

# Primjena Kanban sustava u proizvodnom poduzeću

---

**Babić, Lucija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:098820>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-21**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Lucija Babić**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:

Lucija Babić

Zagreb, 2022.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru, prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na prenesenom znanju, razumijevanju i savjetima kojima mi je pomogao pri izradi ovog završnog rada.

Također bih se htjela zahvaliti svojoj obitelji i dečku što su mi uvijek bili potpora, vjerovali u mene i pružali mi pomoć kad god je to bilo potrebno. Hvala svim mojim prijateljima na podršci, savjetima i strpljenju.

Posebnu zahvalu zaslužuje moja kolegica Marija koja mi je uvelike pomogla pri pisanju ovog rada i uvijek je bila tu za mene tijekom cijelog studija.

Hvala svom osoblju u poduzeću Končar – Profesionalne kuhinje što su me primili i maksimalno mi izašli u susret.

Lucija Babić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 22 – 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Lucija Babić** JMBAG: **0035213970**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Primjena Kanban sustava u proizvodnom poduzeću**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Applying Kanban system in factory**

Opis zadatka:

Značajan broj proizvodnih sustava u Hrvatskoj i regiji ne primjenjuju svjetski vrijedne metodologije i koncepte za njihovo poboljšavanje, poput Lean menadžmenta, Reinženjeringa poslovnih procesa, Six Sigmme, Kaizena, Mapiranja procesa i drugih. Lean menadžment je svjetski priznati poslovni integralni sustav proizašao iz Toyotinog proizvodnog sustava. Na uspješnu provedbu Leana u proizvodnom poduzeću značajno utiče implementacija Kanban sustava i Pulla.

U radu je potrebno:

- Detaljno opisati sustave kontinuiranog poboljšavanja koji se koriste u proizvodnim i uslužnim procesima u tvornicama
- Detaljno opisati Pull sustav i Kanban
- Razviti sustav upravljanja dobavom sirovina i tehničke robe u procese proizvodnje implementacijom Kanban sustava i Pulla
- Na primjeru proizvoljno odabranog proizvodnog poduzeća primijeniti razvijeni Kanban sustav i Pull
- Kvantificirati postignute uštede (vrijeme, troškovi, kvaliteta...)

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć

Zadatak zadan:

9. 5. 2022.

Datum predaje rada:

2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.  
3. rok: 22. 9. 2022.

Predviđeni datumi obrane:

2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.  
3. rok: 26. 9. – 30. 9. 2022.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednik Povjerenstva:  
Prof. dr. sc. Branko Bauer

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA .....	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY .....	VII
1. UVOD.....	1
1. LEAN MENADŽMENT .....	2
1.1. Principi Lean menadžmenta.....	3
2. KONTINUIRANO POBOLJŠAVANJE - KAIZEN.....	5
2.1. Kaizen radionice .....	5
2.2. Kaizen filozofija.....	6
3. SUSTAVI I ALATI KONTINUIRANOG POBOLJŠAVANJA .....	8
3.1. Just in time (pravovremena) proizvodnja.....	8
3.2. PDCA .....	9
3.3. 5S .....	10
3.3.1. <i>Seiri</i> .....	11
3.3.2. <i>Seiton</i> .....	11
3.3.3. <i>Seiso</i> .....	12
3.3.4. <i>Seiketsu</i> .....	12
3.3.5. <i>Shisuke</i> .....	12
3.4. Gemba walk .....	12
3.5. Mapiranje toka vrijednosti (VSM).....	14
3.6. 5Ws .....	16
4. PULL SUSTAV.....	18
4.1. Kriteriji pri izboru vrste pull sistema .....	19
4.2. Vrste pull sustava .....	19
4.2.1. <i>Nadopunjavajući pull sustav</i> .....	19
4.2.2. <i>Sekvencijalni pull sustav</i> .....	20
4.2.3. <i>Mješoviti pull sustav</i> .....	21
4.3. Primjeri pull sustava.....	22
4.3.1. <i>Kanban</i> .....	22
4.3.2. <i>CONWIP</i> .....	22
4.3.3. <i>POLCA</i> .....	25
4.3.4. <i>Drum-Buffer-Rope</i> .....	26
6. KANBAN .....	28
6.1. Osnovna pravila Kanbana .....	29
6.2. Kanban kartice .....	31
6.3. Tipovi kanbana.....	31

6.3.1. Proizvodni kanban .....	32
6.3.2. Transportni kanban.....	33
6.4. Kanban ploče.....	33
6.4.1. Izgled ploče .....	33
6.4.2. Oblikovanje ploče .....	34
6.5. Implementacija.....	34
7. PRIMJENA KANBAN SUSTAVA U PODUZEĆU KONČAR – PROFESIONALNE KUHINJE D.O.O.....	38
7.1. Općenito o poduzeću Končar – Profesionalne kuhinje.....	38
7.2. Organizacija proizvodnje .....	38
7.3. Opis odabranog procesa .....	42
7.4. Vrijeme trajanja procesa i mapiranje toka vrijednosti .....	43
7.5. Trenutno stanje i prijedlog implementacije kanban i pull sustava.....	44
7.6. Optimizacija montažne linije .....	48
7.7. Kanban .....	51
8. ZAKLJUČAK.....	53
LITERATURA.....	54

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Muda, Mura i Muri [1] .....	2
Slika 2.	5 principa Lean menadžmenta [2] .....	3
Slika 3.	PDCA krug [7] .....	9
Slika 4.	5S koraci .....	11
Slika 5.	Tok vrijednosti proizvoda [2] .....	14
Slika 6.	Primjer mape toka vrijednosti [10] .....	15
Slika 7.	5W metoda [12] .....	16
Slika 8.	Push i pull sustav .....	18
Slika 9.	Skica nadopunjavajućeg pull sustava [14] .....	20
Slika 10.	Skica sekvencijalnog pull sustava [14] .....	21
Slika 11.	ABC klasifikacija [16] .....	22
Slika 12.	CONWIP sustav [17] .....	23
Slika 13.	Sustav u kojem se istovremeno primjenjuju kanban i CONWIP kartice, zajednički red čekanja proizvoda [17] .....	24
Slika 14.	Sustav u kojem se istovremeno primjenjuju kanban i CONWIP kartice, odvojeni red čekanja proizvoda [17] .....	25
Slika 15.	POLCA kartica [18] .....	26
Slika 16.	POLCA petlje između procesa [17] .....	26
Slika 17.	Drum-Buffer-Rope metoda – analogija s izviđačima [17] .....	27
Slika 18.	Kanban kartice koje signaliziraju početak proizvodnje [19] .....	29
Slika 19.	Kanban kartica [20] .....	31
Slika 20.	Proizvodni i transportni kanban [23] .....	32
Slika 21.	Kanban ploča [23] .....	34
Slika 22.	WIP ograničenja na kanban ploči [27] .....	36
Slika 23.	Raspisani radni nalozi .....	39
Slika 24.	Zatvoreni radni nalozi .....	39
Slika 25.	Primjer tjednog popisa narudžbi .....	40
Slika 26.	Popis komponenti proizvoda .....	41
Slika 27.	Plinski roštilj proizvođača Končar .....	42
Slika 28.	Mapa toka vrijednosti .....	44
Slika 29.	Odlaganje gotovih proizvoda .....	45
Slika 30.	Komponente proizvoda koje čekaju montažu .....	47
Slika 31.	Skladištenje istovrsnih komada na različitim mjestima .....	48
Slika 32.	Radno mjesto prije čišćenja .....	49
Slika 33.	Radno mjesto nakon čišćenja i uređivanja .....	50
Slika 34.	Kanban kartica .....	52



