

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Индустијски инжењеринг - ПИС
Ниво студија: Мастер академске студије
Предмет: Менаџмент мрежама снабдевања
Број индекса: 440/2018

Јелена З. Николић
Управљање логистиком у процесу производње у
аутомобилској индустрији
Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Данијела Тадић - ментор
- 2.
- 3.

Датум одбране:
Оцена:

Крагујевац, 2019.

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

Опише структуру производног ланца снабдевања са посебним освртом на процес производње. Потребно је да опише релације које постоје између процеса производње и осталих пословних процеса ланца снабдевања. Од студента се захтева да разуме термин менаџмент мрежама снабдевања и да уме да класификује разматрани проблем управљања. Потребно је да детаљно опише методе чијом применом се може унапредити процес производње. Примена изабраних метода треба да буде илустрована на подацима који потичу из реалних услова.

Препоручена литература:

- [1] Матељак, Ж., Михановић, Д., Вежа, И (2017), *Управљање производњом*, Економски факултет, Сплит
- [2] Јеремић, Б., Тодоровић, П., Мачужић, И., Ђапан, М., Милошевић, М., Раденковић, М., Вучковић, Ђ. (2013), *Основи Lean производње*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац.
- [3] Регодић, Д. (2010). *Логистика*. Факултет за информатику и менаџмент, Универзитет Сингидунум, Београд.

Крагујевац, 2019

Ментор:

Проф. др Данијела Тадић

Садржај

1. Увод.....	1
2. Управљање ланцима снабдевања.....	3
2.1 Дефинисање могућности ланца снабдевања.....	7
2.2 Учесници у ланцу снабдевања.....	11
2.3 Логистика.....	13
3. Алати, методе и технике управљања логистиком.....	19
3.1 <i>Pull system</i>	19
3.2 Време такта	20
3.3 <i>FIFO</i>	22
3.4 <i>Kanban</i>	23
3.5 <i>Just in time</i>	25
3.6 <i>Yamazumi</i>	27
4. Студија случаја управљања логистиком у аутомобилској индустрији	30
5. Балансирање линије (<i>Yamazumi</i>) шивења за пројекат 4026: Тафнел – Студија случаја	37
5.1 Прорачун капацитета и такт времена.....	38
5.2 Операције потребне да би се израдио производ – Тафнел 4026.....	40
5.3 Балансирање линије (<i>Yamazumi</i>) за производ – Тафнел 4026.....	45
6. Закључак	48
7. Литература	50

Резиме: *Управљање ланцима снабдевања има за циљ да унапреди проток материјала и информација између добављача и предузећа. Што је већи степен интеграције између карика у ланцу снабдевања, већа је и профитабилност сваког учесника у том пословном систему али је ипак најбитнија карика крајњи корисник јер он на крају одређује квалитет целокупног ланца снабдевања. У индустрији се под термином логистика подразумева онај сегмент ланца снабдевања који се односи на интерну оптимизацију токова добара и информација унутар једне фирме, иако многи аутори поистовећују логистику и управљање ланцима снабдевања. Данас постоји велики број алата, метода и техника за управљање логистиком, а неке од кључних које се широко користе у већини компанија у развијеним земљама и чијом применом се постижу постављени циљеви пословања, су приказане у овом раду.*

Кључне речи: логистика, ланац снабдевања, kanban, just in time

Abstract: *Aim of the supply chain management is to improve the flow of materials and information between suppliers and companies. The higher is the degree of integration between supply chain links, the higher is the profitability of each participant in that business system, but the most important link is the final customer, because he ultimately determines the quality of the entire supply chain. Today, in the industry, the term logistics refers to that segment of the supply chain, which refers to the internal optimization of the flow of goods and information within a company, although many authors identify logistics and supply chain management. Today, there are many tools, methods and techniques for managing logistics, and some of the key ones, that are widely used in most companies in developed countries and implementing the set business goals are presented in this paper.*

Key words: logistics, supply chain, kanban, just in time

1. Увод

Управљање ланцима снабдевања асоцира на индустрију, али ланци снабдевања су дефинисани у домену војске у периодима далеке прошлости. Ланци снабдевања су били кључни елемент у ратовима али под називом – логистика, који је војска и дан данас задржала. Александар Велики је користио управљање ланцима снабдевања током својих ратовања. Велики освајачи Александар Велики, Колумбо и Магелан примењивали су логистику како би ширили територије. Картагински генерал омогућио је својој војсци да пређе Алпе из Француске у Италију захваљујући доброј логистичкој организацији која је омогућила транспорт 30.000 људи, коња, слонова и победу над Римљанима [2].

Током Другог светског рата логистика је била коришћена у планирању и управљању процесима попуњавања и снабдевања савезничких трупа, а после Другог светског рата проблеми логистике се све детаљније проучавају. За разлику од војне области где се појам логистика односио на људе и добра, појам логистика у привредној области се пре свега односио на материјална добра [2]. Данас се у индустрији под термином управљање логистиком подразумева оптимизацију токова добара и информација унутар једне фирме. Мада многи нови аутори поистовећују логистику и управљање ланцима снабдевања [1].

Развој ефикасног ланца снабдевања у производној пракси се везује за временски период када је Форд производио познати модел Т код кога је први пут примењен принцип масовне производње која је једино била могућа уз ефикасну набавку и допремање саставних делова директно на производну линију овог аутомобила [2].

Управљање ланцем снабдевања повезује све партнере у ланцу укључујући одељења унутар организације, као што су снабдевачи, превозници, даваоци услуга и компаније у области информационих система. Повезивање, синхронизовање и координисање активности свих чланова на различитим нивоима представља управљање ланцем снабдевања. Сваки члан ланца утиче на висину укупних трошкова и вредност производа која се испоручује крајњем купцу. Сврха управљања ланцем снабдевања у предузеће зависи од предузећа до предузећа, али неки од мотива увођења су: конкурентност на тржишту, смањење цене производа, бржа и ефикаснија испорука производа итд. Према томе циљ управљања ланцима снабдевања био би унапређење тока материјала и информација између добављача и предузећа. Што је већи степен интеграције између ентитета у ланцу снабдевања, већа је и профитабилност сваког учесника у том пословном систему али је ипак најбитнији ентитет крајњи корисник јер он на крају одређује квалитет целокупног ланца снабдевања [2].

Циљ управљања логистиком је да се задовоље потреба купца за испоруком траженог производа, захтеваног квалитета, на правом месту, у право време по најмањој цени.

Циљ управљања логистиком може да се искаже као квалитетна и правовремена реализација токова материјалних добара и информација [2].

У наставку овог мастер рада ћемо се осврнути на улогу и структуру ланаца снабдевања као и на управљање ланцима снабдевања и управљање логистиком. У оквиру поглавља 3 биће наведени алати, методе и технике управљања логистиком (*"Pull"* систем, Време такта, *FIFO*, *Kanban*, *Just in Time*, *Yamazumi*) коришћене на практичном примеру у оквиру поглавља 4. Применом *FIFO* система складиштења, који се сматра идеалним системом ротације залиха, се најпре користи најстарија залиха и смањују трошкови застарелог инвентара. Управљање системом повлачења не би било могуће без одржавања континуираног тока рада. С обзиром на то да је потражња у сталном току, да би се она испунила и да би покренули процес на најефикаснији начин, мора се одредити време такта. *Kanban* систем, заснован на систему вучења, одржава уредан и ефикасан ток материјала током читавог процеса производње тако што тачно на време сигнализира шта је потребно, када је потребно, где је потребно и у правој количини. Принцип производње *"Just in time"* доводи до одличних резултата у производњи и конкурентности предузећа. Постиже се рентабилност односно нижи ниво ангажованог капитала, ниски трошкови и велико искоришћење капацитета. Компаније коришћењем *Yamazumi* графикана имају могућност да одмах ребалансирају пројекат како би се осигурало да се ефикасност увек одржи. Ове методе приказане су на проблему који егзистира у реалном систему.

2. Управљање ланцима снабдевања

Према традиционалном приступу, ланци снабдевања су линеарни системи у којима необрађена сировина представља улаз, а готов производ који користи купац представља излаз. Учесници ланца понашају се као затворени, независни ентитети, са врло мало или без икаквих директних информација од других учесника. У компанијама се налазе велике залихе и обезбеђују вишак капацитета ради одбране од променљивости и непостојаности тражње што представља велики ризик [3].

Фактори који имају значајни утицај на потребу за поновним тумачењем модела ланца снабдевања су [3]:

- Притисак потрошача и индустријских купаца да се производи прилагоде њиховим потребама;
- Све краћи животни циклус производа;
- Смањење времена приступа производа тржишту;
- Захтев за побољшање услуга и подршке купцима.

У данашњим конкурентским условима кључни фактор опстанка и развоја предузећа постаје оптимизација расположивих ресурса коју треба остварити одговарајућим планирањем, управљањем и доношењем ефикасних одлука. Савремено пословно окружење захтева да се производи производе у складу са жељама и захтевима купаца, што брже и по што повољнијој цени. Велике уштеде у времену и новцу могу се постићи интеграцијом, синхронизацијом и координацијом ланаца снабдевања. Циљ је смањити цену залиха бољим предвиђањем захтева и потреба од стране купаца и бољим планирањем производње према тим потребама. Пошто ток материјала прати и ток информација, управљање ланцима снабдевања има за циљ да унапреди ток информација између добављача, предузећа и дистрибутера. Један од битних циљева је да побољшају задовољство купаца нудећи већи квалитет, разноврсност производа и да омогуће брже реаговање на захтеве купаца [3].

Предности управљања ланцима снабдевања су [3].:

- Нижа цена и краће време испоруке;
- Побољшање односа са партнерима;
- Побољшање управљања складиштима уз ниже трошкове;
- Повећан приход;
- Повећана флексибилност;
- Виши ниво услуга купцима;
- Конкурентна предност и
- Виша тржишна вредност компаније.

Ланац снабдевања чине сва предузећа која баве различитим активностима неопходним за стварање готовог производа. Дакле, ланац започиње сировином и завршава готовим

производом који је испоручен крајњем потрошачу. Ако је на пример, коначни производ конзервисано поврће продато у супермаркету, тада ће ланац снабдевања укључивати: супермаркет, добављача конзервисаног поврћа, прерађивача који га је конзервисао и пољопривредника који га је узгајао [3].

Може се рећи да је управљање ланцима снабдевања способност предузећа да ради са својим добављачима на пружању купцима високо квалитетних производа по конкурентним ценама. То је интеграција свих пословних процеса од крајњих корисника преко изворних добављача који прибављају производе, услуге и информације, повећавајући тиме вредност за купце. Управљање ланцима снабдевања обухвата функционална подручја као што су набавка, инжењеринг и обликовање, управљање залихама, прерада и монтажа, складиштење и отпрема [3].

Квалитетно заснована стратегија управљања подразумева развијање дугорочних односа са кључним добављачима, побољшању квалитета производа и смањивању трошкова јер сировине представљају две трећине укупног трошка произведене робе. Посебна пажња посвећена је уклањању грешака на производу. На овај начин се смањују или чак елиминишу залихе сировина и недовршене производње. То чини предузећа много зависнијим од својих добављача [3].

Фактори који имају највећи утицај на управљање ланцима снабдевања су [3]:

- Смањење броја добављача
- Пораст конкуренције
- Скраћивање животног циклуса производа
- Технологија

Некада су предузећа пословала са много добављача, а током последњих година значајно смањују њихов број истовремено нудећи све шири избор производа својим купцима. Стварају се дугорочни односи са поузданим добављачима. Скраћивање животног циклуса производа је такође фактор који има велики утицај. Под појмом животни циклус производа разликујемо временски период који протекне док се производ не прода и животни век производа, односно време које протекне док производ не постане нефункционалан. Ове две етапе не подразумевају једнаке временске интервале. Од производа се очекује да траје годинама након што изађу новији модели истог производа. Према томе, рок трајности производа је једна од најважнијих компонената у ланцу снабдевања. Конкуренти уводе нове производе са циљем стицања конкурентске предности. Да би брзо реаговало, предузеће мора да има флексибилне процесе који лако могу одговорити новим захтевима тржишта. Предузећа често пребацују одговорност и ризик на добављаче да би смањила свој сопствени финансијски ризик и тиме стичу флексибилност. Може се сматрати да је најутицајнији фактор технологија. Употреба нових технологија даје добављачима конкурентску предност.

Термин управљање ланцима снабдевања јавља се у касним 80-им годинама XX века, а у ширу употребу улази тек 90-их година XX века када су предузећа увидела значај непрекидности процеса којим би се вршила контрола над током производа и услуга до крајњег потрошача. Спајањем система добављача, произвођача и посредника створен је ланац снабдевања [1].

Савет за управљање логистиком (*Council of Logistic Management CLM*) под ланцем снабдевања подразумева [1]:

- Ланац снабдевања почиње са необрађеним сировинама и завршава са употребом готових производа од стране крајњег корисника;
- Размену материјала и информација у логистичким процесима која се протеже од прикупљања сировина до испоруке готових производа крајњем кориснику.

