienė, 2013).

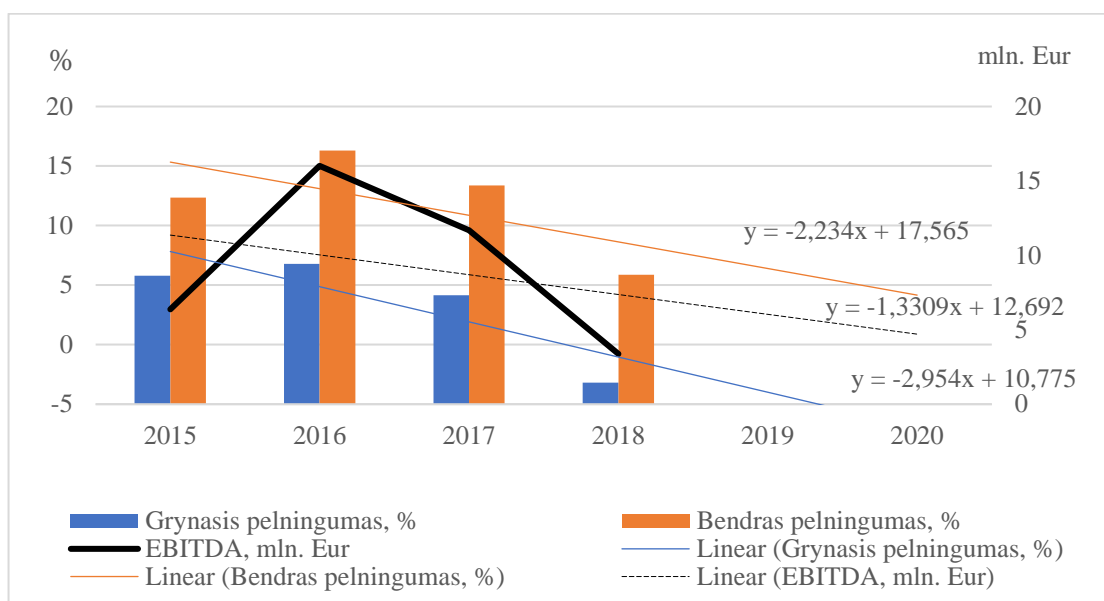
Finansinių rodiklių vertinimas

Pagrindiniai įmonės veiklos rodikliai pateikti

12 lentelė. Įmonės veiklos ir pelningumo **rodikliai** Iš jų galime pastebėti, jog iki 2017 metų įmonės rodikliai augo, tačiau nuo 2017 metų grynasis bei bendras pelningumas, pardavimo pokytis ir kiti rodikliai nukrito. Šiuos rodiklius įtakojo įmonėje vykdomas plėtos projektas, kurio metu gamybos apimtys šiek tiek sulėtėjo. Pelningumo prognozė po projekto įgyvendinimo yra pateikiama tolimesnėje darbo eigoje.

12 lentelė. Įmonės veiklos ir pelningumo rodikliai

	2015	2016	2017	2018
Grynasis pelningumas (%) ①	5.79	6.79	4.16	-3.18
Bendras pelningumas (%) ①	12.35	16.31	13.38	5.88
EBIT (EUR) ①	-899000	8420000	5200000	-3275000
EBIT marža ①	-0.89	8.52	5.06	-3.54
EBITDA (EUR) ①	6374000	16013000	11692000	3378000
EBITDA marža (%) ①	6.28	16.2	11.38	3.65
Skolos / nuosavybės rodiklis ①	1.88	0.3	0.12	0.28
Apyvartinio kapitalo poreikis ①	-0.27	0.13	0.21	0.08
Pardavimai vienam darbuotojui (EUR) ①	156723.77	142191.37	149117.56	134319.3
Pelnas vienam darbuotojui (EUR) ①	9075.62	9656.12	6197.39	-4269.96
Pardavimo pokytis (%)	9.43	-2.69	3.97	-9.92



23 pav. Įmonės pelningumo prognozė

EBITDA parodo verslo augimo greitį po investavimo. Jis skaičiuojamas norint įsitikinti, kad bus sukurta pakankamai pinigų reikalingų padengti investavimo išlaidas. Jeigu EBITDA pakankamas – investicija yra gera. Jeigu EBITDA mažėja, reikia peržiūrėti strategiją ar investicijų struktūrą.

Kapitalo pelningumas (ROC) leidžia palyginti projekto pelną ir investiciją bei apibūdina investicijų likvidumą. Jis apskaičiuojamas pagal veiklos pelną išskaičius mokesčius (EBIT):

$$ROC_1 = \frac{EBIT}{\text{Vidutinė visų projekto investicijų vertė}}, = \frac{9,4}{50} = 0,19$$

$$ROC_2 = \frac{EBIT(1-T)}{\text{Vidutinė visų projekto investicijų vertė}}, = \frac{9,4(1-0,3)}{50} = 0,13$$

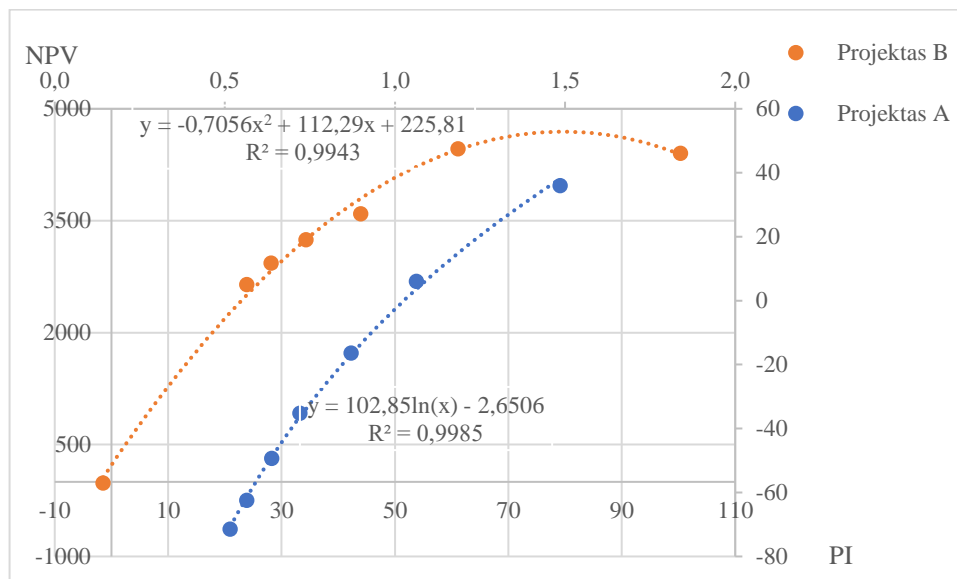
Nuosavybės pelningumas (ROE) apskaičiuojamas pagal grynąjį pelną:

$$ROE = \frac{GP}{\text{Vidutinė visų projekto investicijų vertė}} = \frac{13,56}{50} = 0,27$$

Apskaičiuotas ROE (0,27) > ROC (0,19) todėl projektą galima priimti. Jeigu būtų ROE < ROC, projekto reiktų atsisakyti.