## POPIS TABLICA

Tablica 1. Izračun vremena trajanja procesa .....	43
Tablica 2. Pomoćno vrijeme u procesu montaže prije uvođenja poboljšanja .....	49
Tablica 3. Pomoćno vrijeme u procesu montaže nakon poboljšanja .....	51

**POPIS KRATICA**

<b>Kratika</b>	<b>Opis</b>
JIT	eng. <i>Just In Time</i> - Pravovremeno
VSM	eng. <i>Value Stream Mapping</i> - Mapiranje toka vrijednosti
C/T	eng. <i>Cycle Time</i> - Vrijeme ciklusa
L/T	eng. <i>Lead Time</i> - Vrijeme isporuke
C/O	eng. <i>Changeover Time</i> - Vrijeme izmjene
MTS	eng. <i>Make-To-Stock</i> - Napraviti za zalihu
MTO	eng. <i>Make-To-Order</i> - Napraviti za narudžbu
FIFO	eng. <i>First-In-First-Out</i> - Prvo unutra, prvo van
WIP	eng. <i>Work In Progress</i> - Rad u tijeku
ERP	eng. <i>Enterprise Resource Planning</i> - Planiranje resursa poduzeća

## **SAŽETAK**

Tema ovog završnog rada je primjena Kanban sustava u proizvodnom poduzeću. Na početku je u kratkim crtama predstavljen Lean menadžment kao jedan od vodećih svjetskih pristupa za upravljanje proizvodnjom. Nadalje, predstavljena je filozofija kontinuiranog poboljšavanja – Kaizen. Navedeni su i opisani neki od alata i sustava koji se koriste sa ciljem postizanja kontinuiranih unaprjeđenja, kao što je Just in time proizvodnja, PDCA, 5S i dr. U radu je naglasak stavljen na Pull sustav. Prikazane su vrste i primjeri pull sustava, od kojih je izdvojen Kanban. Taj sustav je detaljnije analiziran i prikazani su svi njegovi aspekti. Na primjeru jednog hrvatskog poduzeća, provedena je analiza proizvodnog sustava. Također su definirani i prijedlozi za poboljšanja, a neka od njih su i provedena te su rezultati kvantificirani.

Ključne riječi:

Lean menadžment, Kaizen, sustavi kontinuiranog poboljšavanja, Pull, Kanban

## **SUMMARY**

The topic of this paper is the application of the Kanban system in a factory. At the beginning, Lean management was briefly presented as one of the world's leading approaches to production management. Furthermore, the philosophy of continuous improvement - Kaizen is presented. Some of the tools and systems used to achieve continuous improvements are listed and described, such as Just in time production, PDCA, 5S, etc. The paper emphasizes the Pull system. Types and examples of pull systems are shown, of which Kanban is singled out. This system is analyzed in more detail and all its aspects are presented. On the example of one Croatian company, an analysis of the production system was carried out. Suggestions for improvements were also defined, and some of them were implemented and the results were quantified.

Keywords:

Lean management, Kaizen, continuous improvement systems, Pull, Kanban

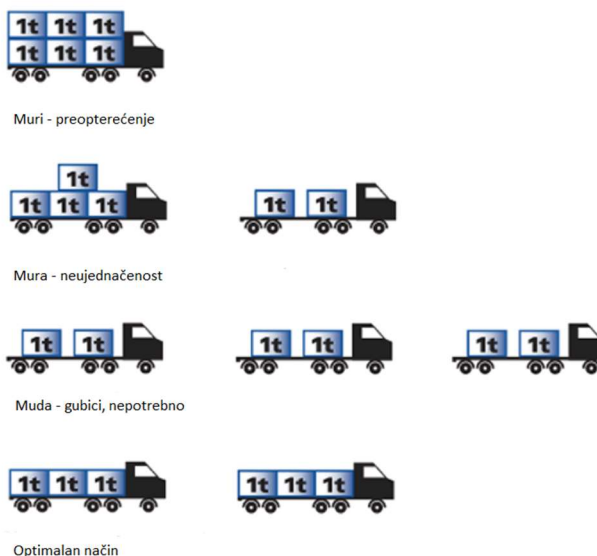
## 1. UVOD

Današnje tržište karakterizira velika konkurentnost te nagle i brze promjene. Poduzeća koja žele biti konkurentna moraju biti sposobna prilagoditi se svim tim promjenama i željama kupaca u što kraćem vremenskom roku. Kako bi se to ostvarilo, potrebno je osigurati optimalno vođenje procesa proizvodnje te razviti efektivan sustav upravljanja zalihama. Postoje razni koncepti koji omogućuju unaprjeđenje proizvodnih sustava i procesa. Jedan od najpoznatijih i najraširenijih je upravo Lean menadžment. On se bazira na stvaranju što veće vrijednosti uz što manja ulaganja i gubitke, a naglasak se uvijek stavlja na kupca i visoku kvalitetu proizvoda. Jedno od temeljnih načela Leana je Kaizen. To je japanska poslovna i životna filozofija koja se temelji na uvođenju kontinuiranih poboljšanja. Ona se bazira na zaposlenicima i zagovara da svatko mora sudjelovati u pronalaženju boljih rješenja i unaprjeđenja procesa i radnog mjesta. Postoje mnogi alati i sustavi koji omogućuju uvođenje kulture kontinuiranog poboljšavanja u poduzeće. Jedan od važnijih je upravo Pull sustav i on je detaljno obrađen u ovom radu. Pull se veže na princip pravovremene (Just-In-Time) proizvodnje. To je zapravo sustav upravljanja proizvodnjom koji se temelji na minimiziranju potrebnih zaliha, a samim time i troškova skladištenja. Proizvodnja započinje samo kada nastane potreba za proizvodom. Nadalje, kako bi se ostvarila uspješna pull proizvodnja, potrebno je pratiti proizvode i zalihe te uvesti efikasan način signaliziranja početka proizvodnje. Tome služi Kanban. Kanban kartice se dodjeljuju proizvodima i prate ih kroz sve aktivnosti. Kada je proizvod završen i izađe iz procesa, kartica signalizira da novi proces može početi. U radu je opisan detaljniji princip provođenja kanbana.

U praktičnom dijelu rada predstavljeno je poduzeće Končar – Profesionalne kuhinje. Analizom proizvodnih procesa unutar poduzeća ustanovljeno je su neki nedostaci i pronađene su aktivnosti koje se mogu unaprijediti. Dani su prijedlozi za poboljšanja te je provedena optimizacija radnih stanica i kanban.