Неке од дефиниција управљања ланцима снабдевања су:

- Управљање ланцима снабдевања је планирање и контролисање свих пословних процеса, од крајњег купца до добављача сировог материјала, који повезују партнере у ланцу снабдевања у циљу услуживања потребе крајњег купца или корисника [5].
- Управљање ланцима снабдевања је управљање производњом, залихама, локацијама и транспортом између учесника у ланцу снабдевања у циљу постизања најбољег одзива и ефикасности према тржишту које се услужује [6].
- Управљање ланцима снабдевања представља системско, стратешко координирање традиционалним пословним функцијама и тактикама преко ових пословних функција у одређеним подuzeћима и преко пословања у ланцу снабдевања, у циљу побољшања дугорочних перформанси појединих предузећа и ланца снабдевања у целини [7].
- Управљање ланцима снабдевања представља процес заједничког деловања више организација у циљу достизања одређеног нивоа стратешке позиционираности и унапређења оперативне ефикасности [8].
- Управљање ланцима снабдевања представља скуп усклађених приступа интеграцији добављача, произвођача, складишта и трговина на такав начин да се производи и испоручује наручена количина производа, на одговарајуће локације, у право време, уз минималне трошкове у систему испоруке и на одређеном нивоу услуге, односно задовољавања потрошачких захтева [9].
- Ланац снабдевања је мрежа објеката (складишта, фабрика, терминала, лука, малопродајних објеката и домаћинстава), транспортних средстава (камиона, возова, авиона и океанских пловила) и логистичких информационих система који су повезани преко снабдевачевих снабдевача и корисникових корисника [10].

- Ланац снабдевања је интегрисани систем који синхронизује низ између зависних пословних процеса у циљу да се: набављају сировине и делови, ове сировине и делови трансформишу у готове производе, додаје вредност овим производима, ови производи дистрибуирају и промовишу било продавцима било корисницима и олакша размена информација између различитих пословних ентитета (као што су снабдевачи, произвођачи, дистрибутери, логистички даваоци услуга и малопродаја) [11].
- Ланац снабдевања представља систем чији су саставни делови: снабдевачи материјала, производни објекти, дистрибутивне службе и корисници, повезани заједно преко тока материјала и повратног тока информација. Ланцем снабдевања се управља да би се синхронизовали захтеви корисника са током материјала од снабдевача и избалансира висок ниво услуге корисника, низак ниво залиха и ниски јединични трошкови [12].
- Ланац снабдевања представља мрежу организација које су повезане двосмерним везама, различитим процесима и активностима које стварају вредност у облику производа и услуга за крајњег корисника [13]
- Ланац снабдевања обухвата све компаније које учествују у производњи/преради, продаји и дистрибуцији производа од изворишта сировина до крајњих корисника [14].
- Ланац снабдевања је интегрисани процес у коме се налазе бројни различити пословни ентитети (снабдевачи, произвођачи, дистрибутери и трговци) који раде заједно са циљем да: набављају сировине, претварају сировине у одређене готове производе и испоручују готове производе трговцима. Овакав ланац традиционално је одређен двама токовима: током материјала и повратним током информација [15].

Према томе управљање ланцима снабдевања представља скуп активности у погледу планирања, управљања и сарадње које делују у временском периоду од извора материјала од ког се производ ствара, до тренутка када се готов производ испоручи крајњем купцу, односно кориснику [1].

Сврха увођења управљања ланцима снабдевања у предузеће зависи од предузећа до предузећа, али неки од мотива увођења су: конкурентност на тржишту, смањење цене производа, бржа и ефикаснија испорука производа итд. Према томе циљ управљања ланцима снабдевања био би унапређење протока материјала и информација између добављача и предузећа [1].

2.1 Дефинисање могућности ланца снабдевања

Према Хугосу могућности ланца снабдевања зависе од посебних захтева на тржишту и операцијских изазова, у зависности од потражње купаца, односно тржишта које се услужује. На неким тржиштима купци захтевају већи квалитет производа/услуге и спремни су за то више платити, док се на другима потражује нижи ниво квалитета, па су и купци спремни платити по нижој цени. Али без обзира на тржиште: постоји пет основних подручја према којима предузећа могу дефинисати могућност ланца снабдевања, а то су [1]:

Производња се односи на капацитет ланца снабдевања да створи и складишти производе. Постоје два типа производње [1]: производња која за циљ има стварање нових производа и функционална или монтажна производња која се бави само одређеним операцијама или само монтажом производа. Активности које ово подручје обухвата су: распоређивање, контрола квалитета, одржавање опреме, балансирање радног оптерећења радника и опреме, складиштење итд. Делови производње могу бити производни погони (слика 1) и складишта.



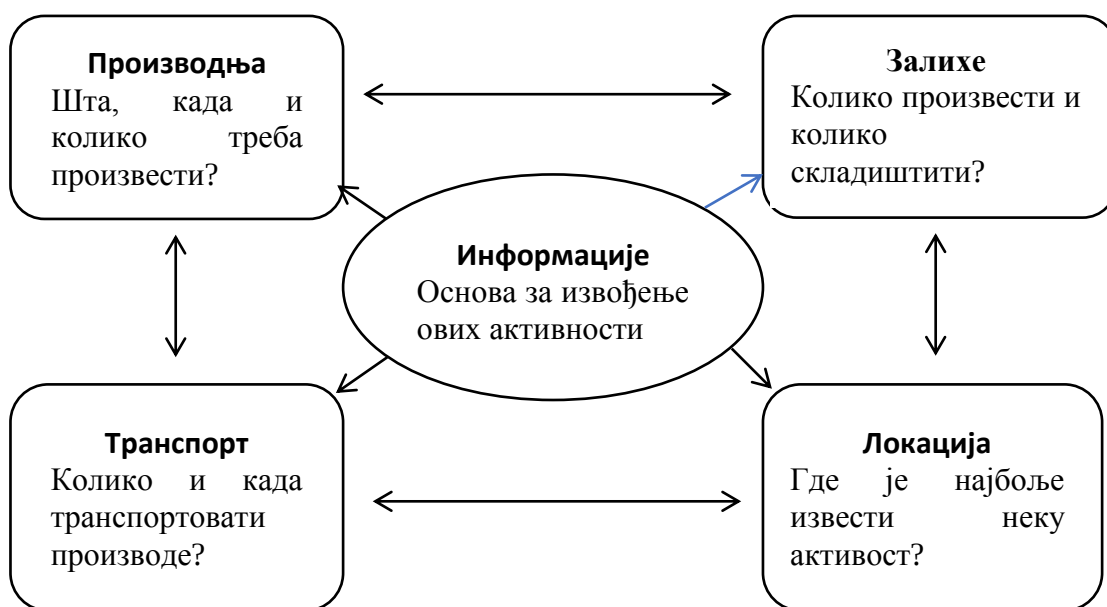
Слика 1. Пример производног погона

Изградња производних погона и складишта врши се на основу одређених приступа, а заснива на прилагођавању једном од два споменута типа приступа производњи. С друге стране, складишта се као и производни погони изграђују према различитим приступима да би задовољила одређене приступе производњи.

Постоје три основна приступа која се користе при изградњи складишта [1]:

- Складиште јединица вођења залиха. Ово је традиционални тип складишта, врло ефикасан и лак за разумевање, у коме су сви производи складиштени заједно.
- Складиште мешовите робе. Код овог типа складишта сви су производи за одређени тип купаца или за одређени посао складиштени заједно, али је потребно више простора за складиштење него код претходног.
- Претовар. Овај приступ је први пут користила компанија *Wall-Mart* у циљу повећања ефикасности ланца снабдевања. Овај приступ се не заснива на класичном складиштењу у постројењу, већ добављач директно долази камионом у складишну зграду предузећа па се утовар у камион врши директно. Овај начин коришћења складишта је све популарнији, нарочито од све учесталије појаве *Lean-a*, где се испорука одвија тачно на време (енг. *Just in time, JIT*).

Да би фабрике могле одговорити на све захтеве купаца, пожељно је да се приликом изградње производног погона или складишта осигура довољно простора за будуће проширење капацитета. Такође, пожељно је да предузећа имају у резерви могућност проширења капацитета услед помоћи додатних мањих предузећа, која се налазе што је могуће ближе главној групи купаца. На тај начин би се омогућило краће време испоруке. У супротном, ако фабрике производе ограничени број производа, производни погони и складишта се могу градити без простора за проширење [1].



Слика 2. Пет подручја према којима се дефинишу могућности ланца снабдевања

Залихе су распрострањене дуж целог ланца снабдевања и подразумевају све од сировог материјала до готових производа, не само у постојећем предузећу, већ укључујући и произвођаче, дистрибутере и малопродају. Циљ је да се залихе минимизирају, јер свако постојање сувишног материјала доводи до додатних трошкова. Постоје три типа залиха [1]:

- залихе у циклусу производње, које служе да се задовоље потребе производње у периоду повећања додатне вредности производа
- сигурносне залихе које служе у изванредним случајевима да задовоље потребе производње и да би се избегао застој у производњи
- сезонске залихе које се набављају на основу неких логичких предвиђања.

Одазив на додатну потребу за залихама може се остварити складиштењем високог нивоа залиха за широк опсег производа. Такође, препоручљиво је да се залихе складиште на више локација, што ближих купцима, како би се брзо и ефикасно могло одговорити у случају потребе. На овај начин се постиже и већа економичност.



Слика 3. Пример управљања залихама

Локација Избор локације је јако важан за предузећа јер представља дугорочну инвестицију која захтева велике инвестиције стога треба бити изразито стратешког типа. Приликом избора локације, менаџмент би требало посебно обратити пажњу на елементе производње који утичу на економичност и ефикасност. Неки од ових

производних елемената су: цена постројења, трошкови рада, компетенције особља, инфраструктурни услови, таксе и тарифе, удаљеност од добављача и купаца. Да би предузеће могло одговорити на додатне потребе, препоручљиво је да производни погони буду распоређени на више локација, по могућности што ближе купцима. Ефикасност се може постићи и оперисањем са само неколико локација уз централизовање активности на заједничким локацијама.

Транспорт подразумева кретање свих добара од сировог материјала до готових производа између предузећа, добављача, купаца итд. унутар ланца снабдевања. О важности транспорта у ланцу снабдевања сведочи податак да садржи готово једну трећину оперативних трошкова. Код транспорта се разликују два режима: један је веома брз и скуп, а други је спорији, али и јефтинији. Предузеће свој режим транспорта може одабрати на основу потребе.

Информације представљају темељ на основу којег се доносе одлуке везане за претходна четири подручја. Ефикасност предузећа се не може замислити без тачног и брзог протока информација кроз предузеће и ланац снабдевања. Постоје две сврхе употребе информација [1]:

- Координирање дневним активностима се односи на функцију повезивања остала четири наведена подручја (производња, залихе, локација, транспорт). Менаџери доносе одлуке углавном на основу захтева купаца. На пример: Колико ће се производа произвести и када? Које ће се транспортне руте одабрати? Колико је хитна испорука, па према томе који ће се транспорт користити? На којој локацији је најбоље произвести одређене производе у односу на транспорт? И слично.
- Предвиђање и планирање да би се постигли захтеви купаца у право време, с одговарајућом ценом, и задовољавајућом квалитетом. Овај тип информација се, такође, може користити у фази планирања пројектовања производних система и складишта. На пример: планирање и предвиђање локације на којој ће се изградити погон, транспортни путеви и сл.

У доба глобализације, информације имају све већу вредност. Често је питање које предузећа постављају: „које информације поделити са осталим предузећима с којима кооперирамо, а које сачувати за себе?“ Највећа забринутост предузећа долази од могућности да неке информације дођу до конкуренције, јер се боје да би то могло угрозити њихов опстанак на тржишту. У данашњици је моћ информација порасла услед убрзаног развоја технологије. Напредак технологије је омогућио брз и јефтин проток информација, као и лако коришћење. Најодговорније коришћење информација у случају ланца снабдевања је тачно и правовремено коришћење информација у остале четири активности [1].

2.2 Учесници у ланцу снабдевања

У најједноставнијем случају, ланац снабдевања се састоји од предузећа и њихових добављача и купаца. Поред овог типа, постоји и проширени тип, који се састоји од још три додатна типа учесника: од добављачевих добављача, од купчевих купаца (може се још рећи и крајњих купаца), и од разних предузећа која пружају услуге предузећима у ланцу снабдевања (то су углавном компаније које пружају информатичке, логистичке, финансијске, маркетиншке услуге и слично). Сваки добављачки ланац се састоји од комбинације предузећа која обављају различите функције унутар ланца [1]:

Произвођачи су предузећа која стварају производе. То могу бити предузећа која производе сирови материјал, полупроизводе или готове производе. Произвођачи сировог материјала су они који се баве производњом основних сировина. Произвођачи полупроизвода производе разне делове или комаде који се касније спајају у једну целину или готов производ.

Дистрибутери су предузећа која преузимају количине произведених производа и достављају их купцима према захтевима. Дистрибутери обично купују од произвођача веће количине производа које су и више него довољне за потребе једног купца. Главна сврха дистрибутера је да доставе готове производе у потребној количини и тачно на време и место које купац жели. Тако да се може рећи да представљају ентитет између произвођача и купца. Неке од операција којима се дистрибутери обично баве су: управљање залихама, складишне операције и транспорт производа. Постоје генерално два типа дистрибутера. Први су дистрибутери који купе производ од произвођача и онда га продају купцима, док је други тип дистрибутера онај који сам транспортује производ од произвођача до купца, а да га при томе поседује. На пример: компанија *Tesco* купује производе од произвођача, лепи своје етикете на производе и те производе затим продаје у својим дистрибуцијским центрима. С друге стране, дистрибутери у аутомобилској индустрији само врше транспорт од произвођача до купца, а да при томе не поседују дистрибуиране производе.