Pelningumo indeksas (angl. *Profitability Index*, PI), dar vadinamas rentabilumo rodikliu, skaitine reikšme yra lygus dabartinių pajamų ir tai pačiais datai diskontuotų investicinių išlaidų arba dabartinių teigiamų pinigų srautų ir neigiamų pinigų verčių santykiui. PI parodo, kiek pelno uždirba vienas investuotas piniginis vienetas. Projektas laikomas priimtiniu, jeigu jo dabartinė pinigų srautų vertė viršija esamą investicijų vertę (Ališauskas ir Kazlauskienė, 2005). Projekto A vidutinis PI = 0,8, t.y. PI

<0 , todėl šis projektas nepelningas. Projekto B vidutinis $PI = 41$. Projektas B yra pelningas, nes $PI > 1$. PI ir NPV rodiklius sieja stiprus ryšys (24 pav.).



24 pav. Projekto pelningumo indekso ir grynosios dabartinės vertės ryšys

Didėjant PI , NPV taip pat didėja. Kai $PI = 1$, $NPV = 0$. Taigi, abu rodikliai tinkami investicinio projekto vertinimui.

Vidinė grąžos (pelno) norma

Šis investicinio projekto efektyvumo vertinimo rodiklis parodo maksimalią diskonto normą, kuriai esant investicijos atsiperka (Cibulskienė ir Butkus, 2007). Tiek NPV , tiek IRR metodais vertinant investicijas būtina sąlyga laikoma, kad gaunami pinigų srautai yra reinvestuojami, todėl svarbu nustatyti reinvestavimo pelno normą (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006).

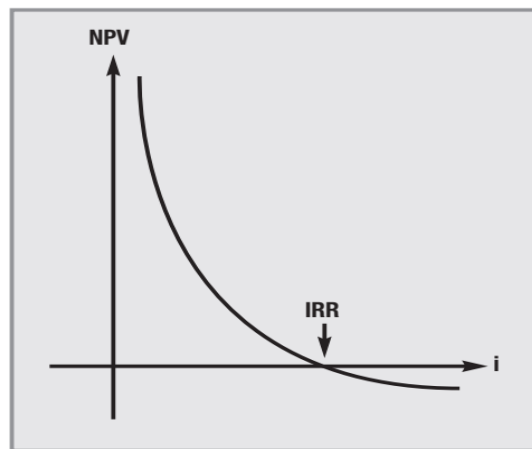
Vidinė grąžos norma (IRR) apskaičiuojama remiantis rinkos pelno norma. Modifikuotą vidinę pelno normą ($MIRR$) skaičiuosime laikydami, kad reinvesticijos norma lygi 12%. Skaičiavimų suvestinė pateikta 13 lentelėje.

13 lentelė. Vidinės grąžos normos skaičiavimas

<i>Metai</i>	<i>Projektas A</i>	<i>Projektas B</i>
2019	$36 \times 1,12^6$	$-14 \times 1,12^6$
2020	$7 \times 1,12^5$	$4849 \times 1,12^5$
2021	$-18 \times 1,12^4$	$4818 \times 1,12^4$
2022	$-47 \times 1,12^3$	$4786 \times 1,12^3$
2023	$-72 \times 1,12^2$	$4755 \times 1,12^2$
2024	$-100 \times 1,12^1$	$4724 \times 1,12^1$
2025	$-127 \times 1,12^0$	$4692 \times 1,12^0$
<i>Galutinė vertė</i>	-340	38770
<i>MIRR</i>	$1 = -340 / (1 + i_m)^7$	$50 = 38770 / (1 + i_m)^7$

Modifikuota vidinio pelno norma, i_m	$\sqrt[7]{-340/1} - 1 = -33\%$	$\sqrt[7]{38770/50} - 1 = 59\%$
IRR	-31	57

IRR ir NPV rodiklių ryšį nusako šis ryšys (25 pav.):



25 pav. Grynosios dabartinės vertės ir diskonto normos priklausomybė (Tomaševič, 2010b)

Ši priklausomybė parodo, kad vidinės grąžos (pelno) norma IRR yra lygi diskonto normai, kai $NPV = 0$.

Apibendrinant finansinių rodiklių analizę pateiksime jų vertinimo suvestinę (14 lentelė).

Finansinių rodiklių suvestinė

14 lentelė. Finansinių rodiklių suvestinė

Investicinio projekto vertinimas	Priimtinas	Bereikšmis	Nepriimtinas
Rodiklis	Rodiklio reikšmė		
Grynoji dabartinė vertė (NPV), mln. Eur	$NPV > 0$	$NPV = 0$	$NPV < 0$
81311	$NPV >> 0$		
Atsipirkimo laikas (T)	Kuo trumpesnis, tuo projektas priimtinesnis		
9 mėnesiai	trumpas		
Kapitalo pelningumas (ROE ir ROC)	$ROE > ROC$	$ROE = ROC$	$ROE < ROC$
0,27; 0,19	$ROE > ROC$		
Pelningumo indeksas (PI)	$PI > 1$	$PI = 1$	$PI < 1$
41	$PI > 1$		
Vidinė grąžos norma (IRR)	$IRR > D_n$	$IRR = D_n$	$IRR < D_n$
57 %	$IRR > 10$		
Modifikuota vidinė pelno norma (MIRR)	$MIRR > k3$	$MIRR = k$	$MIRR < k$
59 %	$MIRR > k3$		

Visi finansiniai rodikliai buvo didesni už reikšmes, būtinas investiciniam projektui patvirtinti.

4.3. Ekonominių rodiklių vertinimas

Ekonominiai projekto efektyvumo rodikliai

Ekonominėje analizėje finansiniai rodikliai įvertinami rinkos kainas konvertavus į apskaitos kainas, eliminavus kitų, ne rinkos veiksnių poveikį, įvertinus netiesioginių veiksnių poveikį. Ekonominių rodiklių vertinimo kriterijai apskaičiuojami finansinių rodiklių kriterijus (14 lentelė. Finansinių rodiklių suvestinė) Kad projektas būtų patrauklus ekonominiu požiūriu, jo ekonominiai rodikliai turi tenkinti šias sąlygas (EC, 2008):

- ekonominė grynoji dabartinė vertė (ENPV) turi būti teigiama, t.y. $ENPV > 0$;
- ekonominė gražos norma (EIRR) turi būti didesnė už socialinę diskonto normą, t.y. $EIRR > 5,5 \%$.
- ekonominės naudos santykis (ENS) turėtų būti didesnis už vienetą, t.y. $ENS > 1$.

Ekonominių rodiklių suvestinė pateikta

15 lentelėje.

15 lentelė. Ekonominių rodiklių vertinimas

<i>Investicinio projekto vertinimas</i>	<i>Priimtinas</i>	<i>Bereikšmis</i>	<i>Nepriimtinas</i>
<i>Rodiklis</i>	<i>Rodiklio reikšmė</i>		
<i>Ekonominė grynoji dabartinė vertė (ENPV), mln. Eur</i>	$ENPV > 0$	$ENPV = 0$	$ENPV < 0$
81311 – (81311·5 %) = 77245	$ENPV \gg 0$		
<i>Ekonominė gražos norma (EIRR)</i>	$EIRR > 5,5 \%$	$IRR = 5,5 \%$	$IRR < 5,5 \%$
60 %	$EIRR > 5,5 \%$		
<i>Ekonominės naudos santykis (ENS)</i>	$ENS > 1$	$ENS = 1$	$ENS < 1$
12	$ENS > 1$		
<i>Naudos – kaštų indeksas (B/C)</i>	$B/C > 1$	$B/C = 1$	$B/C < 1$
43	$B/C > 1$		

„Atsižvelgiant į pinigų srautų pobūdį, kai kuriais atvejais vidinė gražos norma gali būti dauginė arba neapibrėžta. Ekonominės naudos santykio vertė gali priklausyti, pavyzdžiui, nuo to, ar konkrečiu atveju kalbama apie naudą ar sąnaudų mažinimą.“ (EC, 2008). Patikimiausiu laikomas ENPV rodiklis. Jis ir turėtų būti taikomas kaip pagrindinis orientacinis rodiklis vertinant investicinius projektus.