## 1. LEAN MENADŽMENT

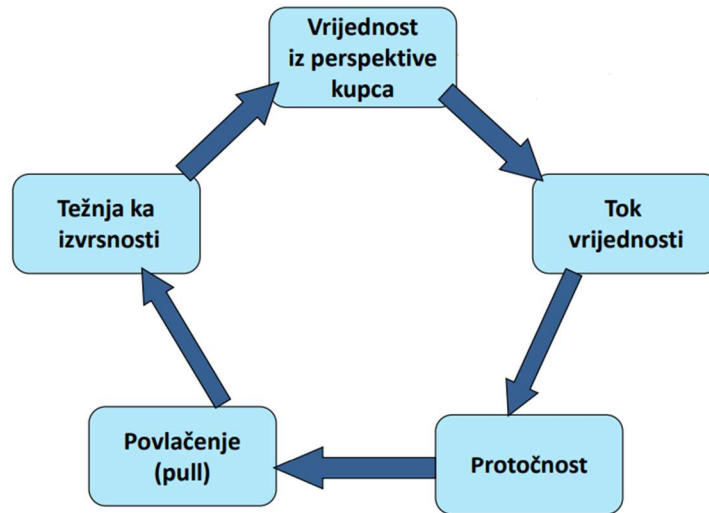
Pojam lean (hrv. vitak) prvi se put pojavljuje u knjizi „The machine that changed the world“. u njoj su autori J.P. Womack i D.T. Jones opisali razlike između japanske i zapadne automobilske industrije. Izraz lean iskoristili su kako bi opisali Toyotin proizvodni sustav, koji je nastao sredinom 20. stoljeća u Japanu u cilju postizanja veće konkurentnosti na svjetskom tržištu. Lean menadžment je zapravo proces kontinuiranog unaprjeđenja, poznatiji kao Kaizen, koji se sastoji od skupa alata i tehnika uz pomoć kojih se pokušavaju zadovoljiti svi zahtjevi kupaca a da se pritom iz procesa izbace sve aktivnosti koje ne donose vrijednost samom proizvodu ili usluzi. Njegova temeljna načela su potpuno suprotna od onih zapadne industrije, koja se temelji na masovnoj proizvodnji s velikim proizvodnim sustavima koji za posljedicu imaju ogromne zalihe, prekide i čekanja. Kod lean proizvodnje fokus je na postizanju najbolje moguće kvalitete proizvoda uz najniže troškove i u najkraćem vremenu, a karakteriziraju je još i velika varijabilnost prozvoda, fleksibilnost i male zalihe. To se postiže otklanjanjem gubitaka (jap. *Muda*), neujednačenosti u proizvodnji (jap. *Mura*) i preopterećenosti pojedinaca ili opreme (jap. *Muri*), što je prikazano na [Slika 1].[1]



Slika 1. Muda, Mura i Muri [1]

### 1.1. Principi Lean menadžmenta

Jedno od glavnih obilježja leana je upravo njegova orijentiranost kupcu te posvećenost kontinuiranom poboljšanju uz minimiziranje rasipnosti, tj. gubitaka. [Slika 2] prikazuje pet koraka poboljšanja određenog procesa te se najčešće opisuje upravo pomoću tih pet osnovnih principa.



Slika 2. 5 principa Lean menadžmenta [2]

#### 1. Utvrditi vrijednost

Kupac je taj koji definira vrijednost određenom proizvodu ili usluzi. Potrebno je dobro poznavati kupca i proizvod treba oblikovati prema njegovim potrebama i željama. Prava vrijednost za kupca se postiže utvrđivanjem procesa koji dodaju vrijednost samom proizvodu te uklanjanjem gubitaka.

#### 2. Mapirati tok vrijednosti

Nakon utvrđivanja vrijednosti, sljedeći korak uključuje njeno mapiranje. Mapa toka vrijednosti vizualni je alat koji prikazuje sve kritične korake u određenom procesu i jednostavno kvantificira vrijeme i količinu potrebnu za svaku fazu. Ona prikazuje tijek i materijala i informacija kroz proces. Svrha mapiranja toka vrijednosti je identificirati i ukloniti ili smanjiti rasipanje u tokovima vrijednosti, čime se povećava učinkovitost danog toka vrijednosti. Uklanjanje gubitaka ima za cilj povećati produktivnost stvaranjem jednostavnijih operacija.

### 3. Osigurati tok proizvodnje

Potrebno je osigurati neprekidan tok proizvoda. Proizvod treba prolaziti kroz proces do kupca bez zastoja, smetnji i čekanja. Bitno je ukloniti sva postojeća uska grla i minimizirati vrijeme u procesu koje ne dodaje vrijednost proizvodu.

### 4. Uspostaviti povlačenje (eng. *pull*)

Proizvodnja se treba temeljiti na pull sustavu (sustav povlačenja proizvoda) kako bi se izbjegla prekomjerna proizvodnja i stvaranje zaliha. Povlačenje znači da prethodna operacija proizvodi samo ono što sljedeća operacija treba. Tek kada kupac izrazi potrebu za proizvodom započinje sama proizvodnja, ali počevši od zadnjeg koraka tako da šalje informaciju svakom prethodnom o potrebnoj količini materijala ili dijelova. Kao rezultat takve proizvodnje, nema potrebe za prijevremenom proizvodnjom te skladištenjem gotovih proizvoda.

### 5. Težnja ka izvrsnosti

Posljednji princip je težnja ka izvrsnosti i ona zapravo obuhvaća kontinuirano poboljšanje svih aktivnosti i zaposlenika. Ovo je možda i najvažniji korak, integrirati lean razmišljanje i način poslovanja u korporativnu kulturu i prenjeti ga svim zaposlenicima. Lean nije statičan i potrebno je neprekidno ulagati rad i trud kako bi se pojedini proces usavršio. [2]



## 2. KONTINUIRANO POBOLJŠAVANJE - KAIZEN

Kao što je spomenuto u prethodnom poglavlju, lean je pristup unaprjeđenja proizvodnje ili poslovanja koji se temelji na konceptu kontinuiranog poboljšavanja, to jest postizanju malih inkrementalnih promjena u procesu u svrhu unaprjeđenja efikasnosti i kvalitete. Lean se koristi raznim alatima i pristupima. Jedan od poznatijih je Kaizen, čiji je osnovni cilj kontinuirano poboljšavanje. Sam pojam „Kaizen“ nastao je od dviju japanskih riječi, „kai“, što znači promjena, i „zen“, što znači dobro. Doslovni prijevod imena glasi „promjena na bolje“. Taj pojam je prvi uveo Taiichi Ohno, otac Toyota proizvodnog sustava.

### 2.1. Kaizen radionice

Početak Kaizena se veže uz japanske krugove kvalitete nakon 2. svjetskog rata. Ti krugovi, to jest grupe zaposlenika bavili su se sprječavanjem kvarova u Toyoti. Oni su nastali kao odgovor na posjete američkih savjetnika i menadžera, među kojima je bio i W.E. Deming, koji su zagovarali da bi se kontrola kvalitete trebala prepustiti radnicima na liniji. [3]

Takav koncept se proširio po cijelom Japanu, a osoba zaslužna za njegovo širenje i u zapadnom svijetu je Masaaki Imaia. On je bio organizacijski teoretičar i konzultant za menadžment te je osnovao Kaizen institut s kako bi mogao pomoći ostalim svjetskim poduzećima implementirati filozofiju Kaizena. Također je i popularizirao krugove kvalitete koji se nazivaju i Kaizen radionice. Kaizen zahtjeva poticanje svih zaposlenika na svakodnevna mala poboljšanja, gdje god su moguća, koja se odmah implementiraju te također uključivanje u radionice na kojima se pokušava doći do rješenja konkretnih problema.