Малопродаја су предузећа која купују производе од произвођача или дистрибутера, па затим те производе продају купцима у малим количинама. На пример, то могу бити супермаркети, продавнице беле технике, продавнице обуће и одеће итд. Главне активности малопродаје су праћење захтева и потреба својих купаца. Према томе се углавном и формира неко тржиште, али и цена производа. Неправилно праћење купчевих потреба и захтева или турбуленција тржишта могу створити негативан ефект познат у малопродаји као ефект бича.

Купци или корисници (ако је у питању услуга) могу бити предузећа или појединци које купују или користе производе или услуге. Купци могу бити и дистрибутери у случају да купе производ и онда га претворе у свој производ (као што на пример раде

компаније *Festo* и *Tesco*). С друге стране, могу бити и крајњи корисници производа или услуге.

Услужни делатници су посебна група у ланцу снабдевања која се бави пружањем посебних услуга свим учесницима у ланцу. Предузећа су се некада бавила целокупним активностима потребним да се изради поједини производ. Најбољи пример једног таквог предузећа је компанија *Ford Motors* која је чак имала своје шуме и руднике. Овај приступ се показао тешко одрживим јер је било тешко постићи компетенцију у свим сегментима производног процеса. Данас је тренд да се све активности које нису везане за темељну компетенцију предузећа доделе кооперацијским подузећима. Једна од најпознатијих услужних делатности данашњице је логистика. Ова предузећа се углавном баве транспортом и складиштењем. Такође, познати су и финансијски делатници који се углавном баве дуговима, кредитима и економичношћу пословања предузећа: банке, агенције за наплату и компаније за процену кредита. Ове услуге могу бити и из инжењерске, маркетиншке, продајне делатности итд.

2.3 Логистика

Термин логистика се прво појавио у војци, а затим се проширио на привреду и остале привредне секторе. У војној терминологији, логистика представља делатност која се бави организацијом смештаја и снабдевања војних јединица. Реч је о посебном систему планирања, набавке, складиштења, распоределе, чувања и дистрибуције материјалних средстава.

Тек половином прошлог века логистика почиње да привлачи пажњу научника. Појам логистика у европским језицима је имао два различита значења: математичка логистика, техника и технологија транспортно-претоварно-складишних процеса у привредној или војној области.

Све већа заинтересованост за управљањем логистиком је довело до различитих схватања појма логистике што је довело до конфузије самог појма јер су многи термини коришћени да објасне процес кретања добара од добављача, преко произвођача и посредника до крајњег корисника [2].

У техничким наукама логистика изучава рад, функционисање и услове рада техничких система, пружа интегралну подршку систему, обезбеђује материјал, погонска средства и резервне делове и на тај начин улази у подручје економије. Самим тим логистика има велики значај у економској и менаџмент тероји и науци.

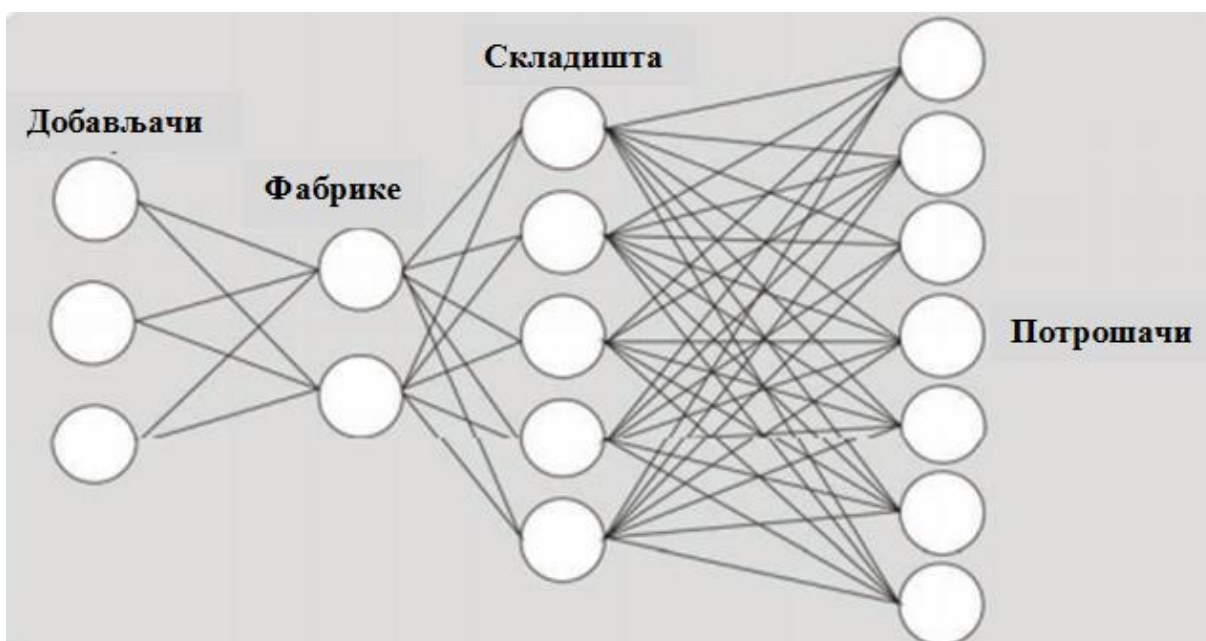
Пословна логистика управља кретањем сировине од добављача до произвођача и од произвођача до крајњег корисника. У стручној литератури логистика има више схватања и значења. Можемо рећи да има два значења: научна дисциплина и са друге стране пасивни процес предузећа.

Појам "логистика" од 1960. године у САД се прво подразумевала расподела робе од произвођача до корисника. Док се у току 70-их година примена овог појма проширила на набавку материјалних добара и складиштење. По повратку из рата многе војсковође су почели да користе оно што су научили у рату на проблеме пословне логистике. У другој половини осамдесетих година у развијеним земљама Запада појам логистика се користио као синоним за савремено предузетничко понашање што се задржало и дан данас код снабдевања индустријских предузећа са сировинама и материјалима, при попуњавању складишних полица у трговини или при постављању индустријских постројења [2]. Неке од дефиниција логистике су [2]:

Логистика се често дефинише као 7Р (7 Rights) - "Осигурати доступност правог производа, у правим количинама у правом стању, на правом месту, у право време, за правог купца и по правој цени" [2].

Друштво инжењера логистике[2] дефинише логистику “...као подруже подршке које менаџмент користи у току животног века, или систем ефикасног коришћења ресурса који осигурава адекватно разматрање елемената логистике за време свих фаза животног циклуса, тако да се благовременим утицајем на тај систем осигура ефикасан приступ трошењу ресурса“ чиме ставља акценат на део система логистике који се односи на управљање материјалима.

Савет за управљање логистиком (*Council of Logistic Management CLM*) [2] је дао следећу дефиницију логистике коју објашњава слика 4: “Логистика је процес планирања, примене и контроле ефикасног и ефективног тока (и складиштења) сировина, добара у процесу производње, готових производа, услуга и са њима повезаних информација, од места порекла до места потрошње, и при томе обухватају и улазна, излазна, интерна и екстерна кретања, у циљу прилагођавања захтевима потрошача“.



Слика 4. Типичан систем логистике према дефиницији Савета за управљање логистиком [2]

Улази логистике су: природни ресурси (земљиште, опрема, објекти), људски ресурси, финансијски и информациони ресурси. Они се прерађују, дистрибуирају и контролишу и на тај начин спремају за продају посредницима, или крајњим потрошачима (слика 5)



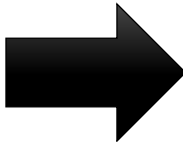
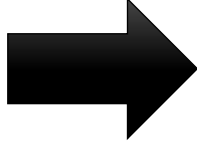
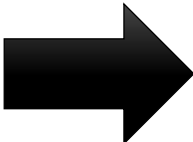
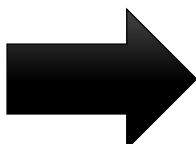
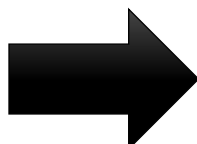
Слика 5. Кључне компоненте менаџмента логистиком [2]

Постоје четири карактеристичне етапе развоја логистике и то су период од 1940 до 1960 године, период између 1960 и 1970. године, период између 1970. и 1980. године и период после 1990 године [2]:

За период од 1960. године карактеристично је то да су средства за производњу била готово потпуно искоришћена, мало се производило за складиште. Логистика, као посебна пословна функција, први пут је уведена 50- тих година у предузећа за производњу и дистрибуцију робе широке потрошње. Пред крај 50-тих година све се већа пажња придаје расположивости производа у местима продаје. Логистичке активности су биле распоређене по читавој компанији [2].

У периоду између 1960. и 1970. године све се више иде ка унапређењу продаје и маркетинга у предузећу, а није се водило рачуна о повећању трошкова прекомерених залиха у складиштима, као и трошковима повећања асортимана и увођењем све краћих рокова испоруке робе. Због тога је већина предузећа била принуђена да своју делатност усмери на подручја рада која обезбеђују већу вредност сопственог производа. Више пажње почиње да се придаје материјалним добрима у предузећу него пре. Седамдесетих година прошлог века компаније су препознале значај логистике, па су активности груписале у управљање материјалима и физичку дистрибуцију. Тако се од концентрације на производне активности, са циљем да се рационализују и смање трошкови производње, пажња све више усмеравала на активности које су се обављале ради задовољења потреба потрошача и на факторе као што су: време испоруке, начин испоруке и степен расположивости производа[2].

У периоду после 1980. године долази до развоја пословања, што је довело до тога да порасте потреба за координацијом и контролом кретања свих материјалних и робних токова. Осамдесетих година прошлог века се препознаје утицај процеса логистике у процесу производње што је довело до концепта интегралне логистике. После 1990. године истиче се значај непрекидног процеса којим би се контролисао ток робе и услуга до крајњег корисника[2].

Логистика до 1960. године	Логистика од 1960. до1970.	Логистика од 1980. до 1990. године	Потпуна интеграција канала после 1990. године
Улазни превоз Избор начина превоза Избор превозника Набавка Залихе сировина Предвиђање потражње Планирање производње	Управљање материјалима 	Улазна логистика 	Управљање ланцем снабдевања
Планирање и управљање складиштем Планирање и управљање дистрибутивног центра Избор локације фабрике Залихе полупроизвода Одлагање остатака/отпада Руковање материјалима Паковање	Процеси у предузећу 		
Излазни превоз Међународни превоз Залихе готових производа Сервис, резервни делови Руковање враћеном робом Процесуирање набавке	Физичка дистрибуција 	Излазна логистика 	

Слика 6. Фазе у развоју логистике [2]

Савремене дефиниције логистике, поред схватања логистике, као скупа активности које обухватају ток сировина и материјала до произвоаа као и ток готових производа до потрошача укључују и кретање материјала и готових производа у супротном смеру како би се вредност производа потпуније искористила [2].

Последњих педесет година добија све више на значају интегрисана логистика. *Arthur D. Little* [2] дефинише интегрисану логистику као “процес предвиђања потреба и жеља купаца; прикупљање капитала, материјала, људи, технологија и информација потребних за испуњење тих жеља и потреба оптимизације производне мреже роба или услуга с циљем испуњења купчевих захтева и коришћење мреже с циљем испуњења купчевих захтева унутар временског рока“. Интегрисана логистика се састоји од улазне логистике , логистике у предузећу и излазне логистике. Улазна логистика је кретање производа до предузећа. Логистика у предузећу обухвата кретање производа унутар самог предузећа. Излазна логистика се односи на кретање производа из предузећа до потрошача.

На слици 7 се види да се интегрисана логистика састоји из [2]:

- основне логистичке активности и
- логистичке активности услуга.



Слика 7. Интегрисана логистика [2]

Основне логистичке активности представља кретање робе кроз ентитет дистрибуције, као што су транспорт, управљање залихама, руковање материјалом и др. Логистичке активности услуге крећу се кроз канал дистрибуције и оне опредељују време чекања,

расположивост и избор начина пружања услуга. Спајањем ова два дела логистике настаје интегрисана логистика. У почетку, логистичке активности биле су расуте по целом предузећу, али како су она временом схватала значај логистике, логистичке активности су се поново организовале у управљање материјалима и управљање физичком дистрибуцијом. Најновија фаза у развоју настала је кад су предузећа схватила неопходност контроле тока роба и услуга у систему кретања до потрошача. Та непрекидна потреба за контролом токова роба и услуга интегрисала је све активности логистике у један систем [2].

3. Алати методе и технике за управљање логистиком

Обзиром на то да до данас постоји велики број алата, метода и техника, биће издвојене само неке од кључних које се користе у већини компанија широм света. Одабрани алати, методе и технике за управљање логистиком релевантни за овај мастер рад су [16,17,18,19,20,21] : *pull system*, време такта, *FIFO*, *Kanban*, *Just in Time* и *Yamazumi*.

3.1 *Pull system*

У *push* систему производње, на линији за завршно састављање, радници састављају највише производа што линија може да направи. Ти готови производи проналазе пут до магацина и чекају да стигне поруџбина. *Push* систем захтева серијску производњу и ствара *muda* (расипање) у области транспорта и залиха [16].