Makroekonominės situacijos vertinimas

Planuojant investicinį projektą be visų kitų ekonominių rodiklių svarbu įvertinti verslo aplinkos makroekonominę situaciją.

Remiantis LR Finansų ministerijos parengta Lietuvos ekonominės raidos scenarijumi 2019–2022 m. (2019) „tikimasi, jog pasaulio BVP kitais metais augs sparčiau nei 2019 m. ir sieks 3,5 %“. Europos Sąjungoje BVP augs 1,6 %. LR Statistikos departamento duomenimis verslas pradeda atsargiau vertinti ateities perspektyvas. Jau nuo 2019 m. pradžios fiksuojamas pasitikėjimo rodiklio smukimas išlieka iki šiol. Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo (BPKF) dalis BVP yra mažesnė už ES vidurkį ir Baltijos šalis. Lėtėja ir produktyviosios investicijos augimas ne taip sparčiai kaip ankstesniais laikotarpiais ir pirmąjį 2019 m. pusmetį siekė 3,5 %, kai nuo 2013 m. pirmąjį pusmetį vidutiniškai augdavo po 6,9 %. Prognozuojamos ir prastesnės sąlygos eksportui.

16 lentelė. Eksportas pagal prekių grupes, mln. Eur, 2017 m. (Lietuvos makroekonomikos apžvalga, SEB bankas, 2018)

	Eksportas								Užsienio prekybos balansas f.o.b. kainomis (proc.)*	
	2012 m.	2013 m.	2014 m.	2015 m.	2016 m.	2017 m.	Santykinė dalis 2017 m.	Metinis pokytis 2017 m.	2016 m.	2017 m.
Iš viso	23047	24545	24361	22904	22607	26429	100,0	16,9	-1,9	-1,7
Žemės ūkio ir maisto produktai	4240	4696	4644	4475	4386	4824	18,3	10,0	15,0	14,6
Mineraliniai produktai	5690	5730	4340	3783	3158	3876	14,7	22,7	-14,2	-16,0
Mašinos ir įrenginiai	2624	2922	3763	3396	3312	4171	15,8	25,9	-13,1	-9,0
Chemijos pramonės produkcija	2038	1989	2228	2485	2469	2670	10,1	8,1	-6,6	-8,3
Baldai	1236	1361	1557	1623	1745	1940	7,3	11,2	64,7	66,8

Užsienio prekybos balansas Numatoma, kad 2019 m. realus prekių ir paslaugų eksportas augs 4,7 %, 2020 m. – 3,9 %, 2021 m. ir 2022 m. – atitinkamai 3,4 ir 3,3 %. 2019 m. baldų eksportas išaugo 6,7 %. Jo dalis sudaro 8,3 % nuo viso eksporto. padidėjus darbo užmokesčiui Lietuvos eksportuotojų konkurencinis pranašumas menksta (SEB bankas, 2018).

Darbingo amžiaus gyventojų skaičius dėl natūralios gyventojų skaičiaus kaitos 2021–2022 m. mažės vidutiniškai po 11,2 tūkst. asmenų arba 0,5 % kasmet.

Vidutinė metinė infliacija pagal metodologiškai suderintą vartotojų kainų indeksą (SVKI) 2019 m. sudarys 2,4 %, 2020 m. – 2,3 %, 2021 m. - 2,1 %, 2022 m. – 2,0 %.

Per 2019 m. laikotarpį sustiprėjo tarptautinės prekybos suvaržymai, buvo fiksuotas lėčiausias per kelis dešimtmečius Kinijos ekonomikos augimas, pastebimai sulėtėjo ES ir euro zonos BVP augimas, suprastėjo Lietuvos verslo lūkesčiai. Jeigu išorės aplinkos ekonominis ir politinis neapibrėžtumas toliau augs, gali pradėti blogėti Lietuvos vartotojų lūkesčiai, gyventojai gali sumažinti vartojimo išlaidas, o įmonės atidėti investicinius planus. „Brexit“ procesas potencialiai gali turėti neigiamų pasekmių tiek ES, tiek Lietuvos ekonomikai. „Geopolitinės įtampos ir neapibrėžtumas dėl tarptautinės prekybos sąlygų nedingo ir gali stiprėti. Riziką pasaulio ekonomikos tvarumui tebekelia didelė kai kurių valstybių skola

ir su jos finansavimu susiję iššūkiai. Visa tai didina tiek pasaulio, tiek euro zonos ir Lietuvos ekonomikų pažeidžiamumą.“ (ERS, 2019).

Ekonominių – statistinių rodiklių vertinimas

Ekonominių – statistinių rodiklių, apskaičiuotų pagal

12 lentelės duomenis suvestinė pateikta **17 lentelėje**.

17 lentelė. Įmonės ekonominiai – statistiniai rodikliai

Rodiklis	2015	2016	2017	2018	Pokytis, %
<i>Darbo produktyvumo lygis</i>	156723,77	142191,37	149117,56	134319,3	-14,3
<i>Pagrindinio kapitalo grąža</i>	0,2	0,5	0,37	0,11	-2,7
<i>Darbo imlumas</i>	9075,62	9656,12	6197,39	-4269,96	-14,7
<i>Pagrindinio kapitalo imlumas</i>	5,02	1,2	2,74	9,47	-2,4
<i>Apyvartinio kapitalo imlumas</i>	-0,27	0,13	0,21	0,08	7,0

Išanalizavus ekonominius – statistinius rodiklius nustatyta, kad įmonės darbo produktyvumas per 2015 - 2018 metų laikotarpį sumažėjo 14,3 %. Pagrindinio kapitalo grąža per tiriamą laikotarpį kito, kas rodo, kad įmonės veikla buvo pastovi ir efektyvi. Tai pagrindžia ir veiklos pastovus efektyvumo lygio 4 proc. augimas. Įmonės darbo imlumas per analizuojamą laikotarpį sumažėjo 14,7 %. Tai patvirtina ir mažėjantis vieno įmonės darbuotojo uždirbamas pelnas. Šie rodikliai rodo įmonės veiklos efektyvumo mažėjimą. Nors tiriamuoju laikotarpiu pajamos viršijo turimą pagrindinį kapitalą, pagrindinio kapitalo imlumas didėjo, o finansiniais, 2018, metais vėl sumažėjo. Tai rodo veiklos efektyvumo padidėjimą, nes vienas pagrindinio kapitalo vienetas uždirbo daugiau pardavimo pajamų. Apyvartinio kapitalo imlumo rodiklis įmonėje kito nevienodai. 2015-2017 metais jis didėjo, o 2018 m. sumažėjo 13 %. Tai rodo, kad įmonės veiklos rezultatui pasiekti reikia mažesnio apyvartinio kapitalo kiekio. Todėl tai įmonės veiklai teikia daugiau efektyvumo. Tačiau lyginant su 2015 m. apyvartinio kapitalo imlumas padidėjo 7 %.