Hutchins (1985.) tvrdi: „Krug kvalitete je mala grupa od tri do 12 ljudi koji rade isti ili sličan posao, redovito dobrovoljno se okupljaju oko sat vremena tjedno u plaćeno vrijeme, obično pod vodstvom nadgledatelja, te osposobljeni identificirati, analizirati i rješavati neke od problema u svom području rada, prezentirati rješenja za upravljanje, i gdje je to moguće, implementirati sama rješenja.“ Iz ove definicije, bitno je uočiti dio koji navodi kako zaposlenici pokušavaju doći do rješenja nekog problema u svom području rada. Naravno da drugi mogu iznositi prijedloge, ali bit krugova kvalitete jest u tome da upravo ljudi koji sačinjavaju taj krug postaju menadžeri i upravitelji na svojoj određenoj razini. Kako bi došli do uspješnih zaključaka i rješenja, potrebne

su im informacije. Što im se više podataka i informacija pruži od strane menadžmenta te zaposlenika iz drugih odjela, to će efektivnija grupa biti.[4]

Koncept Kaizen radionice se sastoji od nekoliko koraka:

1. Propoznavanje problema
2. Identifikacija procesa i područja za poboljšanja
3. Analiza korijenskih uzroka problema i definicija mogućih unaprjeđenja
4. Definicija plana mjera

## 2.2. Kaizen filozofija

Kao filozofija, Kaizen se bavi izgradnjom kulture u kojoj su svi zaposlenici aktivno uključeni u predlaganje i implementaciju poboljšanja u tvrtki. U pravim lean poduzećima, to postaje prirodan način razmišljanja i za menadžere i za zaposlenike u pogonima. [5]

Postoji nekoliko načela na kojima se temelji ova filozofija. Na prvom je mjestu timski rad. Cijeni se svaki zaposlenik, sva mišljenja se uvažavaju i uzimaju u obzir te se potiče aktivno sudjelovanje i davanje prijedloga, čak i onda kada se smatra da proces funkcionira dovoljno dobro. Cijela Kaizen filozofija počiva na ideji da uvijek postoji mjesta za napredak i da proces uvijek može biti bolji. Uvođenje promjena nije ograničeno samo na specifično područje ili odjel poduzeća. Svaki bi se zaposlenik, od top menadžera do radnika na linijama, trebao ohrabrivati i stimulirati da svakodnevno iznosi svoje prijedloge i za najmanja poboljšanja. [6]

Postoji pet osnovnih Kaizen principa i njihovom implementacijom u poduzeće se postiže kultura kontinuiranog poboljšavanja. Ti principi su:

1. Poznavati kupca
2. Minimizirati gubitke
3. Biti na licu mjesta
4. Cijeniti i poticati zaposlenike
5. Transparentnost i vizualizacija.

Japanska kvaliteta proizlazi iz vođenja procesa temeljenih na ovim principima. Najvažnija značajka Kaizena je pronalaženje uzroka i ispravljanje pogrešaka. Prema Kaizenu, niz malih

poboljšanja koja se provode kroz dulje vremensko razdoblje dovest će do značajnog poboljšanja kvalitete poslovnih procesa. Također, sve se može poboljšati i uvijek ima prostora za daljnji napredak. Kaizen stvara ozračje i atmosferu u kojoj se svaki zaposlenik cijeni i može ukazati na probleme ili iznijeti svoj prijedlog. Oni koji su usvojili Kaizen filozofiju i djeluju u skladu s njom traže uzroke vlastitih pogrešaka. Pogreške se ne kažnjavaju nego se na njih gleda kao na prilike za nova saznanja i poboljšavanje. Srž Kaizena je poboljšanje same kvalitete procesa, a ne poboljšanje zaposlenika. Nije potrebno tražiti savršeno rješenje, bitno je odmah djelovati i uvesti neko rješenje koje će se kasnije unaprijediti. Većinu prijedloga za nova poboljšanja uvode sami zaposlenici te je iz tog razloga otpor promjenama mali.

### 3. SUSTAVI I ALATI KONTINUIRANOG POBOLJŠAVANJA

#### 3.1. Just in time (pravovremena) proizvodnja

Just in time ili JIT sustav je svoje začetke doživio u Japanu 60-ih godina prošlog stoljeća kao odgovor na „Just in case“ način proizvodnje koji se primjenjivao u zapadnim zemljama. Temelj Just in case sustava je serijska proizvodnja standardiziranih dijelova bez varijacija, uz stvaranje velikih količina zaliha. S druge strane JIT se primjenjuje s ciljem minimiziranja zaliha i prekomjerne proizvodnje te naravno smanjenjem troškova vezanih uz to. JIT pruža pravi proizvod u pravo vrijeme, a pritom se nabavlja samo ona količina materijala koja je potrebna za proizvodnju, a proizvodi se samo na temelju narudžbi. JIT zahtijeva pažljivo planiranje cijelog opskrbnog lanca i korištenje softvera kako bi se proveo cijeli proces do isporuke, što povećava učinkovitost i eliminira mogućnost pogreške jer se svaki korak procesa prati.

Kako bi se postigla pravovremena proizvodnja, potrebno je zadovoljiti neke zahtjeve:

1. Uklanjanje ili minimiziranje svih nepotrebnih zaliha u s ciljem smanjenja troškova
2. Visoka kvaliteta dijelova i proizvoda, kako bi se izbjegli zastoji u proizvodnji i potencijalni gubici
3. Između organizacije i dobavljača mora biti osigurana dobra kooperacija i isporuka na vrijeme, kako ne bi dolazilo do kašnjenja zbog čekanja materijala ili dijelova
4. Prednost se daje dobavljačima koji se nalaze blizu lokacije poduzeća, kako bi se osigurao brz i dostupan transport
5. Potražnja određuje količinu proizvodnje
6. Važno je osigurati međusobno povjerenje i poštovanje među svim zaposlenicima te poticati timski rad
7. Kupac je glavni razlog poslovanja poduzeća te je najbitnije osigurati njegovo zadovoljstvo.

Glavne prednosti JIT sustava su smanjenje potrebnog prostora i troškova, uklanjanje raznih gubitaka te izbjegavanje velikih investicija za opskrbu zalihama.

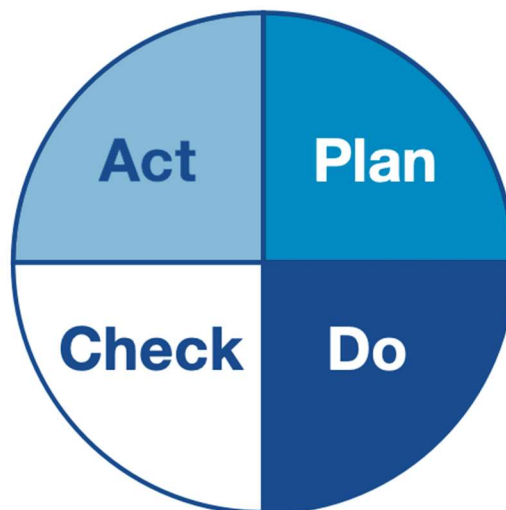
S druge strane, postoje i neki nedostaci. S obzirom da su zalihe minimalne, a potražnja za proizvodom se teško procjenjuje i često bude pogrešna, postoji rizik od manjka materijala i proizvoda. U današnje vrijeme je to jako izraženo zbog nestabilnog svjetskog tržišta te se često događa da tvrtke ne mogu nabaviti potreban materijal, što naravno vodi do kašnjenja u isporuci

proizvoda. Ovisnost o dobavljačima je također velika mana. Za svaku narudžbu je potrebno čekati dostavu materijala i to predstavlja rizik od kašnjenja. Kako bi se to izbjeglo, nužno je imati pouzdane dobavljače. Za kraj, potrebno je puno više vremena uložiti u planiranje samog procesa i nabave te za predviđanje potražnje, koja može značajno varirati kroz vremenske periode. [6]