За разлику од тога, производња која се заснива на *pull* систему – заснива се на тражњи тржишта. Да не би гомилала залихе у очекивању поруџбина, компанија чини све да предвиди тражњу купаца у непосредној будућности и да изгради флексибилност у оквиру фабрике како би се изборила са осцилацијама [16].



Слика 8. Разлике између Push и Pull система [16]

Pull system (систем повлачења) је производни или услужни процес који је осмишљен да испоручи робу или услуге само када за то постоји потражња купаца или, у оквиру процеса производње, када то захтева наредни корак. Циљ система повлачења је да произведе само оно што је потребно, кад је то потребно. Тиме се предузеће фокусира на уклањање отпада у процесу производње, смањују се режијски трошкови и прекомерени трошкови складиштења.

На овом принципу функционише и систем повлачења у производњи. Након што маркетинг процесуира наруџбину, производња може произвести производ. Креће се од краја процеса. Маркетинг процесуира захтев служби за финалну монтажу, финална монтажа процесуира захтев следећем нижем у производном ланцу и тако редом. Производња се покреће сигналом од стране радне станице која се налази ниже у ланцу и на тај начин свака радна станица производи само оно што је потребно следећој радној станици у низу [16].

Концепт система повлачења је део принципа *Lean* производње, насталих крајем 1940-их. У реалности није тако једноставно примени концепт система повлачења јер *Lean* производња тежи томе да уједини високу флексибилност производње са великом количином производње и најкраћим могућим временом које протекне од наруџбине до завршетка производње производа јер данашњи купци не желе дуго чекати на производ. Квалитет делова и производа мора бити потпуна и контролисана током целог тока производње. Непрекидан ток производње је кључан код овог система што значи да дужи застоји машина не смеју да постоје. Да би ови захтеви могли бити испоштовани морају се стандардизовати сви сегменти система (делови, резервни делови, алати, токови информација и сл.) [16].

Концепт система повлачења има широку примену у различитим индустријама.

3.2 Време такта

Израз потиче од немачке речи „такт“, што значи откуцај или пулс. Време такта први пут је коришћено као метрика 1930-их у Немачкој за производњу авиона. Двадесет година касније значајно је допринео успону Тојоте од малог јапанског произвођача аутомобила до највеће аутомобилске компаније на свету [16].

Управљање системом повлачења не би било могуће без одржавања континуираног тока рада. С обзиром на то да је потражња у сталном току, да би се она испунила и да би покренули процес на најефикаснији начин, мора се одредити време такта. *Време такта* представља темпо рада којим се морају извршавати радни задаци са циљем испуњавања потреба купца [17].

Време такта је стопа по којој је потребно да довршите производ да бисте задовољили тражњу купаца. На пример, ако предузеће добија нову поруџбину производа на свака 4 сата, да би задовољило потражњу, радни тим мора да доврши производ за 4 сата или

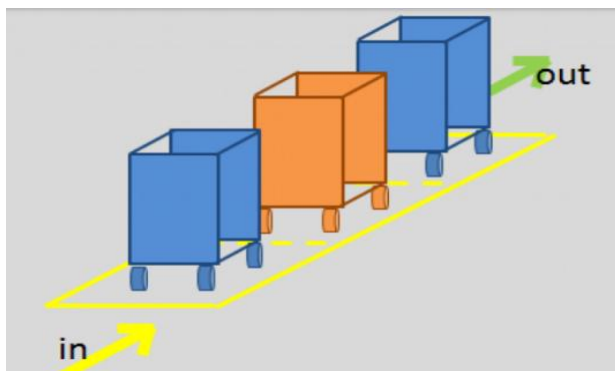
мање. Ако "*call center*" прима 900 позива по смени, а 27000 секунди је време рада, онда је такт 30 секунди по позиву сто значи да позив мора да траје толико да би се испоштовала тражња. Ако би 60% радника у *call* центру примало по 800 позива дневно, а осталих 40% само преосталих 100, требало би обезбедити да сви радници буду подједнако оптерећени у току радног дана [18].

Укључује се само време када радни тим активно ради на стварању вредности за купце. То значи да би требало искључити прекиде и промене смене (ако постоје). Када се време такта дефинише, треба укључити релативно кратак временски оквир за просечну тражњу купаца (нпр. недељу или месец) [16].

У почетку, људи су имали тенденцију да поистовећују време такта са временом извођења и временом циклуса, што су Lean метрике од мањег значаја. Водеће време је временски оквир између наруџбине која је примљена и клијента који добија њихову вредност. Време циклуса је време које тим активно проводи радећи на наруџбини купца. *Време такта* је максимално време које требате да се придржавате да бисте задовољили потражњу купаца [16].

Дефинисање времена такта је кључно за успостављање континуираног тока рада, оптимизацију капацитета радног тима, смањење отпада током процеса, за оптимизацију трошкова складиштења и избегавање прекомерене производња [16].

3.3 FIFO – First In First Out



Слика 9. *Fifo* трака

Сврха *FIFO* трака је да контролише како редослед рада, тако и количину рада између процеса. Први део који улази је такође први део који излази, одакле и назив *FIFO* (*First In First Out*). Треба следити редослед делова. Ниједан део не може претећи следећи део у траци. Ово правило је важно да би се избегле флукутације у пропусном времену. Један од циљева *Lean* производње је неометан проток материјала. Ако делови претичу

једни друге, тада ће време чекања за остале делове бити дуже [17].

Мора постојати јасно дефинисан максимални капацитет. Мора постојати горња граница, након које претходни процеси немају више простора у траци за постављање делова и морају се зауставити. Разлог за постојање овог правила је избегавање прекомерне производње. Систем ће и даље релативно брзо моћи да реагује на промене у потражњи. На овај начин смањиће се свих седам врста отпада [17].

Fifo складиште



Слика 10. *Fifo* систем складишта[17]

FIFO систем складишта је систем управљања залихама у коме се прво користи прва или најстарија залиха, а залихе који су последње произведене или примљене не користе се или отпремају све док сав инвентар у складишту не буде отпремљен. На тај начин се најпре користи најстарија залиха и смањују трошкови застарелог инвентара. Такође се сматра идеалним системом ротације залиха. Овај систем инвентара је уобичајен за употребу у многим индустријама [17].

3.4 Kanban

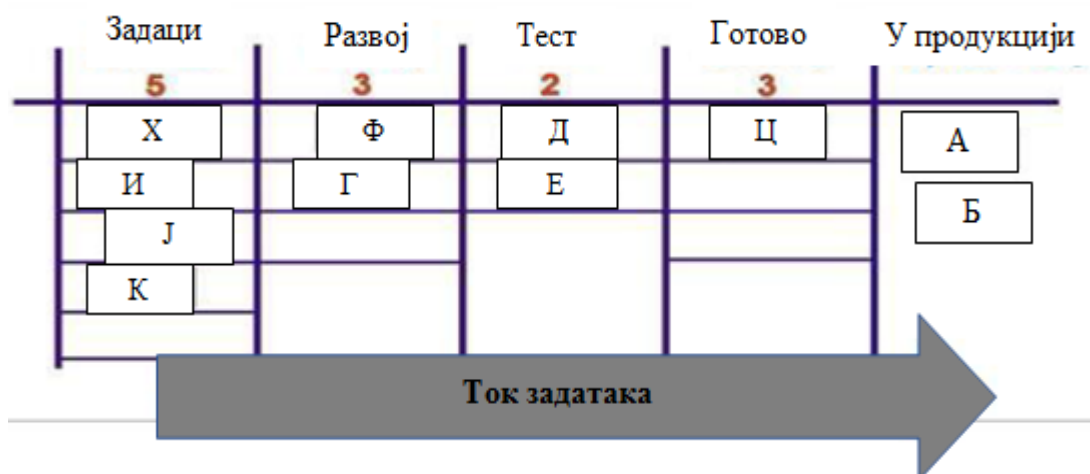
Kanban је сложеница речи *kan* коју преводимо сигнал, и *ban*, што значи карта. То је један од основних алата ЈИТ – *Just in time* (тачно на време) система. *Kanban* систем одржава уредан и ефикасан ток материјала током читавог процеса производње. Обично је штампана картица, која садржи конкретне информације као што су назив, опис дела, количина, итд [18].

Kanban је настао 50-тих година прошлог века и представља "сигналне картице" којима се сигнализира потреба за одређеним производом. *Kanban* означава информацију која покреће неку акцију или инструкцију за допуну залиха. *Taiichi Ohno* је дошао на идеју за *Kanban* када је изучавао системе по којима функционишу амерички супермаркети. Увео је овај систем, како би контролисао производњу између процеса, и да би могао да примењује *JIT* у Тојоти. Канбан је био један од неколико Тојота алата развијених да би се осигурало да залиха буде заснована на стварним наруџбама купаца, уместо на менаџерским прогнозама. Фокус *Kanban* концепта је да посао буде изведен на време уместо да се фокусира на то ко га је одрадио. Посао у *Kanban* систему чека у реду и пролази из фазе у фазу док не буде завршен. Радници раде различитом брзином, немају иста знања и вештине и с обзиром на то они се морају синхронизовати [18]

Kanban је једноставан визуелни алат за менаџмент снабдевањем, заснован на систему вучења управо на време сигнализирањем шта је потребно, када је потребно, где је потребно и у правој количини. *Kanban* систем почиње поруџбином купца и прати производњу низводно зато што су сви захтеви за делове повлаче из поруџбине, па се Канбан понекад назива и “*pull*” системом [18]

Основна начела *Kanban* концепта која радни тим треба непрекидно пратити су [18]:

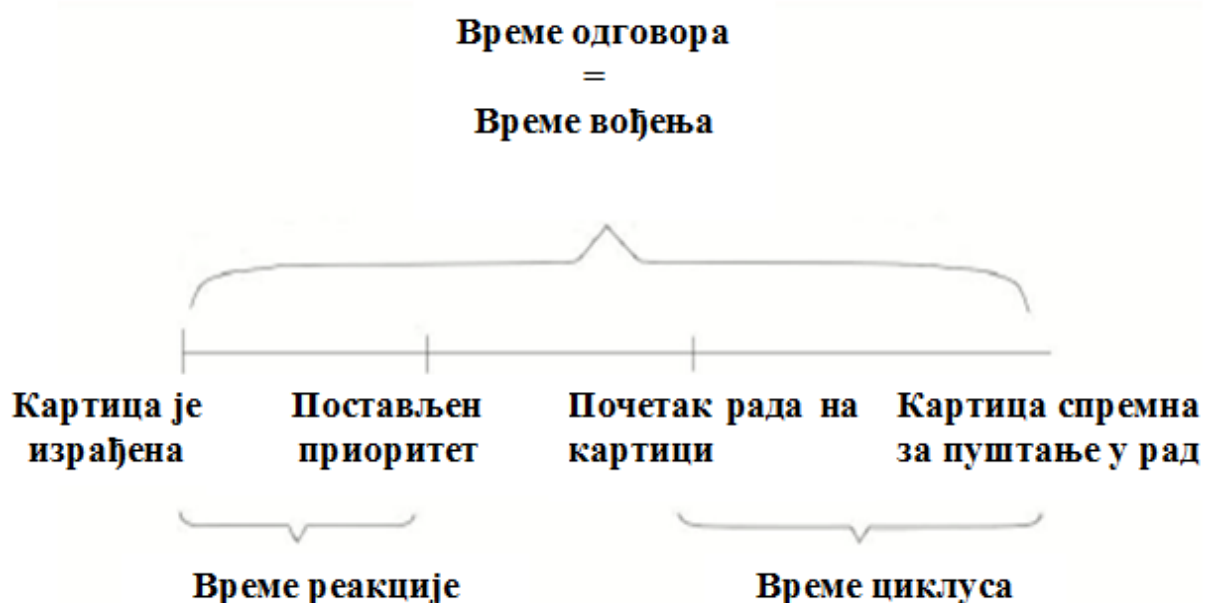
- **Визуална контрола (*Kanban* табла)** - Коришћење обојених картица и њихово објављивање за различите типове послова помажу радном тиму да виде оно на чему раде, процене квалитет анализе и спроведу праћење. У случају грешака у производњи и потребе за подршком, на празном месту на *Kanban* табли је означено - „Хитно“. Такве ситуације је неопходно решити на првом месту. На слици 11 је приказан ток задатка на *Kanban* табли. Свака колона представља једно стање процеса и њихов број је флексибилан.



Слика 11. Kanban табла [18]

Циљ је да се решени задатак пребаци у фазу тестирања (колона „Тест“) у којем се могу налазити максимално два задатака, а један од њих треба до краја тестирати па пребацивати у колону „Готово“ (Д и Е картица). Могуће је на овај начин водити више послова тако што је сваки посао различите боје картица или одвојен цртом.

- **Ограничење посла у процесу** Ограничења на *Kanban* табли по колонама нису стриктно дефинисана. Када је одређена колона по дефинисаном критеријуму попуњена, тада радник који није заузет другим послом гледа да ли постоји негде „уско грло“, и покушава да га реши. Уколико не постоји то може значити да су ограничења по колонама премала што значи да њуди нису упослени, па доводи до непродуктивности. Али, ако на табли постоји велики број задатака на којима дуже време нико не ради, онда је ограничење по колонама превелико што значи да задаци мирују.
- **Анализа *Kanban* процеса** На слици 12 су приказана три основна параметра: време вођења, време циклуса и време реакције. Време вођења почиње од тренутка креирања задатка, тј. картице, а завршава се када задатак почиње да се реализује. Тада почиње време циклуса, а завршава када је тај задатак спреман за пуштање у рад. Време реакције (одговора) почиње у тренутку креирања задатка, а завршава дефинисањем приоритета тог задатка.