Gauti ekonominiai – statistiniai rodikliai byloja apie nepalankią investicinės plėtros situaciją. Kita vertus, yra žinoma, kad blogėjant ekonominiams įmonės veiklos efektyvumo rodikliams būtina imtis intensyvių ar ekstensyvių gamybos veiksnių pokyčių (Girdzijauskas ir Jefimovas, 2006; Ginevičius et al., 2009; Klimašauskienė, 2012; Clausen et al., 2013;n Padgureckienė, 2015)

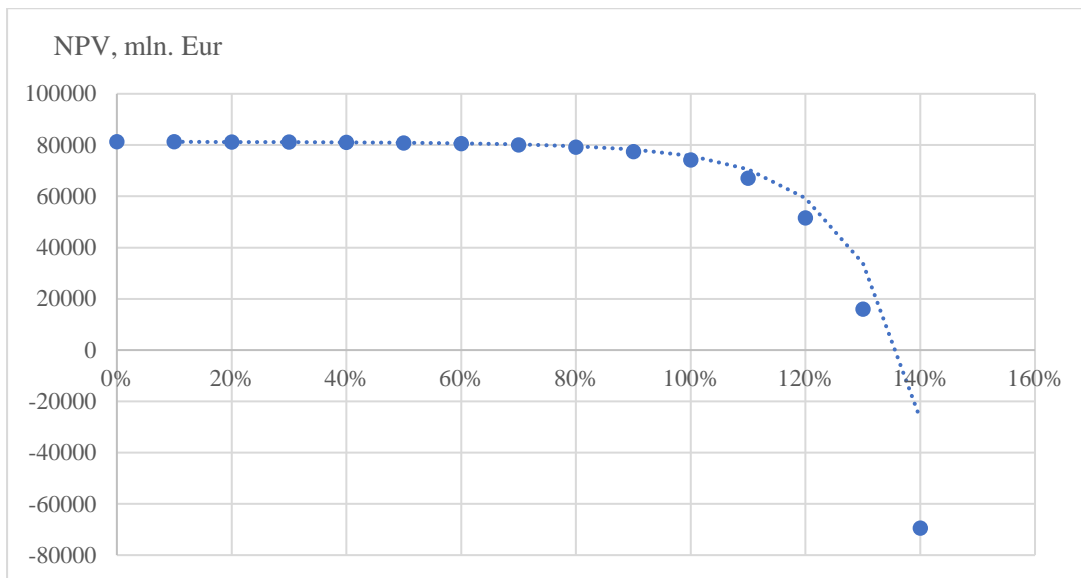
4.4. Prognozavimas ir rizikos vertinimas

Jautrumo analizė

Prognozuojant projekto ekonominį efektyvumą ir galimą riziką dažnai taikomas jautrumo analizės metodas, kuriuo siekiama nustatyti investicinio projekto kritinius kintamuosius. Tai atliekama po vieną keičiant projekto kintamuosius pagal konkretų procentinės dalies pokytį, kai kiti parametrai lieka pastovūs (const) ir toliau vertinant finansinių ir ekonominių veiklos rodiklių pokyčius.

Rekomenduojama „kritiniais“ laikyti tuos kintamuosius, dėl kurių $\pm 1\%$ pokyčio NPV pakinta 5% (Girdzijauskas & Jefimovas, 2006; Ramanauskas, 2012; Tomaševič, 2010a).

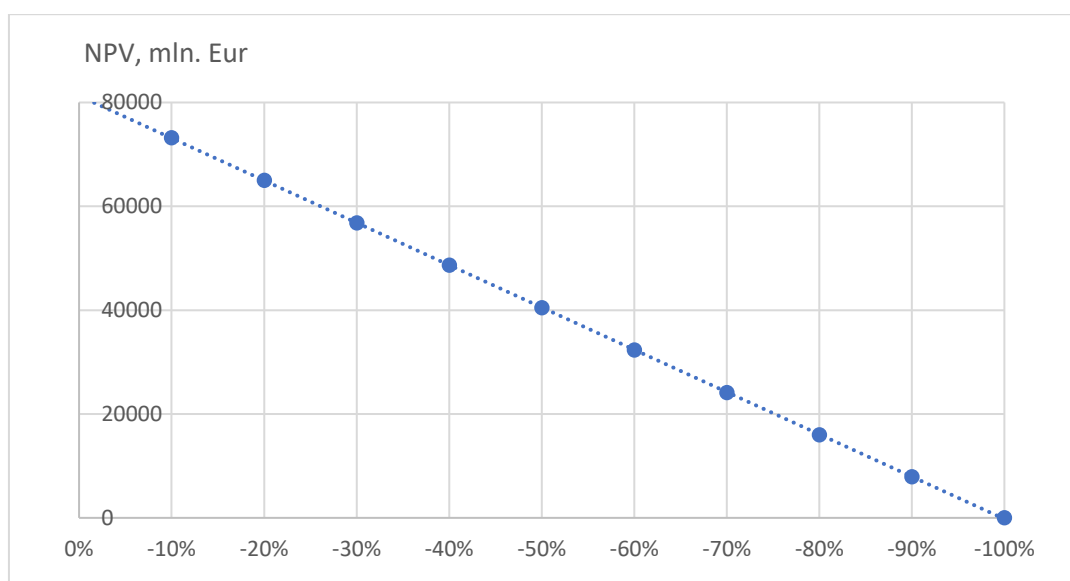
Toliau pateikiami pagrindiniai jautrumo analizės rezultatai. NPV kaita didėjant projekto sąnaudoms pavaizduota 7 pav. Sąnaudų pokyčio poveikis investicinio projekto grynajai dabartinei vertei



7 pav. Sąnaudų pokyčio poveikis investicinio projekto grynajai dabartinei vertei

Didėjant sąnaudoms iki 80% investicinės vertės, t.y. 90 mln. Eur NPV mažėja neįžymiai, o tampa neigiama viršijus 135% , t.y. $117,5$ mln Eur. Vadinasi, investicinis projektas nepasiteisintų sąnaudoms viršijus $117,5$ mln. Eur.

NPV kaita mažėjant pardavimų apimtims pavaizduota 7 pav. Sąnaudų pokyčio poveikis investicinio projekto grynajai dabartinei vertei



8 pav. Pardavimų apimčių mažėjimo poveikis investicinio projekto grynajai dabartinei vertei

Sumažėjus pardavimų apimtims 50 %, NPV sumažėtų per pusę, o projektas taptų neefektyvus tik visai nutraukus pardavimus.

Projekto efektyvumo ekonominių rodiklių priklausomybės nuo infliacijos skaičiavimų rezultatai pateikti 20 lentelėje.

20 lentelė. Infliacijos poveikis projekto ekonominiam efektyvumui

	<i>Bazinis variantas</i>	<i>5 % lygis</i>	<i>8 % lygis</i>
<i>ENPV, mln. Eur</i>	81311	77245	73806
<i>EMIRR</i>	58 %	60 %	61 %
<i>EPI</i>	3,7	3,66	3,63

Atlikus investicinio projekto jautrumo analizę galima teigti, kad projekto grynoji dabartinė vertė yra pakankamai nejautri sąlygų kitimui.

Scenarijų vertinimas

Projekto prognozėms numatyti dažniausiai modeliuojami keli scenarijai: bazinis arba labiausiai tikėtinas, pesimistinis ir optimistinis. Parinkus atitinkamas sąlygas įvertinami pagrindiniai ekonominiai projekto rodikliai (**21 lentelė**).