### 3.2. PDCA

PDCA (Plan-Do-Check-Act) je jedan od najpoznatijih alata koji se koristi za ostvarivanje kontinuiranih poboljšanja unutar proizvodnih i poslovnih procesa. PDCA krug, koji se još naziva i Demingov krug, predstavlja vizualni prikaz aktivnosti stalnog poboljšavanja. Zasniva se na ciklusu od četiri aktivnosti, prikazanih na [Slika 3]:

1. Planiraj (plan)
2. Učini (do)
3. Provjeri (check)
4. Djeluj (act)



Slika 3. PDCA krug [7]

Planiranje se sastoji od tri koraka. Prvi od njih je identifikacija problema, određivanje njegova utjecaja na sustav te donošenje zaključka je li to zapravo pravi problem koji bi se trebao riješiti kako bi se postigli zadani ciljevi. Sljedeći korak sadrži analizu problema. Ovdje se prikupljaju sve potrebne informacije potrebne za razumijevanje problema i pokušava se pronaći njegov glavni

uzrok. Također se analiziraju svi podaci te se definiraju oni koje je još potrebno prikupiti. Na kraju ovog koraka se provodi i analiza isplativosti, kojom se utvrđuje ekonomičnost i praktičnost rješavanja problema. Posljednji korak je pronalazak rješenja, izrada plana i određivanje rasporeda i zadataka koje je potrebno izvršiti, odabir ljudi koji će to provoditi te također definiranje načina na koji će se mjeriti i ustvrditi uspješnost provedenog plana.

Sljedeća aktivnost je provođenje svih prethodno definiranih koraka. Najčešće se počinje manjim testnim projektom te se rješenja i promjene ne primjenjuju na cijelom sustavu nego u puno manjem razmjeru. Razlog za to je činjenica da se kod manjih projekata brže uči, dolazi do zaključaka te se potencijalno uvode neke promjene. Također su puno jeftiniji za provođenje i minimiziraju se svi rizici.

Nakon što se plan pokrene i počne primjenjivati, bitno je stalno pratiti proces i postignute rezultate. U tu je svrhu potrebno prikupljati podatke i informacije kako bi se dobio jasniji uvid o tijeku i uspješnosti procesa. Provjerava se kako bi se primjer manjeg projekta mogao primijeniti na cijeli sustav i po potrebi se može provesti novi eksperimentalni projekt.

Zadnja aktivnost u ciklusu je djelovati sukladno onome što se ustvrdilo u prethodnim koracima. Ako se plan za rješavanje problema nije pokazao učinkovitim ili isplativim, vraća se na početak i potrebno je donjeti novi plan i s njim iznova proći kroz cijeli ciklus. Ako je plan uspješan, započinje njegova implementacija u punom opsegu.

PDCA je zatvoren ciklus koji se ne prestaje primjenjivati. Čak i u slučaju kada se pronašlo i uvelo poboljšanje određenog procesa, na to se novo stanje tada gleda kao temelj za provedbu novog ciklusa i traže se novi način kako se može dodatno unaprijediti. [7]

### 3.3. 5S

5S je jedan od najboljih alata za postizanje promjena i provođenje aktivnosti poboljšanja unutar organizacije. Kocept potječe iz Toyotinog proizvodnog sustava, a naziv odgovara prvim slovima pet japanskih riječi - *Seiri* (sortiranje), *Seiton* (red), *Seiso* (čišćenje), *Seiketsu* (standardizacija) i *Shisuke* (samodisciplina). Redoslijed tih aktivnosti prikazan je na [Slika 4]. Cilj je radnicima usaditi dobre navike vezane uz organizaciju poduzeća i čistoću radnog mjesta. 5S se smatra i temeljem za uklanjanje gubitaka te preduvjetom za primjenu ostalih metoda koje se koriste za uvođenje poboljšanja procesa. [8]



Slika 4. 5S koraci

### 3.3.1. Seiri

Seiri predstavlja prvu aktivnost koja se provodi i vezana je uz organizaciju radnog mjesta. Potrebno je odvojiti one predmete koji su potrebni za rad od nepotrebnih i potomje ukloniti iz radnog prostora. Nakon toga se provodi sortiranje materijala i alata prema učestalosti korištenja. Onaj alat koji nije neophodan i rjeđe se koristi se odvaja u posebne kutije ili spremišta koja se najčešće vizualno označuju crvenom bojom. Na radnoj površini se smiju nalaziti samo oni predmeti koji se trenutno koriste. Uvođenjem ovog pravila se smanjuje vrijeme potrebno za pronalazak odgovarajućeg alata i materijala, nepotrebni predmeti više ne predstavljaju smetnju pri radu, te se dobiva više slobodnog prostora.

### 3.3.2. Seiton

Seiton predstavlja uređivanje radnog mjesta na način da se svi predmeti stavljaju na optimalno mjesto kako bi rad teкао nesmetano i što lakše. Dva načela koja se moraju poštivati su ergonomija i etiketiranje. Alati koji se zajedno koriste moraju biti i smješteni na istom mjestu, a alat i materijal koji se najčešće koristi se mora nalaziti u neposrednoj blizini radne površine i na lako dostupnom mjestu u svrhu izbjegavanja nepotrebnog hodanja ili saginjanja. Uz to, bitno je i označiti sve predmete i njihova mjesta skladištenja kako ne bi došlo do zabune gdje ih je potrebno pospremiti nakon upotrebe. Moraju se označiti na jednostavan način koji je lako razumljiv svima.

### **3.3.3. Seiso**

U cilju stvaranja besprijekornog radnog mjesta, nužno je svakodnevno vršiti samoprovjeru i čišćenje svih alata i strojeva. Radna površina se mora stalno održavati čistim, a nered i prljavština su neprihvatljivi. Rezultat ove aktivnosti je uspostavljanje sigurnog radnog mjesta u kojem je lako raditi, povećanje uspješnosti i efikasnosti procesa te minimiziranje pogrešaka i proizvodnje neispravnih dijelova.

### **3.3.4. Seiketsu**

Seiketsu predstavlja standardizaciju prethodnih procesa, tj. kontinuirano održavanje sustava postignutog primjenom prethodna tri koraka. Cilj je takav način organizacije posla pretvoriti u naviku. To se može postići uvođenjem točno propisanih procedura i standarda koje se zatim postavljaju na vidljivo mjesto kojem svi zaposlenici mogu pristupiti. Također je potrebno organizirati rad u skladu s tim standardima i osigurati da svatko zna svoje dužnosti i odgovornosti u provođenju sortiranja, organiziranja i čišćenja.

### **3.3.5. Shisuke**

Shisuke je presudna i najkompleksnija 5S aktivnost. Ona zahtjeva postizanje samodiscipline kod svih radnika. Nije dovoljno samo površno i povremeno slijediti sve prethodno nabrojane zahtjeve, već je nužno konstantno održavati red i čistoću na radnom mjestu. Samodisciplina se prenosi na radnike raznim načinima motivacije i ona je postignuta kada radnici izvršavaju sve svoje dužnosti i zadatke bez da im se to mora reći.