Слика 12. Анализа *kanban* процеса [18]

Пропусност (проток) је стопа испоруке одрађеног производа купцу. Две главне променљиве које регулишу пропусност су смањење посла у процесу и време циклуса.

3.5 *Just in time*

Принцип производње „*Just in time*“ или производња тачно на време доводи до одличних резултата у производњи и конкурентности предузећа. На почетку је само мали број компанија примењивао принцип тачно на време, а остале су радиле на принципу „*Just in case*“. Термин „*Just in time*“ се преводи као „временски добро планирано“, „тачно у право време“, „производња без складишта“, „производња без залиха (готових производа)“. Сваки процес треба снабдевати правим елементима у правој количини и у тачно време. *Just in time* се први пут појављује у Јапану након нафтне кризе 1973. године, када долази до пада тражње за производима. Сматра се првим постулатом *Lean* система производње [18].

„*Just in time*“ метода је позната још и под називима:

- Производња без залиха
- *Lean* производња
- Нулте залихе
- *Toyota* систем
- Јапанска производња
- Уједначени ток производње
- *World class*

Јапанци на шкарт (производ неодговарајућег квалитета) и понављање процеса, односно на све што не доприноси повећању вредности производа, гледају као на расипање. На овај начин, нерационална употреба простора и времена смање, односно избегну. Насупрот њима, многи у свету нису на то гледали на исти начин. Резултати примене „*Just in time*“ филозофије су веома добре. У аутомобилској индустрији могући су коефицијенти обрта залиха од 50 до 100, у поређењу са онима од 10 до 20 код традиционалног приступа [18].

Производња „*Just in time*“ значи да се производи само оно што се тражи од стране тржишта и то у најмањим могућим серијама, са „0“ грешком и у тачно предвиђеном временском року.

Производња „*Just in time*“ има следеће карактеристике[18]:

- производња по наруџбини,
- производња у малим серијама,
- производња са „нула грешком“,
- производња са најкраћим циклусом израде,
- производња без складишта,
- производња без залиха (готових производа),
- низак ниво ангажованог капитала,
- нижи трошкови,
- велико искоришћење капацитета итд.

За остварење производње „*Just in time*“ мора се вршити истраживање тржишта. Да би се дошло до закључка шта тржиште тражи, мора се прецизно планирати производња и усавршити процеси производње. Циљ „*Just in time*“ производње је да постигне рентабилност односно [18]:

- нижи ниво ангажованог капитала,
- ниски трошкови,
- велико искоришћење капацитета.

Just in time представља више од квантитативне контроле залиха. Некада се сматрало да су залихе главна гаранција неометаног одвијања производње, али код *JIT* је правило да се креће од купца. Купац одређује који производи, у којој количини и у које време су му потребни, односно он повлачи (*pull*) те производе од завршне фазе процеса производње. Процес се даље наставља узводно, завршна фаза повлачи из претходне фазе потребне делове у одговарајућој количини и у одговарајуће време, и тако све до

самог добављача. Залихе су сведене на минимум или их уопште нема. Помоћу *ЛТ* се постиже непрекидан ток пословног процеса [18].

Да би се имплементирао *ЛТ* производни систем неопходно је увести [18]:

- Ток производње
- Управљање више процеса
- *Kanban*
- Смањење радне снаге
- Визуелна контрола
- *Heijunka*
- Измена алата
- Обезбеђивање квалитета
- Стандардизовање операција
- Одржавање и безбедност
- *Jidoka*

3.6 Yamazumi grafikon

Yamazumi графикон - такође познат као графикон равнотеже линије оператера - је дијаграм који рашчлањује поједине радне задатке у процесу, детаљно наводећи време које им је потребно. На овај начин, организације или компаније имају могућност да одмах ребалансирају пројекат како би се осигурало да се ефикасност увек одржи. Употреба *Yamazumi* графикана може пружити тренутне резултате и за компанију и за купца. [21].

Yamazumi је јапанска реч која у буквалном преводу значи слагати се. *Yamazumi* графикон је алат који показује структуру времена циклуса производње (*cycle time*) у производном процесу. *Yamazumi* графикон је одличан визуелни показатељ [21]:

- операција које су преоптерећене (ван такт времена)
- операција које се недовољно користе
- кашњења
- расипања
- блокада

Његовом применом се лакше приказује процес који се треба оптимизирати и елиминисати губици. Алат је предвиђен за подршку тимовима за унапређење пословних процеса, а такође је користан помоћни прибор за обуку [19].

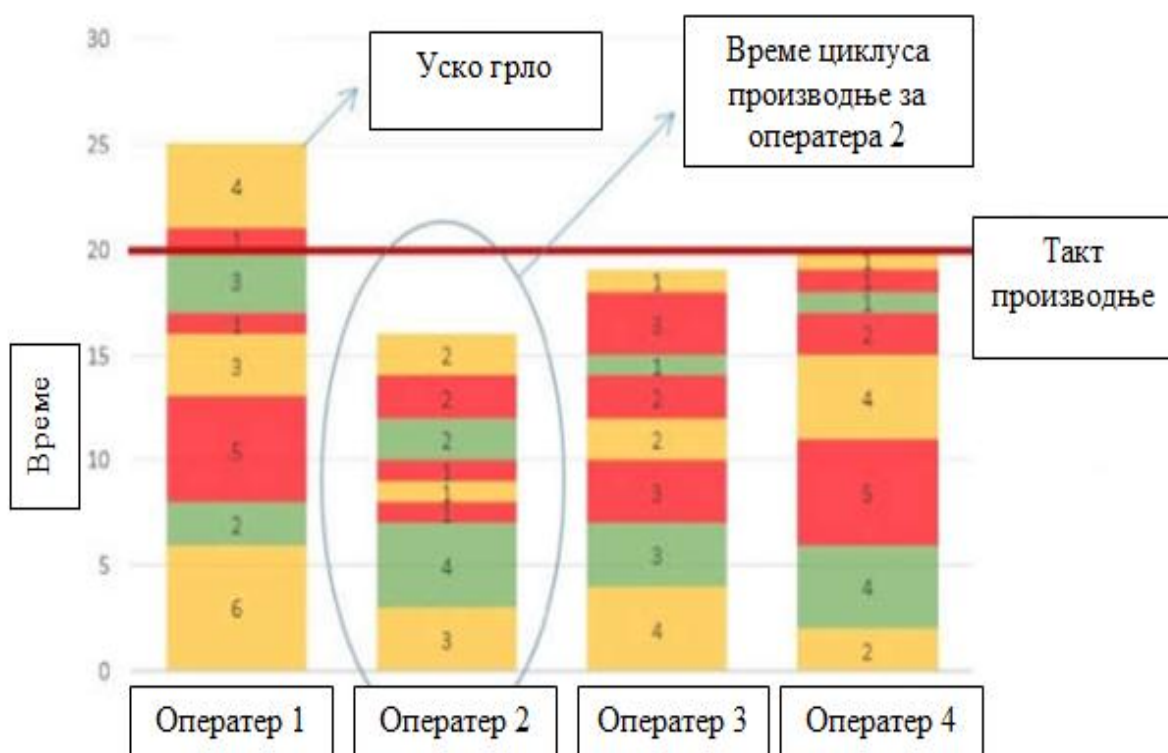
Yamazumi графикон обично укључује различите категорије: додату вредност, без додате вредности и отпад. Трајање сваког задатка се такође напомиње и приказује у истој траци. Оно што *Yamazumi* графикон чини другачијим визуелним алатом је чињеница да је сваки задатак унутар процеса сложен тако да можете имати бољу перспективу читавог процеса [21].

Процес производње је раздвојен на појединачне кораке који су приказани на графикону. Осе *Yamazumi* графикона су [20]:

- X-оса представља сваки корак у производном процесу,
- Y-оса представља време циклуса производње (*Cycle time*).

Сваки корак у производном процесу је затим раздвојен на три компоненте (Слика 13) [19]:

- Зелену: активности које додају вредност,
- Жуту: активности које не додају вредност, али су неопходне,
- Црвену: Активности које не додају вредност и нису неопходне.



Слика 13. Пример *Yamazumi* графика [20]

Већина *Yamazumi* графикона садржи црвену линију названу *Време такта*. *Време такта* је ограничење времена колико би процеси требали да потрају. У идеалном случају, никада не би требало да постоји процес са линијом вишом од такт временске

линије јер то значи да ћете производити пуно отпада и да би се процес могао побољшати у погледу трошкова и ефикасности [21].

Време такта може се мењати кроз процесе као и током времена. Када се анализира *Yamazumi* графикон, може се открити да ли је неки од процеса уско грло, као и да ли постоји неки процес који се може побољшати [21].

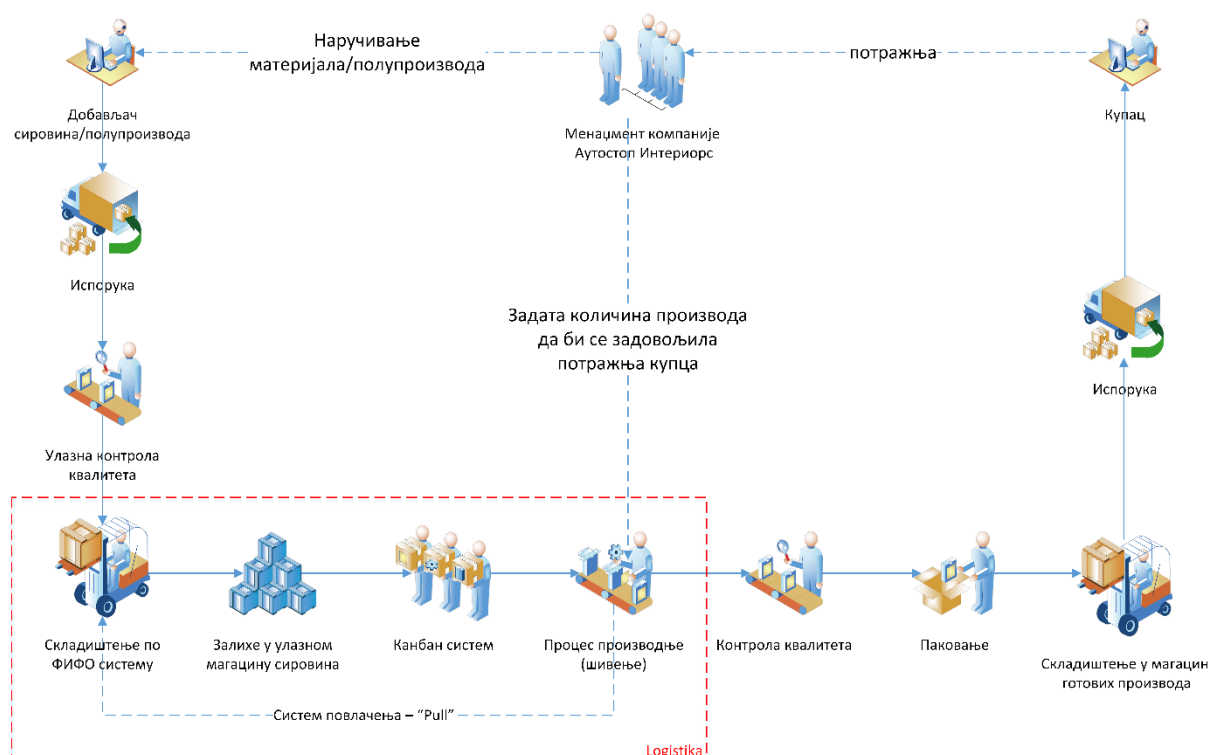
Организације и компаније увек желе да побољшају своје резултате смањујући своје трошкове и, истовремено, повећавајући своје приходе. А *Yamazumi* графикон је добар начин да се постигну оба циља. Овај алат омогућава да знате процесе који се могу побољшати у погледу уклањања отпада као и у погледу ефикасности. Такође је врло корисно средство које помаже компанијама и организацијама да уравнотеже своје процесе кад год дође до промене такт времена.

4. Студија случаја управљања логистиком у аутомобилској индустрији

За спровеђење студије случаја је одабран један добављач из аутомобилске индустрије који примењује IATF 16949 стандард за аутомобилску индустрију. Одабрано је предузеће које се бави производњом делова за ентеријер возила – *Autostop Interiors*, које се налази у Лесковцу и спада у групу великих предузећа са бројем од више од 800 запослених. Предузеће више од 90% својих производа производи за *Toyota Motors* компанију.

Студија случаја ће бити спроведена на примеру управљања логистиком у овом предузећу. Компанија се бави претварањем коже и меких материјала (винил, ПВЦ, пене, итд) у готове производе – кожане пресвлаке, које се потом навлаче на конструкције седишта директно у Тојоти. Према томе се може рећи да је кључни процес у производњи, процес шивења. Шивењем се долази до готовог производа и сви процеси производни/логистички зависе од потражње из шиваоне, која тежи да задовољи такт. У процесу шивења кожаных пресвлака се користе две врсте полу-производа које и долазе из различитих процеса производње. Један тип су кожа или меки материјали (у зависности од тога који се модел шије) који пролазе посебне процесе обраде да би на крају стигли у шиваону са одговарајућим квалитетом полу-производа. Други су компоненте (углавном пластичне, које се користе при инсталацији кожане пресвлаке на конструкцију седишта у возилу). Пластичне компоненте се припремају (секу на одређене дужине) пре уласка у шиваону и помоћу *Kanban* система стижу тачно на време у шиваону.