21 lentelė. Investicinio projektų pinigų srautų scenarijai ir pagrindiniai rodikliai

<i>Variantai</i>	<i>Sąlygos, pinigų srautų pokytis, %</i>	<i>Atsipirkimo laikas</i>	<i>NPV, tūkst. Eur</i>	<i>IRR, %</i>
<i>Bazinis</i>	<i>Numatytosios, 0</i>	<i>9 mėn.</i>	<i>81311</i>	<i>53</i>
<i>Optimistinis</i>	<i>Didėja pajamos, mažėja sąnaudos, +10 %</i>	<i>7 mėn.</i>	<i>89 442</i>	<i>55</i>
<i>Pesimistinis</i>	<i>Mažėja pajamos, didėja sąnaudos, - 10 %</i>	<i>15 mėn.</i>	<i>75 388</i>	<i>51</i>

Optimistinio scenarijaus atveju didėja pajamos, mažėja sąnaudos ir todėl pinigų srautas padidėja 10 %. Tai lemia sutrumpėjusį atsipirkimo laiką, didėjančią NPV sumažėjusį IRR. Pesimistinio scenarijaus atveju pinigų srautui sumažėjus projekto efektyvumas tik dalinai sumažės, bet nepriimti jo pagrindo nėra. Gilesnei analizei atliksime rizikos vertinimą.

Rizikos analizė

Vertinant konkrečių kintamojo procentinių pokyčių poveikį projekto veiklos rodikliams scenarijų metodu negaunama informacijos apie tokio pokyčio tikimybę. Ją galima įvertinti projekto rizikos analizės metodais – statistiniais, slenkančio vidurkio, lūžio taško ir pan. (Norvaišienė ir Bagdzevičienė, 2000; Staliūnienė, 2009; Ramanauskas, 2012).

Akumuliuotų pajamų ir sąnaudų pinigų srautų priklausomybė nuo prognozuojamų pardavimų apimčių parodė, kad sandėlio automatizavimas leidžia taip padidinti pajamas, kad jos bus daug didesnės už investicines sąnaudas.

Kad investicinis projektas nepasiteisintų, įmonė turėtų nevykdyti pardavimų.

Rizikos analizė leidžia gauti įdomių statistinių duomenų apie numatomas projekto veiklos vertes, standartinį nuokrypį, kitimo koeficientą ir pan. ir jų pagrindu atlikti gilesnę analizuojamo ekonominio reiškinio analizę.

Tačiau rizikos analizę riboja nepakankamas ankstesnių duomenų apie prognozuojamą projektą ar reiškinį kiekis. Tokiais atvejais atliekamas kokybinis rizikos vertinimas.

4.5. Ekspertų interviu rezultatai

Siekiant iširti projekto vadovų nuomonę apie įdiegtos sistemos privalumus ir trūkumus ir papildyti kiekybinius ekonominio vertinimo duomenis kokybiniais ekspertų nuomonės rodikliais buvo atlikta jų apklausa interviu būdu, t.y. pokalbio metu buvo užduodami klausimai ir registruojami pašnekovo atsakymai. Toliau pateikiami ekspertų atsakymai ir jų analizė klausimų išdėstymo tvarka.

Kokių pokyčių tikėjotės diegdami šią sistemą? Pakomentuokite

1 ekspertas. Sistemos įdiegimo tikslas buvo sandėliavimo vietos ekonomija sutaupant plotą m^2 išnaudojus tūrį m^3 . Taip pat sukurti rezerva, kad dėl vietos stokos nereikėtų stabdyti pakavimo.

1 ekspertas. Didžiausia įtaka, kurios tikėjomės, buvo sutaupyti darbo užmokesčio kaštų ir sumažinti produkcijos pažeidimų kiekį, atsirandantį dėl transportavimo rankiniu būdu.

2 ekspertas. Siekėme padidinti gamybos efektyvumą patobulinę sandėliavimo procesą. Lyginant su standartizuotomis sandėliavimo sistemomis ši sistema turi eilę privalumų:

- organizuotas sandėliavimas;
- vietos taupymas;
- greitesnis didelių talpų pasiekimas;
- didesnis sandėliavimo tankis;
- saugesnės procedūros;
- nereikalauja priežiūros;
- sistema nereikalauja personalo;
- didelė buferinė apyvarta (angl. *buffer turnover*);
- nereikia naudoti jokių barkodų ar krovinio aprašymo.

4 ekspertas. Be pagrindinių automatizuotos sandėliavimo sistemos privalumų, tokių kaip geresnis patalpų tūrio išnaudojimas ir sandėliavimo rezervo sudarymas nepertraukiamai gamybai užtikrinti, mes tikėjomės padidinti gamybos automatizavimo lygį gaudami faktinius realaus laiko duomenis, reikalingus planavimui ir analizei, mažindami rankinių operacijų ir dėl to kylančių klaidų skaičių.

Ar jie pasiteisino? Pakomentuokite

1 ekspertas. Talpos optimizavimas pavyko. Rezervo nepertraukiamai gamybai efektyvumas priklauso nuo naujos planavimo metodologijos... Todėl mes turime palaukti, t.y. pasekti procesą ir patvirtinti rezultatus.

2 ekspertas. Pirmieji rezultatai akivaizdūs. Šiandien mes jau atsisakėme 8 autokrauto vairuotojų ir produkcijos stumdytojų.

3 ekspertas. Taip, pasiteisino.

4 ekspertas. Taip, koncepcija buvo įgyvendinta sėkmingai:

- Mes galėjome efektyviau išnaudoti plotą ir sukurti pakankamą rezervą pakavimui, kuri leidžia turėti pakankamai žaliavų 11-14 dienų.
- Mes pasiekėm tokią sandėlio talpą, kokia buvo sutarta su tiekėju. Mes matome, kad planas, techniniai ir automatikos sprendimai, priimti projekto metu, buvo teisingi.
- Integracijos procesas.
- Tačiau, tam, kad pasiekti geriausių naujos sistemos rezultatų, reikia šiek tiek laiko, kol gamybos darbuotojai ir techninis personalas pilnai prisitaikys prie naujų darbo būdų.

Ar pasirinkta sistema tenkina Jūsų poreikius? Palyginkite su alternatyviomis sistemomis

1 ekspertas. Taip, ji tenkina mūsų poreikius, tačiau kaip minėjau anksčiau, reikia palaukti kad patvirtinti rezultatus.

Daugelis kitų alternatyvių sistemų rezervinį plotą formuoja ant grindų. Tai lemia sunkesnę valdymą, daugiau skaičiavimų. Be to dažniausiai sistemos neturi automatinio valdymo, kuris leidžia išvengti klaidų.

Sistemos trūkumas yra tai, kad nėra lengvo būdo atlikti fizinę inventurizaciją.

2 ekspertas. Taip. Alternatyvios tokio tipo sistemos iš kitų gamintojų kainavo brangiau, arba turėjo blogesnę tūrio išnaudojimą. Kitokio tipo priemonės turėti tokį funkcionalumą kainuotų dar brangiau.

3 ekspertas. Taip. Būtų dar geriau, jei sistema leistų nesivadovauti jokiais duomenų buferio organizavimo ir manipuliavimo metodais, bet leistų prieigą prie krovinio atsitiktine tvarka.

Sandėliavimo sistemas sudaro lygių ir praėjimų derinys. Praėjimai pasiekiami atsitiktine tvarka, o krovinyms praėjime pasiekiamas FILO būdu. Sistemos su atsitiktiniu pasiekiamumu yra mažiau kompaktiškos nei mūsų Cloud sistema.