Kao što je već spomenuto, 5S je korisna metoda za postizanje urednijeg i čistijeg radnog okruženja i rezultira povećanjem produktivnosti. Kako bi se uspješno implementirala, potrebno je ujediniti promjenu fizičkog radnog mjesta sa promjenom navika i stava prema radu zaposlenika. Iz tog razloga implementacija iziskuje trud, predanost, prihvaćanje promjena te potporu s vrha organizacije.

## **3.4. Gemba walk**

Riječ „Gemba“ dolazi iz japanskog jezika, a njen prijevod je „radno mjesto“. Sam odlazak na radno mjesto naziva se Gemba Walk. Tijekom Gemba Walka od voditelja i menadžera se očekuje



da jednostavno promatraju i razumiju proces. Gledano u kontekstu kontinuiranog poboljšavanja, Gemba šetnje omogućuju iskorištavanje najvrijednijeg resursa organizacije – ljude. Upravo zaposlenici koji imaju najviše kontakta sa samim procesom i rješavaju svakodnevne probleme i prepreke koje se pojavljuju, najčešće imaju najinovativnije ideje za uvođenje poboljšanja. Oni dobro razumiju dio procesa za koji su zaduženi i poznaju proizvod te su zato sposobni predlagati potencijalna rješenja. Smisao i važnost Gembe leži u činjenici da su problemi u nekom procesu ili proizvodnoj liniji često lako vidljivi, a do poboljšanja se najbrže dolazi odlaskom na pravo mjesto, to jest mjesto gdje se odvija sam proces i tamo se može vidjeti njegovo stanje. To omogućava promatranje procesa u pravom vremenu te voditelju pruža jasnu sliku o svemu što se zbiva.

Redovite Gemba šetnje također razvijaju bolje odnose sa zaposlenicima. One pružaju priliku za komunikaciju sa zaposlenicima i redovitu interakciju. To vodi boljoj transparentnosti te razvija povjerenje između zaposlenika niže razine i vodstva. Međutim, Gemba šetnje se ne smiju koristiti kao prilike za ukoravanje zaposlenika i isticanje njihovih pogrešaka i nedostataka. U suprotnom se zaposlenici zatvaraju i ne žele surađivati niti iznositi svoja razmišljanja. [9]

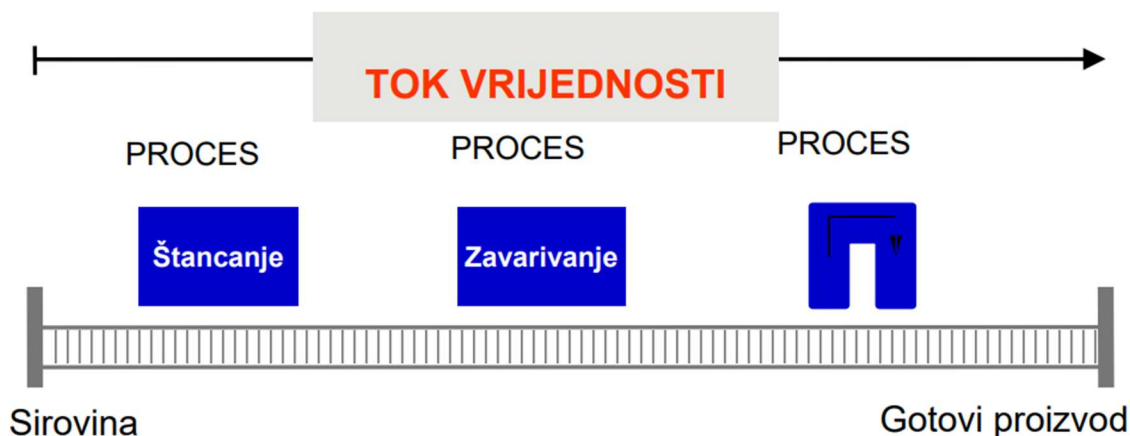
Za uspješno provođenje Gemba šetnje bitno je slijediti nekoliko jednostavnih koraka.

1. Potrebno je stvoriti hipotezu ili pretpostavku zašto se smatra da je bitno pristupiti i baviti se potencijalnim problemom. Drugim riječima, zaposlenicima se treba objasniti zašto nešto predstavlja prepreku provođenju samog procesa i zašto je potrebno uložiti dodatno vrijeme kako bi se to razriješilo.
2. Sljedeći korak je sastavljanje smjernica i liste pitanja kojima se treba voditi pri razgovoru s radnicima, kako se fokus ne bi prebacio na nekog drugog radnika ili drugi dio procesa.
3. Nadalje voditelji ili menadžeri koji su u Gemba šetnji bi trebali dijeliti svoja iskustva i povratne informacije s radnicima. Pritom je bitno da komentari i savjeti budu konstruktivni i ohrabrujući i da ostavljaju pozitivan utjecaj.
4. Tijekom promatranja procesa se trebaju voditi odgovarajuće bilješke i zapisivati podsjetnici za kasnije zadatke. Bilješke su uglavnom sažete i njima se definira tko, što i kada treba izvršiti određeni zadatak.
5. U dogovoru sa timom zaposlenika se određuje učestalost provođenja Gembe. Koliko često će se to odvijati ovisi o prirodi i zahtjevnosti problema te znaju i sposobnosti zaposlenika.

6. Posljednje, bitno je njegovati mentalitet „train the trainer“ (obučiti trenera). Tako se postiže kultura organizacije koja stalno uči, što je u skladu sa filozofijom kontinuiranog poboljšavanja.

### 3.5. Mapiranje toka vrijednosti (VSM)

Mapiranje toka vrijednosti je jedan od temeljnih alata koji se koristi u svrhu ostvarivanja kontinuiranog poboljšavanja i minimiziranja svih gubitaka. Potječe iz Toyota proizvodnog sustava gdje se prvi puta uveo dijagram toka materijala i informacija. Tok vrijednosti prikazuje sve aktivnosti i procese unutar proizvodnog pogona, potrebne da se od početnog materijala izradi gotov proizvod [Slika 5].



Slika 5. Tok vrijednosti proizvoda [2]

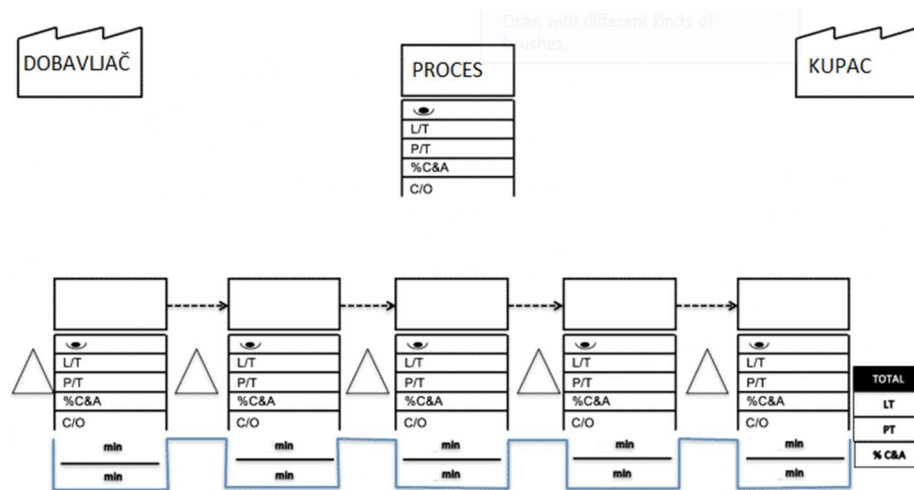
Ova metoda se temelji upravo na vizualnom prikazu svakog segmenta, koji je uključen u tok materijala i informacija i koji je potreban kako bi se proizvod proveo kroz cijeli proces, od narudžbe do isporuke. Tok vrijednosti obuhvaća sve potrebne aktivnosti procesa, one koje pridodaju vrijednost proizvodu, ali i one koje ne pridodaju. Mapiranje toka vrijednosti započinje stvaranjem mape trenutnog stanja. Ona obuhvaća trenutno stanje toka materijala i informacija. Nakon toga se stvara mapa budućeg stanja i ona prikazuje kako bi materijal i informacije trebali teći kroz tok vrijednosti.