Студија случаја ће бити заснована на приказу логистичког тока другог типа полу-производа кроз процес производње до стицања у шиваону. У циљу стицања бољег увида у ток кретања пластичних компоненти логистичким системом кроз процес производње, на слици 14 је приказан цео добављачки ланац.



Слика 14. Добављачки ланац

Пуним линијама је приказан ток материјала, док је испрекиданим приказан информациони ток. Све креће од купца који производи одређени производ за тржиште. Купац шаље информацију компанији (која се обично назива “*Forecast*” што би на српском значило предвиђање) о потражњи одређеног броја производа које компанија треба да произведе у одређеном временском року. На темељу те информације компанија наручује од добављача материјале/полупроизводе који су потребни да би се производ произвео. Добављач по истом принципу производи и шаље материјал/полупроизводе компанији у одговарајућем временском року. Када материјал уђе у компанију, врши се улазна контрола, да би се осигурао крајњи купац провером да ли се стварно ради о нарученом материјалу и да ли је материјал одговарајућег квалитета. Након улазне контроле почиње логистички систем. Уоквирен је црвеном бојом. Одобрени материјали/полупроизводи са улазне контроле иду даље у улазни магацин сировина у коме се складиште по *FIFO* систему.

Магационер налази празно место (раф) на „*FIFO* табли“ која је приказана на слици 15.

WAREHOUSE OF ROLL MATERIALS & OTHERS
SKLADIŠTE ROLNI TEKSTILA I DRUGOG MATERIJALA I AMBALAŽE

LEGENDA (LEGEND):
 1. R#A - OZNAKA REGALA - NIVO PODA (MARK OF RACK - FLOOR LEVEL)
 2. R#B - OZNAKA REGALA - 1. POLICA (MARK OF RACK - 1. SHELF)
 3. R#C - OZNAKA REGALA - 2. POLICA (MARK OF RACK - 2. SHELF)
 4. R#D - OZNAKA REGALA - 3. POLICA (MARK OF RACK - 3. LEVEL)
 5. R#x - OZNAKA REGALA - x POLICA (MARK OF RACK - x SHELF)
 6. F#x - PRIVREMENO PALETNO MESTO NA PODU BR.X- (MARK OF TEMPORARY FLOOR PALLET PLACE)
 7. #.X - BROJ REGALA ILI PALETNOG MESTA (RACK NUMBER/OR PALLET PLACE)

TEMPORARY FLOOR STORAGE
PRIVREMENO PODNO SKLADIŠTE

The image shows a detailed layout of a warehouse storage system. It consists of numerous small tables, each representing a storage location. These tables are organized into rows and columns, with labels such as R44C, R43C, R42C, R41C, FA10, R44B, P43B, R42B, R41B, R44A, R43A, R42A, R41A, FA9, FA11, FA12, R39D, R39C, R39B, R39A, R38D, R38C, R38B, R38A, R37D, R37C, R37B, R37A, R36D, R36C, R36B, R36A, R35D, R35C, R35B, R35A, R34D, R34C, R34B, R34A, R33D, R33C, R33B, R33A, R32C, R32B, R32A, R31C, R31B, R31A, R30C, R30B, R30A, R29A, R28A, R27A, R26A, R25A, R24A, R23A, R22A, R21A, R20A, R19A, R18A, R17A, R16A, R15A, R14A, R13A, R12A, R11A, R10A, R9A, R8A, R7A, R6A, R5A, R4A, R3A, R2A, R1A, R11B, R10B, R9B, R8B, R7B, R6B, R5B, R4B, R3B, R2B, R1B, R11C, R10C, R9C, R8C, R7C, R6C, R5C, R4C, R3C, R2C, R1C, FA1, FA2, FA3, FA4, FA5, FA6, FA7, FA8. Each table has a header row with letters A, B, C, D and a body with columns for date, description, and quantity. The tables are arranged in a grid-like fashion, with some tables being larger than others. The overall layout is complex and detailed, showing a systematic approach to warehouse storage.

Слика 15. FIFO табла у магацину улазних сировина

Уписује датум у одређену табелицу која је слободна (види слику 16).

R30C		
R	30	Materijal
		Expoc
A	24.10.2013	
B		
C	19.08.1918	
D		

Слика 16. Таблица слободног рафа у који ће се складиштити материјал

Затим у магацину физички проналази раф који је обележен истом ознаком и према томе складишти материјал на А, Б или Ц спрат рафа (Слика 17). На таблици се такође налази и датум када је материјал ушао у магацин, односно када је ускладиштен.



Слика 17. Рафови на којима се складишти материјал

Бројевима 1, 2, 3, итд. обележава редослед узимања материјала, а словима А, Б и Ц одређује са ког ће спрата на рафу узети материјал. Да би се испоштовао *FIFO* систем, магационер ће са рафа А узети следећи материјал јер је обележен бројем 1. Тај

материјал је први стигао, и први ће се и искористити у процесу производње. Материјал на рафовима Б и Ц је обележен бројем 2, што значи да, када искористи материјал који се налази на рафу А, може приступити коришћењу материјала који се налази на рафовима Б и Ц.

У зависности од потражње из кључног процеса производње (у овом случају шиваоне), одређена количина материјала (у овом случају компоненти) се требају из магацина и путем *kanban* система шаље даље до шиваоне.

Kanban систем се састоји од картица којима управљају оператери логистике. Оператери логистике који добављају компоненте шивачима, потражују компоненте постављањем *kanban* картица на велики пано за *kanban* картице који је означен са три боје (види слику 18): црвеном (хитно потребан материјал), жутом (потребна достава материјала), зеленом (потребно је да се почне са припремом материјала).



Слика 18. Пано на коме се постављају *kanban* картице.

На *kanban* картици се налазе информације од одговарајућим карактеристикама компоненте која се уграђује у одређени производ, да не би дошло до испоруке погрешне компоненте, што би могло да доведе до угрожавања процеса производње јер би дошло до застоја. Застој у компанији би могао да доведе до застоја код купца, нарочито ако се ради о „*Just in Time*“ производњи. Када *kanban* оператер види картицу на паноу, узима картицу са паноа и носи је са собом до процеса припреме компонената.

Узима потребну количину и носи их и распоређује на *kanban* полице (види слику 19) директно у шиваони, одакле даље оператери логистике разносе шивачима према потреби.



Слика 19. Пример *kanban* полице

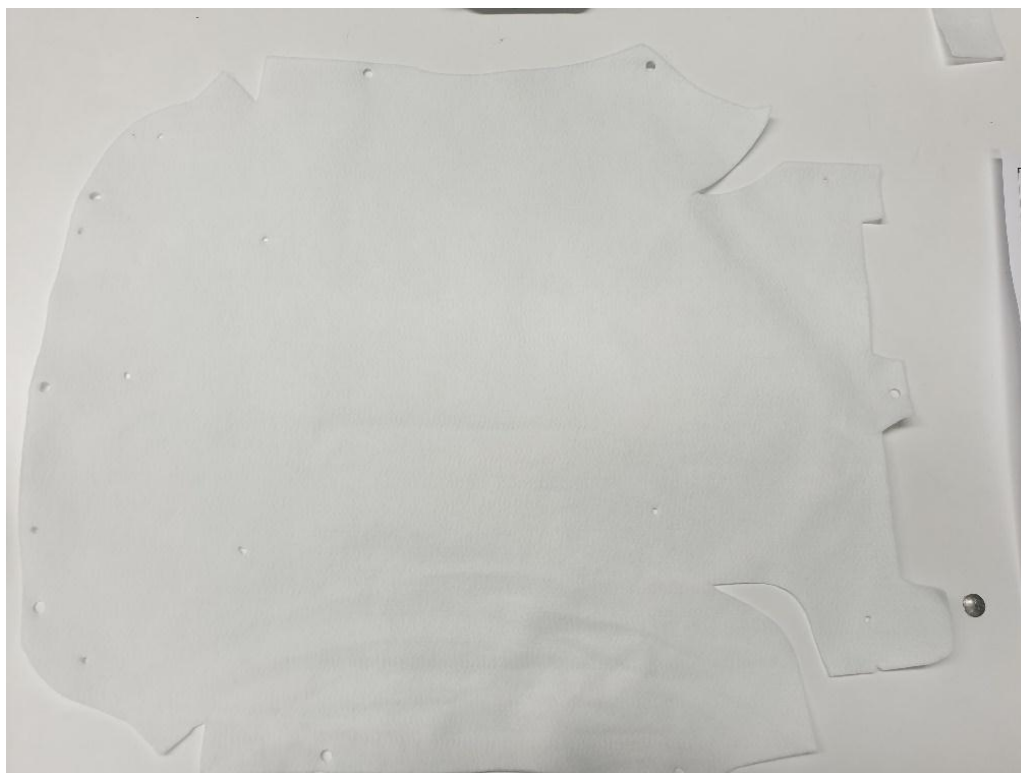
Kanban полица се састоји из три боје, као и *kanban* пано. Када оператер логистике узме компоненте са зеленог поља, *kanban* картицу поставља на зелено поље на *kanban* паноу. То је знак *kanban* оператерима да могу да почну са припремом компонената. Када узме компоненте са жутог поља, то је већ знак да је потребно допунити *kanban* полицу. Материјал на црвеном пољу је сигурносна залиха да не би дошло до застоја у процесу производње и када се одатле узме материјал и картица окачи на црвено поље на табли на *kanban* паноу, то је знак да је хитно потребно допунити полице материјалом.

Када шиваона произведе потребну количину производа за тај дан, приступа се контроли квалитета. Неопходно је да се осигура да су производи произведени у толеранцијама које су предвиђене на цртежу, као и да нема спољашњих оштећења/грешака на спољашњем изгледу производа. Проверени производи се пакују у кутије и складиште у магацин готових производа. Након тога се даље камионима испоручују купцима тачно на време да би се испоштовао план производње возила на Тојотиној линији.

5. Балансирње линије (*Yamazumi*) шивења за пројекат 4026 – Тафнел: Студија случаја

Пре него што се почне са производњом односно пре него се формира један ланац снабдевања, потребно је испунити низ комуникационих корака пре свега са купцима. Купац предлаже количину коју би желео да компанија произведе у одређеном временском року, по договореној цени. Па се према тим информацијама ради студија изводљивости. Неки од основних корака приликом израде те студије су да се провере капацитети у људству, машинама/опреми и да се утврди доступност добављача материјала (евентуално полу-производа). Након потврђивања могућности да се задовољи захтевани обим производње према купцу, приступа се прорачуну такт времена, односно на колико један производ треба да буде произведен да би се задовољило захтев купца. Да би се задовољило такт време у оптималном случају за компанију, потребно је тежити ка равномерној расподели оптерећења ресурса, као нпр. људи, машина, опреме, итд. У овом случају се мисли на шиваће машине и оператере који их опслужују, као и на помоћне операције управљања материјалом. Да би се производ произвео у одговарајућем року, потребно је извести балансирање операција *Yamazumi* методом.

У овој студији случаја ће бити приказан прорачун капацитета и такт времена за тафнел 4026 пројекат (види слику 20), операције потребне да се производ произведе и балансирање линије за производњу овог производа, у циљу задовољавања такт времена и захтева купца.



Слика 20. Материјал тафнел за пројекат 4026.