4 ekspertas. Taip, sistema tenkina mūsų poreikius. Mums ypač svarbūs yra tikslumas ir talpa, kurią sistema gali perkelti per valandą. Palyginus su alternatyviomis sistemomis mūsų sistema turi mažiau kritinių elementų (detalių) dėka optimalaus dizaino, taip pat didesnę talpą, nes kiekviename lygyje yra sistema dirba nepriklausomai (autonomiškai).

Kokie šios sistemos privalumai ir trūkumai?

1 ekspertas. Jau minėjau anksčiau...

Privalumai: vietos optimizavimas, automatizuotas valdymas sumažina tvarkymo nuostolius ir darbuotojų skaičių. Lengva sandėliuojamų skirtingų produktų atsargų kiekių apskaita, kao visi duomenys į sistemą suvesti teisingai.

Trūkumai: visos paletės turi būti tiesios ir tinkamai įvyniotos į foliją, todėl reikalingi pataisymai rankiniu būdu. Sunku atlikti fizinę inventurizaciją.

2 ekspertas. Geriausia, kad galime sutaupyti plotą, reikia ženkliai mažesnio pastatų ploto, bei sutaupyti žmonių. Blogybė, kad yra sudėtinga patikrinti, jeigu atsiranda klaidų, nes atlikti inventurizaciją galima tik visiškai nenaudojant sistemos kitoms reikmėms.

3 ekspertas. Privalumai:

- + didelis sandėliavimo tūris užimtoje patalpoje;
- + santykinai didelė apyvarta.

Trūkumai:

- nėra tiesioginio priėjimo prie bet kurio atsitiktinio paketo;

- santykinai lėtas, t.y. ilgas laikas nuo užsakymo iki užsakyto paketo pristatymo;
- reikalingas tikslumas paketų formatui ir duomenų įvedimui;
- reikalinga atsitiktinė inventorizacija – reguliarią inventorizaciją atlikti labai sunku, nes sunku prieiti ir reikia daug laiko.

3 ekspertas. Privalumai – geriausias erdvės panaudojimas, turint rezervo sandėliavimui sumažėja prastovos pakavimui, padidėjęs automatizacijos lygis leidžia pagerinti gamybos planavimą ir sumažinti rankų darbo užduočių.

Trūkumai susiję su operatorių kvalifikaciniais reikalavimais. Naujiems darbuotojams reikalingi apmokymai. Dirbant netinkamai apmokytam asmeniui kyla sistemos sugadinimo rizika.

Kokias pamokas išmokote eksploatuodami šią sistemą. Pakomentuokite.

1 ekspertas. Operatoriams, dirbantiems su sistema reikalingi įgūdžiai. Gerai sutvarkytos paletės į sistemą reiškia geros paletės iš sistemos. Negerai sutvarkytos paletės reiškia sistemos gedimų viduje potencialią riziką. Turėjome geriau išanalizuoti saugumo reikalavimus įsigiję sistemą. Tai pamokos ateičiai.

2 ekspertas. Automatinėms sistemoms labai svarbu turėti teisingą informaciją. Sudėtinga patikrinti ar viskas kas yra užregistruota sistemoje iš tikrųjų yra sandėliuojama (žmogiškos klaidos suvedant informaciją).

3 ekspertas.

- Sistemoje yra masės apkrovos vietos apribojimai ! Kartasis reikia perkrauti krovinį, kad paskirstyti krovinius. Sistemoje svoris turi būti išbalansuotas. Todėl tenka dėti papildomus krovinius, kas sumažina sistemos talpą.

- Taip pat yra galimybė rūšiuoti krovinius pagal pakrovimo laiką. Tai reiškia, yra galimybė stovėjimo metu parengti krovimui senesnes prekes prieš naujausias.

4 ekspertas. Yra tam tikri reikalavimai palečių kokybei. Gedimų skaičių galima būtų sumažinti pritaikius papildomus techninius sprendimus krovinių kokybei patikrinti prieš pakrovimą.

Atitinkami mokymai reikalingi norint turėti kvalifikuotus sistemos operatorius. Įmonėje turėtų būti specialistas, galintis apmokyti naujus darbuotojus įmonėje.

Kokią įtaką sistema turi įmonės veiklai? Pakomentuokite.

1 ekspertas. Pasiektas pagrindinis tikslas – išvengti pakavimo prastovų dėl prekių vienetų trūkumo. Skaičiavimai rodo, kad sumažėjo pagamintos produkcijos kiekis sandėlyje. Kadangi visada turime krovinių pakavimui, CLOUD sistema leidžia mums sutrumpinti pristatymo laiką. Gamybos linija gali didinti gamybos partijas.

2 ekspertas. Geresnis vietos išnaudojimas ir lengvesnė produkcijos paieška kai sistemoje yra tvarkinga informacija.

3 ekspertas. Pagerina saugomų krovinių kokybę. Leidžia greičiau paruošti reikiamus prekių kiekius pakavimo linijai.

4 ekspertas. Mes sandėlyje turime pakankamas medžiagų atsargas. Įmonės gaminių asortimentas įvairus. Sistema suteikia pakavimo skyriui lankstumo skirtingų produkcijos asortimento vienetų

užsakymo atvejais. Turint atsargų visada turime reikalingų medžiagų ir pakavimo skyrius yra nebe taip veikiamas ir nebe taip labai priklauso nuo ankstesnių gamybos etapų.

Kokią įtaka sistema turi įmonės ekonominiams rodikliams?

1 ekspertas. Ji turėtų garantuoti, kad mes nemažinsime pakavimo linijų našumo. Turėtų padėti įmonei būti lankstesnei klientų užsakymams.

2 ekspertas. Taupomas darbo užmokestis, kuris vis brangsta.

3 ekspertas.

- Taupo laiką. Laikas lygu pinigai.
 - Padidina sandėliuojamų prekių talpą, tenkančią 1 m² grindų ploto lyginant su standartine palečių krovimo sistema.
 - Palyginti mažos priežiūros išlaidos.
 - Didelės investicinės išlaidos.

4 ekspertas. Įmonė daro mažiau klaidų pristatydamą savo prekes klientams. Atsirado galimybė sumažinti darbuotojų, dalyvaujančių sandėliavimo procese, skaičių, išvengti nuostolių, susijusių su prastovomis pakavimo linijose.

Apibendrinimas. Automatinės sandėliavimo sistemos įdiegimas įmonei turėjo dideles investicines išlaidas, tačiau padidino sandėliuojamų prekių talpą. Atsirado galimybė sumažinti darbuotojų skaičių ir išvengti prastovų. Taip taupomas darbo užmokestis, kuris vis brangsta, laikas ir pinigai. Šios sistemos priežiūros išlaidos palyginti mažos. Įmonė daro mažiau klaidų pristatydamą prekes klientams. Ateityje investicija turėtų garantuoti, kad įmonė nemažins pakavimo linijų našumo, bus lankstesnė klientų užsakymams.