Mapa toka vrijednosti se sastoji od toka informacija i kutija procesa. Tok informacija određuje što svaki proces mora izvršiti sljedeće i kada to treba biti. Kutije procesa predstavljaju korake kroz koje proizvod ili usluga mora proći. Kod većih procesa, mapa bi bila vrlo nepregledna kada bi se

svakom koraku pridružila odgovarajuća kutija. U tom se slučaju kutija procesa koristi kako bi prikazala jedno područje toka materijala. Kutije procesa, osim opisa koraka, sadrže i sve potrebne informacije o njima. Neki od parametara koji se pritom koriste su:

- Vrijeme ciklusa (C/T) – vrijeme koje je potrebno radniku da obavi sav posao na proizvodu prije nego krene ispočetka s drugim komadom
- Vrijeme isporuke (L/T) – vrijeme potrebno da jedan proizvod prođe kroz cijeli proces, od početka do kraja
- Postotak vremena kada je stroj dostupan za proizvodnju (uptime)
- Vrijeme izmjene (C/O) – vrijeme potrebno da se namjesti stroj za proizvodnju drugačijeg proizvoda
- Postotak proizvoda koji su dovršeni i savršene kvalitete (%C/A)
- Dostupnost – vrijeme izvođenja procesa u jednoj smjeni

Primjer općenite mape toka vrijednosti, bez upisanih aktivnosti i ostalih informacija prikazan je na [Slika 6].



Slika 6. Primjer mape toka vrijednosti [10]

Mapiranje toka vrijednosti ima veliki značaj kod upravljanja procesima jer jasno identificira gubitke. S obzirom da je to vizualni alat, lako je prepoznati sve korake i procese koji kupcu ne donose vrijednost, a u suštini su to sve gubici jer ih kupac nije spreman platiti. Samo na temelju mape moguće je odrediti procese koje je potrebno eliminirati ili što više skratiti, a više se pozornosti može posvetiti upravo onim bitnijim aktivnostima koje stvaraju vrijednost proizvoda. Mapa toka vrijednosti također određuje taktno vrijeme, vrijeme isporuke i vremena ciklusa između

svakog dijela procesa. To omogućuje poduzeću da poboljšaju ukupnu učinkovitost povezanu s isporukom krajnjeg proizvoda kako bi postigli maksimalan učinak i željene ciljeve. [11]

### 3.6. 5Ws

Ovaj alat se temelji na postavljanju pet W pitanja – *Who* (tko), *What* (što), *When* (kada), *Where* (gdje), *Why* (zašto), prikazanih na [Slika 7]. Koristi se pri planiranju projekta i za rješavanje problema na temelju skupljanja osnovnih informacija koje odgovaraju na navedena pitanja. Postavljanjem pravih pitanja se mogu dobiti prave informacije, što rezultira pronalaženjem najboljih rješenja. Definiranje samog problema se smatra prvim korakom u njegovom rješavanju te ova metoda pruža temelj provođenju kontinuiranih poboljšanja.



Slika 7. 5W metoda [12]

- Why

Fokus ovog pitanja je na pronalasku uzroka problema te svih aktivnosti koje su dovele do toga. Kako bi se utvrdilo zašto se nešto dogodilo, potrebno je pronaći jasna objašnjenja te dobro poznavati uzročno-posljedične veze.

- Who

Sljedeće pitanje koje se postavlja je tko je sve sudjelovao u procesu i jesu li upravo ti ljudi bili pravi odabir za taj posao. To omogućuje da se u budućnosti potencijalno donesu promjene pri odabiru zaposlenika za određeni zadatak, tako da se svim ljudima i odjelima pridruže odgovarajuće uloge i odgovornosti.

- What

Cilj ovog koraka je ustvrditi što je zapravo pravi problem i što bi se trebalo učiniti u vezi s njim. Također je bitno pronaći sve ono što je dobro i uspješno kod vođenja određenog procesa, kako bi se to moglo nadograđivati.

- When

Važan dio ove metode je definiranje vremenskog okvira i utvrđivanje kada se nešto dogodilo ili kada će se tek dogoditi.

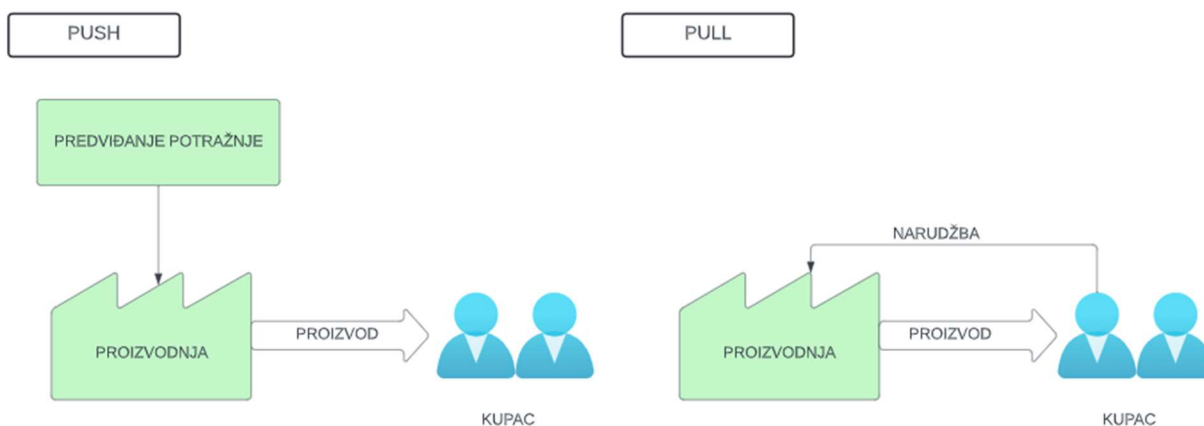
- Where

Uzrok problema može biti i u odabiru same lokacije i mjesta provođenja procesa. Iz tog je razloga bitno i točno odrediti gdje se koja aktivnost odvijala te koja su od tih mjesta zadovoljila zahtjeve i određene uvjete, a koja nisu.

Često se pri provođenju ovakve analize procesa postavlja i još jedno pitanje – How (kako). Nakon što je definiran problem te okolnosti koje su ga uzrokovale, odgovaranjem na ovo pitanje se pronalaze bolji načini za primjenu postojećih resursa, a u svrhu pronalaska najboljeg načina provođenja promatranog procesa. U ovom koraku se iznose prijedlozi i ideje koje se kasnije koriste u cilju poboljšanja procesa.