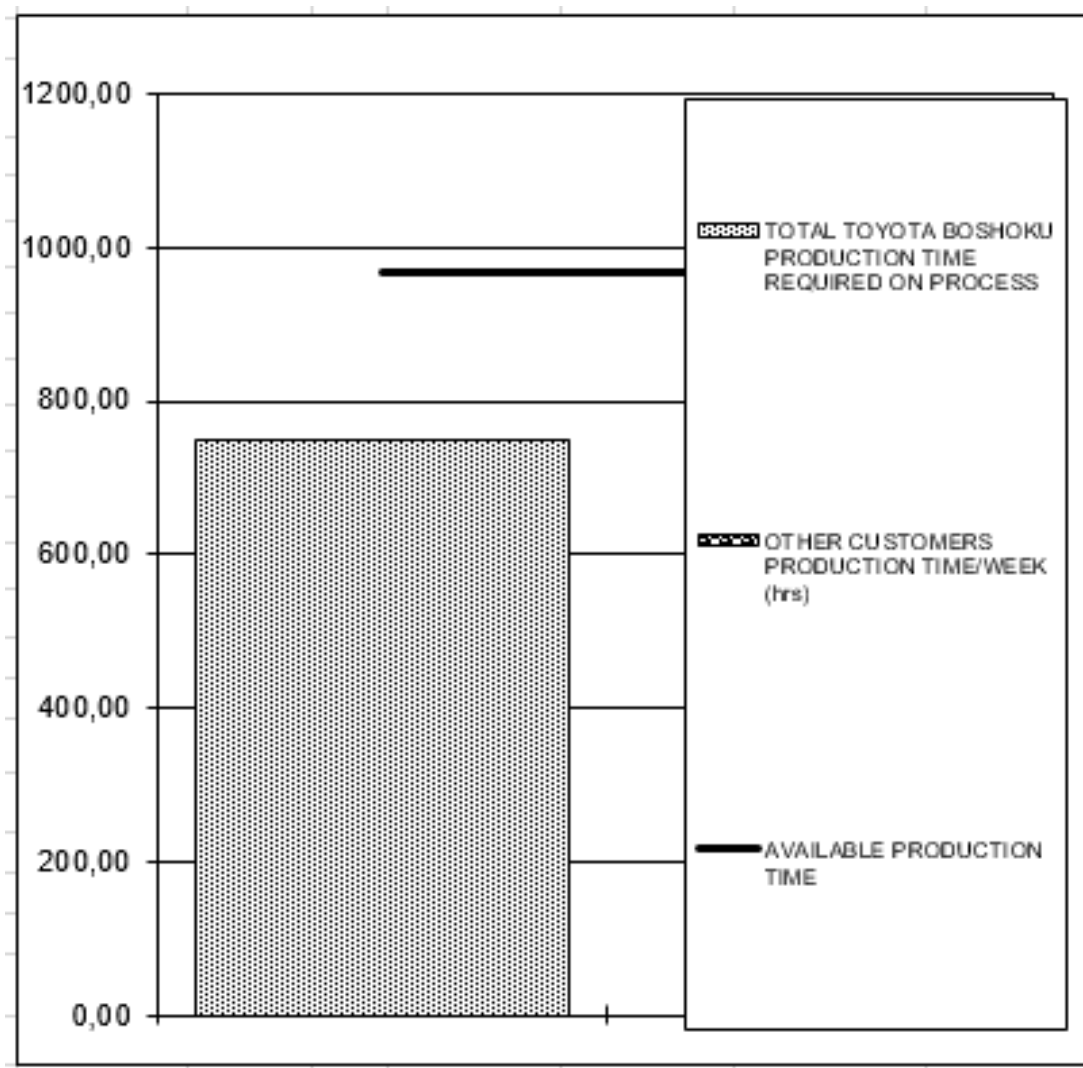
5.1 Прорачун капацитета и такт времена

Израда прорачуна капацитета за производњу одређеног производа према процедури фирме, ради се према интерној методи која је усвојена директно из *Toyota Motors* компаније. Прорачун је сложен јер обухвата и остале процесе попут сечења материјала, паковања, контроле квалитета и слично. Према томе се неће изводити комплетан прорачун већ ће бити напоменути само кључни елементи и прорачун такт времена.

Приликом прорачуна капацитета у обзир се узимају:

- Време циклуса односно време потребно да се сашије један комад.
- Број комада који је могуће сашити на недељном нивоу.
- Проценат шкарта.
- Број потребних оператера.
- Број неопходних машина (у овом случају шиваћих).
- Број смена у којима ће се вршити производња.
- Доступност процеса.
- Проценат застоја (због одржавања, и сл.).

Као излаз се добија доступно време за производњу на недељном нивоу које је један од кључних елемената капацитета. На темељу тога се може видети како се капацитет производње ове компаније уклапа у Тојотин план производње (види слику 21)



Слика 21. График процене капацитета.

На темељу података из прорачуна капацитета, могуће је израчунати такт време. Да би се израчунао такт треба узети у обзир:

- Доступни радни минути по смени (440 мин.).
- Број смена (2).
- Фактор безбедности (0,9).
- Време потребно да се произведе одређена количина комада на недељном нивоу за купца.

$$\text{ТАКТ} = \frac{440 * 2 * 0,9}{1889 * 60} = 25,15$$

5.2 Операције потребне да би се израдио производ – Тафнел 4026

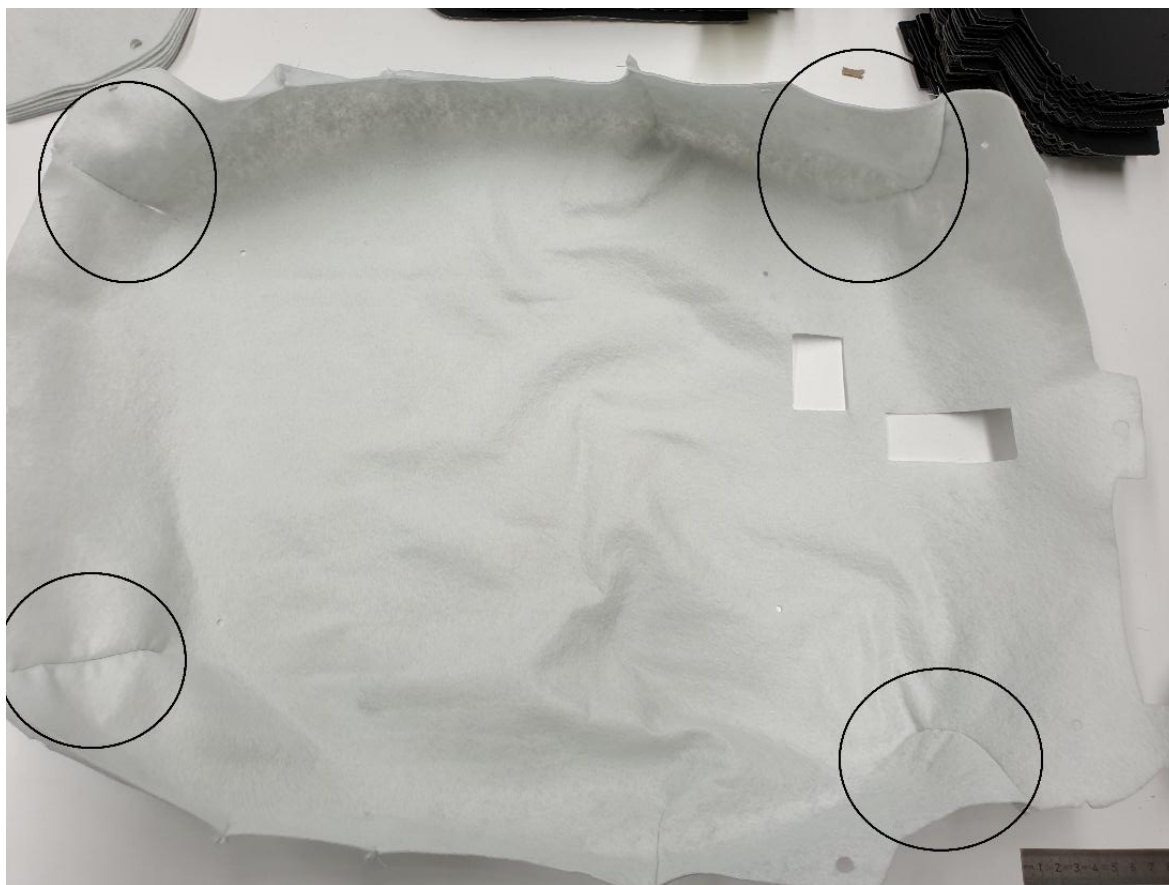
У принципу, цео производ може да произведе један шивач у једној шивачкој радној јединици. Процес израде овог производа се састоји из 4 одвојене операције:

1. зашивање цвикова (делова предвиђених за спајање шавом).
2. зашивање брусне и страпа (материјал правоугаоног облика на који се зашива страп).
3. зашивање страпа за тафнел.
4. лепљење феромагнетних налепница на рупице на тафнелу.

За мерење времена потребног да се спроведе свака од операција узимана су у обзир три типа оператера према политици фирме (почетник, просечан оператер и мајстор шивења). Просек времена потребног да сваки од њих изврши операцију је узет у обзир приликом прорачуна балансирања линије.

Зашивање брусне

Ради се о типичној шивачкој операцији где се два дела материјала тафнел (слика 20) спајају концем и прави се шав или спој као што је приказано на слици 22.



Слика 22. Састављени шавови на материјалу тафнел.

Резултати мерења времена потребног оператерима да зашију саставне шавове су приказани у табели 1 у секундама.

Табела 1. Резултати мерења за саставни шав.

Бр.	Оператер почетник	Просечни оператер	Мајстор шивења
1	151	144	76
2	154	84	90
3	148	85	77
4	143	78	74
5	154	86	71
6	146	88	79
7	133	76	69
8	141	84	71
9	147	87	67
10	108	72	86
просек.	142,5	88,4	76
укупно	102.3		

Зашивање брусне и страпа

Ово је такође типична шивачка операција. Спајање брусне и страпа је приказано на слици 23.



Слика 23. Спајање брусне и страпа.

Резултати мерења времена потребног оператерима да зашију брусну за страп су приказани у табели 2 у секундама.

Табела 2. Резултати мерења за зашивање брусне и страпа.

Бр.	Оператер почетник	Просечни оператер	Мајстор шивења
1	88	73	39
2	98	70	41
3	98	78	40
4	83	66	39
5	89	77	35
6	90	76	37
7	75	66	42
8	73	89	33
9	71	65	36
10	77	58	44
просек.	84,2	71,8	38,6
укупно	64.8		

Зашивање страпа за тафнел материјал

Зашивање страпа за тафнел је задња у низу операција шивења и приказана је на слици 24.



Слика 24. Спајање страпа за тафнел материјал са већ зашивеним цвиковима.

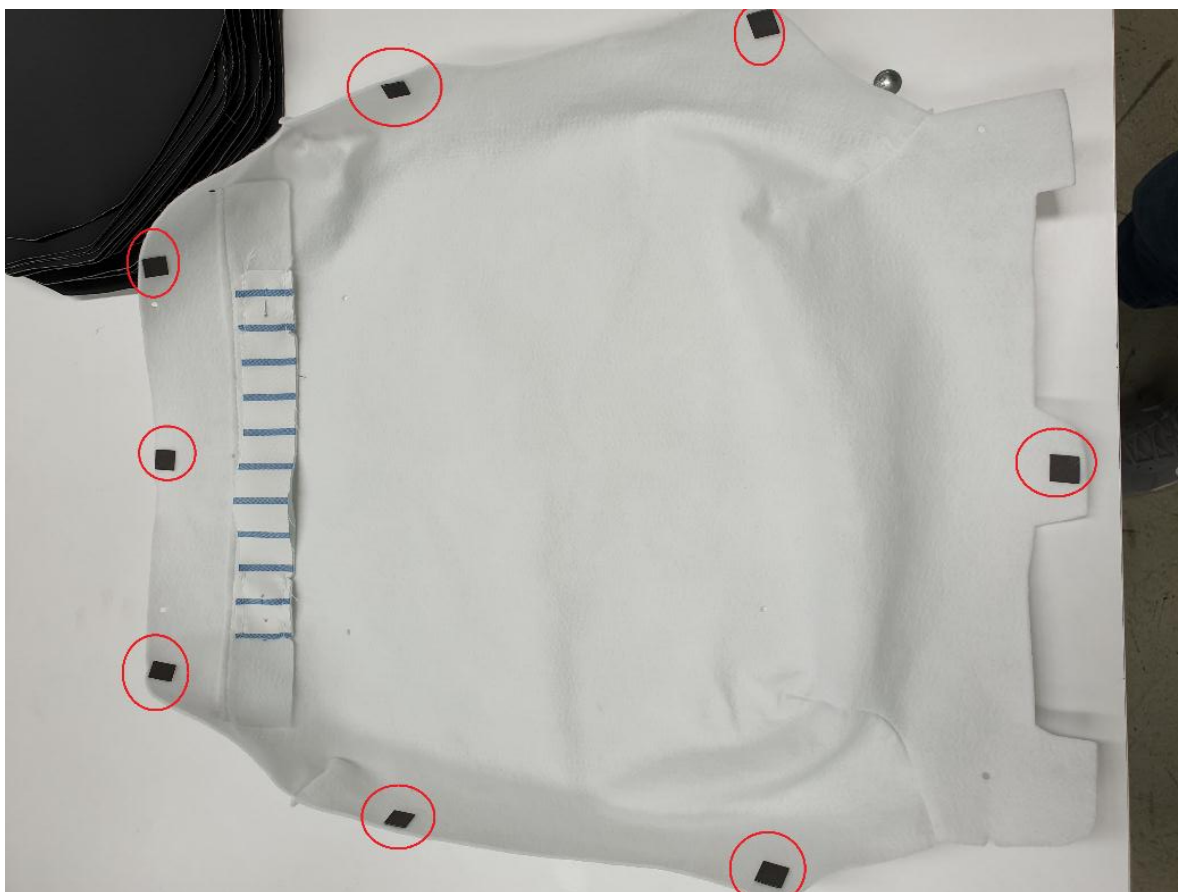
Резултати мерења времена потребног оператерима да зашију страп за тафнел су приказани у табели 3 у секундама.

Табела 3. Резултати мерења за зашивање страпа за тафнел.

Бр.	Оператер почетник	Просечни оператер	Мајстор шивења
1	56	35	25
2	53	32	33
3	56	33	35
4	53	27	28
5	39	26	26
6	52	26	29
7	43	24	27
8	49	35	46
9	47	39	26
10	32	38	28
просек.	48	31,5	30,3
укупно	36,6		

Лепљење феромагнетне налепнице преко рупица на тафнелу

За разлику од претходне три типичне шивачке операције, лепљење феромагнетне налепнице се врши одлепљивањем са табле и лепљењем истих на места предвиђена на тафнелу (види слику 25). Да би се извршила ова операција потребно је залепити укупно 8 феромагнетних налепница. При том се строго мора водити рачуна о позицијама, јер има рупица које остају отворене.