Ekspertų interviu analizės rezultatai parodė, kad įmonė įvertino teigiamus ir neigiamus investicinio projekto aspektus, investicijos kaštus ir naudą. Kokybinis vertinimas patvirtino įmonės sandėlio automatizavimo ekonominę naudą.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Sandėlių automatizavimas Pramonės 4.0 kontekste neabejotinai yra labai svarbus technologinės pažangos veiksnys, leidžiantis padidinti gamybos apimtį ir įmonės ekonominės veiklos efektyvumą.
2. Vystantis informacinėms technologijoms, vis daugiau logistikos procesų keliai į elektroninę erdvę. Naudojant naujas technologijas yra daug lengviau ir paprasčiau modernias sandėliavimo technologijas, kurios tampa vis reikalingesnės.
3. Sandėlio automatizavimo ekonominiam vertinimui ir prognozavimui buvo sudaryta ekonomikos ir vadybos moksluose taikomų kokybinių ir kiekybinių metodų sistema. Gautus rezultatus susisteminius buvo atliktas ekonominis projekto prognozavimas, jautrumo analizė, scenarijų vertinimas ir rizikos analizė. Kokybinis metodas apėmė ekspertų interviu analizę, kurios metu buvo nustatytas poreikis ekspertų išvadoms pagrįsti kiekybiniais metodais įvertinant prieinamus gamybinius, finansinius ir ekonominius rodiklius.
4. Projekto ekonominio vertinimo ir prognozavimo metodais buvo įrodytas 50 mln. vertės sandėlio automatizavimo investicinio projekto didelėje įmonėje, kurios apyvarta viršija 50 mln. Eur, finansinis - ekonominis efektyvumas. Visų gamybinių, finansinių, ekonominių ir rizikos rodiklių analizės ir prognozavimo rezultatai parodė, kad projektas priimtinas.
Projektas gerina gamybinių procesų našumą;
Taupomas darbo užmokestis;
Padedą optimizuoti ir taupyti vietą
5. Kokybinio ekspertų interviu vertinimo rezultatai patvirtino teorinius duomenis apie sandėlių automatizavimo naudą. Buvo pažymėta, kad automatinės sandėliavimo sistemos įdiegimas leido padidinti sandėliavimo patalpų tūrį, sandėliavimo tankį ir vietos ekonomiją, sandėlio pajėgumus, sumažinti produkcijos pažeidimų skaičių, sumažinti pagalbinių žemos kvalifikacijos darbuotojų skaičių, sumažinti darbuotojų poreikį, sumažinti darbo kaštus, pagerinti sandėliavimo organizavimą, padidinti medžiagų atsargų kiekį ir kokybę bei įmonės gaminių asortimentą sandėlyje, padidinti prekių paruošimo pakavimui ir pristatymo greitį, išvengti prastovų, sudaryti sandėliavimo rezervą nepertraukiamai gamybai užtikrinti, padidinti darbo saugumą, padidinti sandėlio padalinio lankstumą, palengvinti apskaitą, padidinti buferinę apyvartą ir gamybos automatizavimo lygį ir, galiausiai, padidinti įmonės apyvartą. Tačiau didžiausiam naujos sistemos efektyvumui pasiekti reikia laiko, investicijų į personalo kvalifikacijos kėlimą ir tinkamos planavimo metodologijos.
6. Visoms įmonėms rekomenduojama diegti sandėliavimo automatizavimo sistemas pagal galimybes, įvertinus investicijos atsiperkamumą ir ekonominį efektyvumą, nes rinkoje galima pasirinkti įvairių kainų ir galimybių sistemas. Šiame darbe pateikta teorinė medžiaga ir metodika gali būti pavyzdžiu atliekant planuojamo sandėliavimo automatizavimo sistemos investicinio projekto vertinimui.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Ramaa, A., Subramanya, N. K., Rangaswamy, T. M. (2012). Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain. *International Journal of Computer Applications*, 54(1), 14–20. <https://doi.org/10.5120/8530-2062>
- Keršytė, A. (2010). Strateginių investicinių projektų vertinimas: daugiakriterijinis požiūris. *Economics & Management*, 947–953.
- AIVA SISTEMA. (2019). AIVA 9001 programa. Retrieved October 20, 2019, from <https://aiva.lt/AIVA-9001-CRM-ERP-programa/lt>
- Autry, C. W., Griffis, S. E., Goldsby, T. J., & Bobbitt, L. M. (2005). Warehouse management systems: resource commitment, capabilities, and organizational performance. *Journal of Business Logistics*, 26(2), 165–183. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2005.tb00210.x>
- Avakompas. (2019). Sandėlio valdymo sistema (SVS, ang. WMS) | Avakompas. Retrieved October 25, 2019, from <http://www.avakompas.lt/lt/programa/sandelio-valdymo-sistema/>
- Bastian Solutions, I. (2019). Supply Chain Software | WES, WMS, WCS. Retrieved October 19, 2019, from 2019 website: <https://www.bastiansolutions.com/solutions/service/supply-chain-software/>
- Be Solutions. (2019). Ekonominis Vertinimas. Retrieved November 29, 2019, from <http://www.besolutions.lt/ekonominis-vertinimas.html>
- Binu, S. K. (n.d.). *Warehousing and inventory management*. Retrieved from https://www.academia.edu/27022744/WAREHOUSING_and_INVENTORY_MANAGEMENT_WAREHOUSING_and_INVENTORY_MANAGEMENT_Course_Material?auto=download
- Bubelė, M. (2004). *Automatizuota sandėlio valdymo sistema*. KTU.
- Carla, A. S. Gerald, M., Sameiro, F. B. S., Carvalho, G. A. B. P. (2008). A warehouse design decision model — Case study | Ellis Melissant - Academia.edu. *IEEE Xplore*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/IEMCE.2008.4618004>
- Clausen, U., Ten Hompel, M., Klumpp, M. (2013). *Efficiency and logistics*.
- Tamulevičienė, D., Subačienė, R. (2013). *Valdymo apskaita*.
- Cibulskienė, D., Butkus, M. (2007). *Investicijų ekonomika: realiosios investicijos*.
- EC. (2008). *Guide to cost benefit analysis of investment projects*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gimžauskienė, E. (2019). Pramonė 4.0 – nebe mokslinė fantastika, kuriai pasiruošti turi ne tik verslas | 15min.lt. Retrieved November 28, 2019, from 15 min website: <https://www.15min.lt/naujiena/aktualu/komentarai/edita-gimzauskiene-pramone-4-0-nebe-moksline-fantastika-kuriai-pasiruosti-turi-ne-tik-verslas-500-1155438>
- EEC Engineering. (2019). Sandėlių sistemos. Retrieved October 25, 2019, from 2019 website: <https://euroec.lt/service/wms>
- Equinox Europe. (2019). Sandėlio valdymo sistema. Retrieved October 19, 2019, from <http://www.equinox.lt/sandelio-valdymas/sandelio-valdymo-sistema-vision/>
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., & Sihn, W. (2016). Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. *Procedia CIRP*, 54, 13–18.

<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>

- ERS. (2019). *Lietuvos ekonominės raidos scenarijus*. Vilnius.
- FinancesOnline. (2019). 20 Best Warehouse Management Software - Financesonline.com. Retrieved October 27, 2019, from <https://financesonline.com/warehouse-management/>
- Ginevičius, R., Zubrecovas, V., Ginevičius, T. (2009). Nekilnojamojo turto investicinių projektų efektyvumo vertinimo metodikos *Verslas: Teorija Ir Praktika*, 10(3), 181–190. <https://doi.org/10.3846/1648-0627.2009.10.181-190>
- Girdzijauskas, S., Jefimovas, B. (2006). *Įmonės veiklos Ekonominė analizė*. Vilnius, : VU.
- Grišius, A. (2018). *Projektų darnumo įvertinimas*. Kauno technologijos universitetas.
- Kapsevičius, G. (2018). Pramonės revoliucija: ko nežino bosas? Retrieved November 28, 2019, from Alfa.lt, 2018-06-22 website: <https://www.alfa.lt/straipsnis/50297524/pramonės-revoliucija-ko-nežino-bosas>
- HighJump Software, I. (2016). *Warehouse Management System Business Case Development*. 1–12. Retrieved from <https://www.highjump.com/assets/pdfs/white-papers/WP-Business-Case-Development-A1WMS.pdf>
- iCepts Technology Group, I. (2019). Warehouse Management Automation Benefits |. Retrieved October 19, 2019, from <http://www.warehouse-management-systems-us.com/warehouse-management-automation-benefits/>
- Kamali, A. M. A. (2019). Smart Warehouse vs Traditional Warehouse - Review. *CiiT International Journal of Automation and Autonomous System*, 11(1), 9–16.
- Ališauskas, K., Kazlauskienė, Ž. (2005). *Investicinių projektų rengimas, valdymas ir vertinimas*. |
- Klimašauskienė, D. (2012). *Ekonomika ir ekonomikos teorija*.
- Krušinskas, R., Čiutienė, R., Meilienė, E., & Stankevičius, V. (2012). *Projektų valdymas: pagrindiniai žingsniai nuo inicijavimo iki įgyvendinimo*. <https://doi.org/10.5755/e01.9786090204160>
- Kungys, A. (2013). *Finansinio Investicinio Projekto Ekonominis – Socialinis Vertinimas*. Mykolo Romerio universitetas.
- Mackevičius, J., Valkauskas, R. (2012). Atsargų kompleksinės analizės metodika. *Apskaitos Ir Finansų Mokslas Ir Studijos : Problemos Ir Perspektyvos. Mokslo Žurnalas*, 1(8).
- Mackevičius, J., & Valkauskas, R. (2017). Finansinės analizės informacijos patikimumo nustatymo metodika. *Informacijos Mokslai*, 76(76), 82. <https://doi.org/10.15388/im.2016.76.10383>
- Manzini, R., Accorsi, R., Pattitoni, L., Regattieri, A. (2011). A Supporting Decisions Platform for the Design and Optimization of a Storage Industrial System. In *Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges in Multidisciplinary Domains* (pp. 437–458). Retrieved from https://www.academia.edu/13658821/A_Supporting_Decisions_Platform_for_the_Design_and_Optimization_of_a_Storage_Industrial_System
- Microsoft. (2019). Microsoft Dynamics 365 Business Central. Retrieved October 20, 2019, from <https://dynamics.microsoft.com/en-us/business-central/overview/>
- Nee, A. Y. H. (2009). Warehouse Management System and Business Performance : Case Study of a Regional Distribution Centre. *International Conference on Computing and Informatics 2009 (ICOCI09)*, PID31. Retrieved from <http://www.icoci.cms.net.my/proceedings/2009/index.html>

- Norvaišienė, R., Bagdzevičienė, R. (2004). Investicinių projektų rizikos įvertinimo metodai. *Organizacijų Vadyba: Sisteminiai Tyrimai*, 13, 127–137.
- Padgureckienė, A. (2015). Inovacijų, mokslinių tyrimų, eksperimentinės plėtros reikšmė šalies konkurencingumui. *Science and Processes of Education*, 2(21), 45–52.
- Rakickas, A. (2010). *Tiekimo grandinės procesų valdymo vertinimo modelis*. Kaunas: VDU.
- Ramanauskas, J. (2012). *Projektų vertinimas*. Klaipėda: Socialinių mokslų kolegija.
- SEB bankas. (2018). Lietuvos makroekonomikos apžvalga. Retrieved December 15, 2019, from <https://www.seb.lt/documents/660/662>
- Šimkūnaitė, G. (2016). Gamybos įmonės atsargų analizė. *Mokslas Ir Studijos 2016: Teorija Ir Praktika*, 78–83. Šiauliai: Šiaurės Lietuvos kolegija.
- Softera. (2019a). Microsoft Dynamics NAV (Navision) programa Softera. Retrieved October 20, 2019, from <https://www.softera.lt/navision-programa/>
- Softera. (2019b). Sandėlio valdymo sistema. Retrieved October 16, 2019, from <https://www.softera.lt/sandelio-valdymo-sistema/>
- Staliūnienė, J. D. (2009). Rizikos įžvalgos teorinis tyrimas vidaus technologijoje. *Ekonomika Ir Vadyba*, (14), 100–107.
- Staudt, F. H., ; Di Mascolo, M.; Alpan, G., Rodriguez, C. M. T. (2014). Warehouse performance measurement: classification and mathematical expressions of indicators. *ILS2014. Information Systems, Logistics and Supply Chain*. Retrieved from https://www.academia.edu/19101914/Warehouse_performance_measurement_classification_and_mathematical_expressions_of_indicators
- Swab K. (2017). *Ketvirtoji pramonės revoliucija*. Retrieved from <https://linpra.lt/k-swabo-knyga-revoliucijos-pramone-4-0-kompasas/>
- Tomaševič, V. (2010a). Investicinių projektų efektyvumo vertinimas grynosios dabartinės vertės metodu. *Verslas: Teorija Ir Praktika*, 11(4), 362–369. <https://doi.org/10.3846/btp.2010.39>
- Tomaševič, V. (2010b). *Investicinių projektų ekonominio efektyvumo analizė ir vertinimas (taikant diskontuotų pinigų srautų metodus)*. Vilnius: Vilniaus universitetas.
- trans.info. (2019). Logistika 4.0 praktikoje. „Miniload“ technologija leidžia maksimaliai išnaudoti sandėlio erdvę - Trans.INFO. Retrieved October 25, 2019, from <https://trans.info/pl/logistika-4-0-praktikoje-miniload-technologija-leidzia-maksimaliai-isnaudoti-sandelio-erdve-130123#>
- Valkauskas, R. (2012). Indeksų metodo taikymas atliekant žaliavų ir medžiagų sunaudojimo analizę. *Apskaitos Ir Finansų Mokslas Ir Studijos: Problemos Ir Perspektyvos. Mokslo Žurnalas*, 1(8).
- VertMarkets, I. (2006). Radio Beacon Inc. Continues To Expand Reseller Channel. Retrieved October 27, 2019, from <https://www.supplychainmarket.com/doc/radio-beacon-inc-continues-to-expand-reseller-0001>
- Aleknevičienė, V. (2011). *Įmonės finansų valdymas*.
- VŽ. (2019). Pramonė 4.0 – sudėtingesnė nei tik kelių robotų sistema - Verslo žinios. Retrieved November 28, 2019, from Verslo žinios, 2019-06-18 website: <https://www.vz.lt/pramone/2019/06/18/pramone-40--sudetingesne-nei-tik-keliu-robotu-sistema>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of

Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

Žilinskas, V. J. (2009). Investicinių projektų optimalios atrankos metodas. *Verslas, Vadyba Ir Studijos*, 21–37.

Zinkevičiūtė, V., Vasiliauskas, V. (2013). Gamybos logistika. Gamybos Vadyba. In *UdK*. Retrieved from http://www.marko.lt/wp-content/uploads/2016/09/2013_Gamybos_logistika_Gamybos_vadyba.pdf

Žilinskas, V. J. (2009). Investicinių projektų optimalios atrankos metodas. *Verslas, Vadyba Ir Studijos*, 21–37.