Слика 25. Лепљење феромагнетних налепница на готов тафнел 4026.

Резултати мерења времена за лепљење феромагнетних налепница су приказани само за једног оператера јер се не ради о вештини, него о простој операцији. За ову операцију је извршено 5 мерења. Резултати су приказани у табели 4.

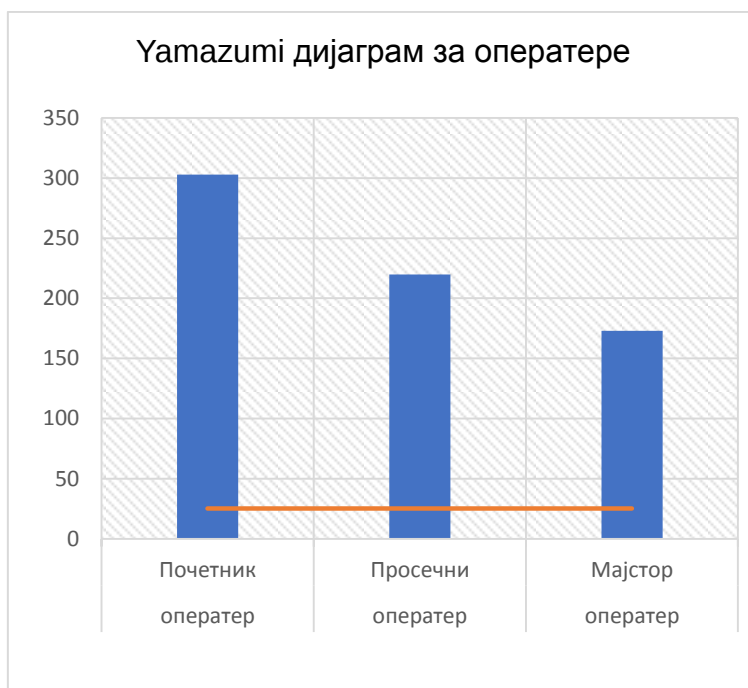
Табела 4. Резултати мерења за зашивање страпа за тафнел.

Бр.	Оператер
1	29
2	24
3	28
4	28
5	32
просек.	28,2

5.3 Балансирање линије (Yamazumi) за производ – Тафнел 4026

На темељу израчунатог такт времена и измерених времена оператерима док врше све четири операције потребне да би се произвео производ – тафнел 4026, могуће је урадити балансирање линије.

Посматрајући сваког од оператера и поредећи са тактом (слика 26) може се закључити да ни један од оператера не може самостално постићи да сашије и комплетира производ у одговарајућем временском року да би се задовољиле потребе Тојоте.



Слика 26. Поређење нивоа оператера (времена потребног да произведу један производ) и такта.

Да би се постигло такт време, потребно је извести балансирање линије и поделити операције на више машина и оператера. Такође је потребно узети средњу вредност свих оператера и на темељу тога добити средње време потребно да се произведе један производ.

$$\text{Просечно време} = \frac{302,9 + 219,9 + 173,1}{3} = 232$$

Према томе се може добити и просечно време за сваку од појединачних операција:

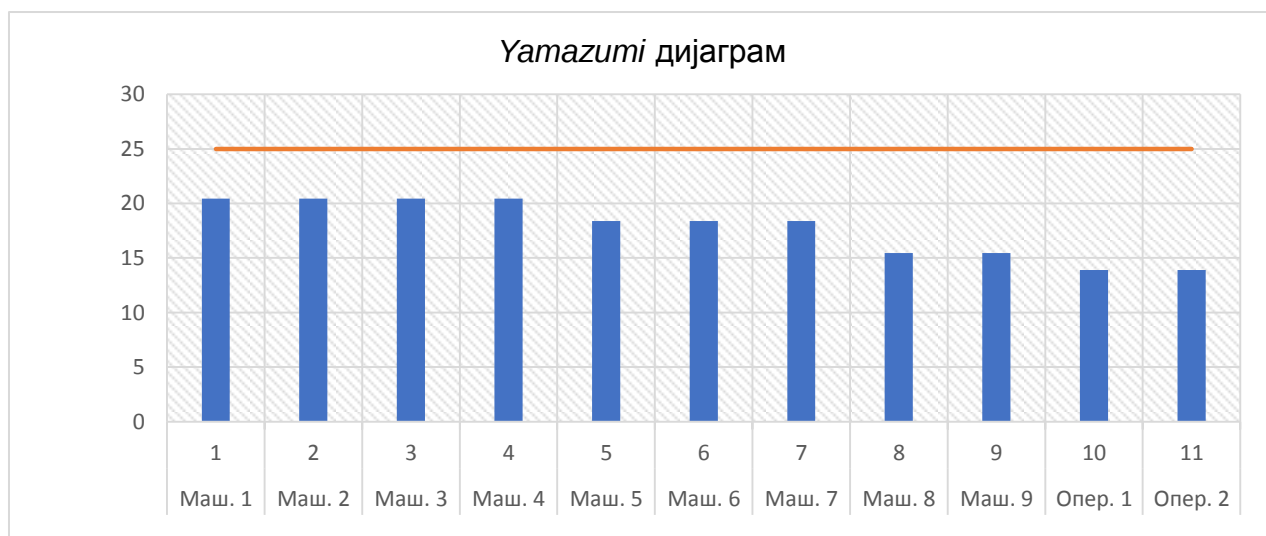
- Зашивање шавова на тафнелу (81,76 секунди).
- Зашивање брусне и страпа (55,2 секунде).
- Зашивање страпа за тафнел (30,9 секунди).
- Лепљење феромагнетних налепница (27,8 секунди).

Да би се постигао ток једног комада потребно је сваку од операција прилагодити такт времену. Као што се може видети из приложеног свака од операција пробија такт време па ће се за прву операцију увести још четири оператера и шиваће машине, за другу три, за трећу два оператера и две машине и четврту операцију ће радити засебни оператери од шивача а такође ће се поделити на два. Према томе ће се добити следећи распоред (табела 6).

Табела 6. Дељење времена по операцијама и прилагођавање такту.

Операција	Машина	Време	Укупно просечно време
Операција 1	Машина 1	22,44	71,76
	Машина 2	22,44	
	Машина 3	22,44	
	Машина 4	22,44	
Операција 2	Машина 5	18,4	55,2
	Машина 6	18,4	
	Машина 7	18,4	
Операција 3	Машина 8	15,4	30,9
	Машина 9	15,4	
Операција 4	Оператер	13,9	27,8
	Оператер	13,9	

Балансирање линије за производ тафнел 4026 је приказано на слици 27.



Слика 27. Избалансирана линија за производ тафнел 4026.

Да би се задовољили захтеви купца према такт времену, било је потребно приступити балансирању линије за производ тафнел 402б. Тренутни капацитети не би могли задовољити захтеве купца. Према томе је урађено проширење операција у смислу капацитета (машина и оператера). Са једне машине капацитет је проширен на девет машина. Такође, операција лепљења феромагнетних налепница је одвојена на посебну операцију коју ће такође вршити два оператера. Операције на машинама 8 и 9 остављају простора за проширење капацитета на друге производе или за проширење у смислу количина. Такође важи и за операције 1 и 2 које врше оператери. Ове операције би се могле проширити на контролу квалитета. Утицај балансирања линије на логистику и добављачки ланац је видљив преко захтева Тојоте на недељном нивоу. Да би се постигла испорука тачно на време и такт, било је потребно проширити капацитете и избалансирати линију.

6. Закључак

Да би се разумела суштина и смисао логистике неопходно је разумети цео ланац снабдевања укључујући и процес производње. Суштина концепта логистике је у интегрисаном приступу у свим њеним саставним активностима: руковању материјалима, пружању услуга потрошачима, логистичким комуникацијама, управљању залихама, складиштењу, транспорту и одрђивању оптималне локације фабрике и складишта. Човек је најбитнији чинилац у интегрисању тих активности.

Прихватањем концепта интегрисане логистике, компанија може уз остале предности да задовољи потребе потрошача за производом/услугом захтеваног квалитета, уз минимизирање трошкова и истовремено остваривање профита.

У данашње време се све више тежи аутоматизацији и примени различитих дигиталних решења у логистици, као основим елементима Индустрије 4.0, са циљем да се дигитално трансформишу логистички процеси. Алати, методе и технике управљања логистиком који су у раду поменути (*FIFO*, *Kanban*) су ручне и застареле и могу да доведу до губитака, кашњења и сл. Треба све више težити имплементацији софтвера који их могу заменити. Паметни и дигитално умрежени системи треба да омогуће људима, машинама, постројењима, логистици и производима да директно међусобно комуницирају.

Поред свих предности, постоје и неке негативне стране и изазови који се односе веома високе материјалне трошкове које предузеће мора да издвоји и потреба за најновијим и најбољим компјутерима да би подржали ову технологију као и за образованим кадром. Затим веће улагање у ИСТ опрему (информационе и комуникационе технологије) за прикупљање и ефективнију обраду података. Сигурност података и сигурност људи се такође морају узети у обзир. Неопходна су и нова знања и вештине стручњацима у области логистике, како би ишли у корак са све бржим развојем технологија.

Многе фабрике у свету све више почињу да практикују *conveyor system* (аутоматизовани транспортни систем) који може побољшати ефикасност и продуктивност производне линије. Може се рећи да је примена конвејера типична за великосеријску и масовну производњу. Премештање великих и тешких компоненти између радних станица не може се увек постићи ручно. Својим основним техничким решењима омогућава савлађивање нагиба, а висећи конвејери могу да користе трећу димензију – висину - за развијање “саобраћајног пута”. На овај начин се повећава ефикасност убрзавајући време производње померањем компоненти на краће растојање, а регулисањем брзине се омогућава усаглашавање кретања са тактом рада на радним местима које спаја линија конвејера.

Overhead Conveyor системи су дигитализовани, аутоматизовани, омогућавају безбедно померање компонената и комплетних производа изнад нормалне радне висине (изнад глава оператера). Омогућавају и постављање радних станица једне изнад друге, чиме се боље искоришћава простор и побољшава *layout* (распоред радних места) у фабрици.

Утицај балансирања линије на логистику и добављачки ланац је видљив преко захтева Тојоте на недељном нивоу. Да би се постигла испорука тачно на време и такт, потребно је проширити капацитете и избалансирати линију.

7. Литература

- [1] Матељак, Ж., Михановић, Д., Вежа, И (2017), *Управљање производњом*, Економски факултет, Сплит
- [2] Регодић, Д. (2010). *Логистика*. Факултет за информатику и менаџмент, Универзитет Сингидунум, Београд.
- [3] Бошковић, Ј. *Управљање ланцима снабдевања* (Нуачни рад, Факултет инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац)
- [4] Томашевић, М. (2018). *Адаптивни модел за управљање ланцима снабдевања у малим и средњим предузећима* (Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Универзитета у Новом Саду, Нови Сад).
- [5] Harrison, A., Van Hoek, R.I, *Logistics Menagment and Strategy*, Competing through the supply chain, Pearson Education, 2008
- [6] Hugos, M. H., *Essentials of Supply Chain Management* (Vol. 62), John Wiley & Sons, 2011.
- [7] Mentzer, J. T.; DeWitt, W.; Kechlcr, J. S.; Min, S.; Nix. N. W.; Smith, C. D., Zacharia, Z. G, *Defining Supply Chain Management*, Journal of Bussiness Logistics, Vol. 22., No. 2., 2001 (1 -25)
- [8] Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B, *Supply Chain Logistics Management* (Vol. 2), McGraw-Hill, New York, 2002.
- [9] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E., *Managing the Supply Chain*. The Definitive Guide for the Business Professional, McGraw-Hill Computes, 2004
- [10] Frazelle, E., *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. McGraw-Hill Companies.Inc., USA, 2002
- [11] Min, H., Zhou, G.: *Supply chain modeling: past, present and future*, *Computers & Industrial Engineering*, 43, pp. 231-249, 2002
- [12] Stevens G.C., *Integrating the supply chain*, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 19, no. 8, pp. 3–8, 1989
- [13] Christopher, M., *Logistics and supply chain management*, *Financial Times*, Irwin Professional Publishing, New York, 1994
- [14] Chow, G., Heaver, T. D., Henriksson, L. E., *Logistics Performance: Definition and Measurement*, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24., No. 1., pp. 17 – 28., 1994
- [15] Beamon, M. B.: *Supply chain design and analysis: Models and methods*, *International Journal of Production Economics*, 55, pp. 281 – 294, 1998
- [16] <https://kanbanize.com/lean-management/pull/what-is-pull-system/> Датум преузимања: 16.11.2019
- [17] <https://www.allaboutlean.com/fifo-lane/> Датум преузимања: 16.11.2019
- [18] Јеремић, Б., Тодоровић, П., Мачужић, И., Ђапан, М., Милошевић, М., Раденковић, М., Вучковић, Ђ. (2013), *Основи Lean производње*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац.
- [19] The Lean Enterprise Institute Cambridge, MA: *LEAN LEXICON a graphical glossary for Lean Thinkers*, 4th Edition, USA, 2008

- [20] <http://leanmanufacturingpdf.com/yamazumi-chart/> Датум преузимања: 16.11.2019
- [21] <http://www.sixsigmatrainingfree.com/six-sigma-blog/yamazumi-chart> Датум преузимања: 16.11.2019