## 4. PULL SUSTAV

Postoje dvije vrste proizvodnje, *pull* (hrv. povlačiti) i *push* (hrv. gurati), prikazane na [Slika 8]. Najjednostavnije bi se mogle opisati ovako: „Pull proizvodni sustav je onaj koji eksplicitno ograničava količinu rada koji se trenutno odvija u sustavu. Push proizvodni sustav nema eksplicitno ograničenje na količinu rada koji se trenutno odvija u sustavu“ (Hopp i Spearman). Push proizvodnja je tipična za masovnu proizvodnju i temelji se na „guranju“ proizvoda kupcu. Ona se temelji na prognozama i predviđanjima potražnje, koje su vrlo često netočne jer je prodaja može biti nepredvidljiva i značajno varirati. Prednost ovakvih sustava je to što uvijek ima dostupnih proizvoda na zalihama, ali s druge strane to je i velika mana, jer vrlo lako dolazi do gomilanja zaliha i nepotrebne proizvodnje te to rezultira velikim troškovima skladištenja i gubicima. S druge strane, kod pull sustava se proizvodi upravo ona količina proizvoda koja je tražena od strane kupca. Materijali i proizvodi se povlače kroz lanac dobave, a sve započinje zaprimanjem narudžbe. To izaziva niz događaja i procesa kroz koje proizvod mora proći kako bi došao do kupca.



Slika 8. Push i pull sustav

Pull sustav se može primijeniti samo kod malih serija, a idealno kod jednokomadne proizvodnje. Proizvodnja se odvija u taktu, a posljedica toga je smanjenje zaliha. Kako bi se ostvarila proizvodnja u malim serijama, potrebno je osigurati standardizirane procese u kojima se koriste visokopouzdana i efikasni strojeve koji će davati proizvode visoke kvalitete i bez grešaka. [2]

Da bi sustav bio pull, a ne push, mora ispuniti 3 zahtjeva:

- Sustav mora imati točno ograničenu količinu zaliha i dopušteno vrijeme rada na proizvodu
- Sustav mora pustiti signal kada je proizvod prošao kroz cijeli proces i napustio sustav
- Signal mora inicirati nadopunu materijala ili početak rada na novom proizvodu, a pritom količina materijala ili rada koji se mora uložiti mora točno odgovarati onome proizvodu koji je napustio sustav.

#### 4.1. Kriteriji pri izboru vrste pull sistema

Postoje različite vrste pull sustava koje se mogu primijeniti, a ovise o samom procesu i načinu na koji funkcionira. Najvažniji kriteriji koji se razmatraju pri odabiru vrste pulla se temelje na tome prethodi li proces narudžbi ili narudžba prethodi procesu. Drugim riječima, potrebno je ustvrditi je li se proizvod proizveo ili nabavio prije ili nakon zaprimanja narudžbe. Prema tome se razlikuju dva principa, *make-to-stock* (MTS) ili *make-to-order* (MTO).[13]

*Make-to-stock* označava onaj slučaj kada se proizvod proizvede prije nego što kupac napravi narudžbu i ti proizvodi predstavljaju zalihu koja se pohranjuje u skladište, ili na neko drugo mjesto, do trenutka zaprimanja narudžbe. S druge strane, u slučaju *make-to-order*, proizvodnja počinje tek nakon zaprimanja narudžbe i proizvod se isporučuje čim je završen. S obzirom da kupac uvijek čeka proizvod koji je naručio, potrebno je što više skratiti vrijeme između zaprimanja narudžbe i same isporuke.

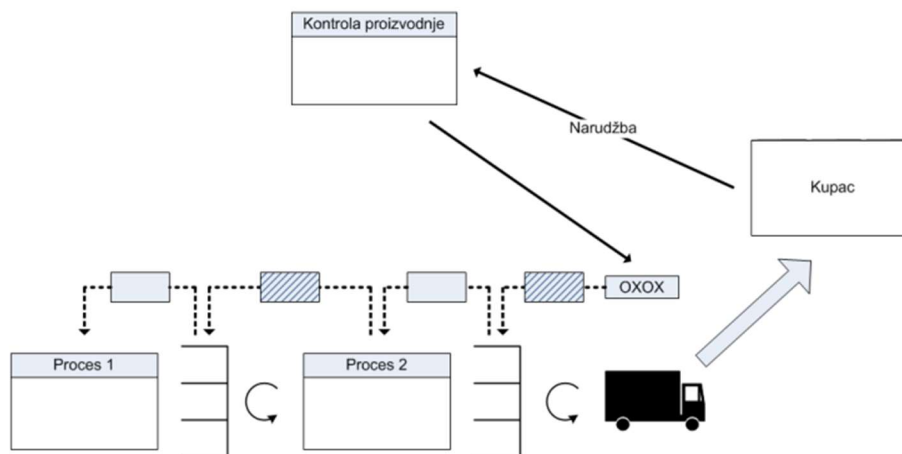
#### 4.2. Vrste pull sustava

Prema kriterijima koji su uvedeni u prethodnom poglavlju, razlikuju se 3 vrste pull sustava. Nadopunjavajući pull sustav u potpunosti odgovara *make-to-stock* načinu proizvodnje, a sekvencijalni sustav *make-to-order* načinu. Treća vrsta je mješoviti pull sustav i on je kombinacija oba prethodna.

##### 4.2.1. Nadopunjavajući pull sustav

Nadopunjavajući ili supermarket sustav najlakše se može prepoznati upravo u supermarketima. Oni sadrže određene količine zaliha, koje se temelje na prognozi potražnje. Kada kupac uzme proizvod sa police, tj. izvrši određeni proces, to uzrokuje nadopunu zaliha, tj. šalje se signal

prethodnom procesu da može započeti, kao što je prikazano na [Slika 9]. Svaki proces ima određeni broj proizvoda na zalihima i proizvodnja novih proizvoda započinje tek kada sljedeći proces povuče gotove proizvode. Ovaj sustav se koristi kada se proizvode velike količine istih proizvoda i njegova je glavna prednost to što kupac najčešće ne mora čekati kako bi dobio gotov proizvod. Nedostatak nadopunjavajućeg sustava je potrebna za prostorom za skladištenje zaliha.



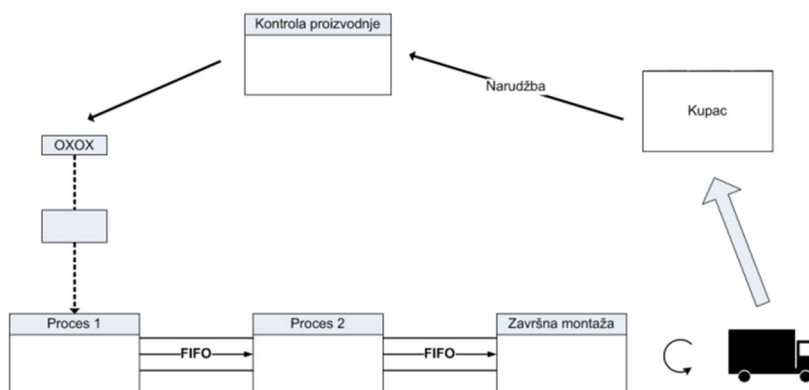
Slika 9. Skica nadopunjavajućeg pull sustava [14]

#### 4.2.2. Sekvencijalni pull sustav

Ova vrsta sustava se koristi kada nadopunjavajući pull sustav nije izvediv zbog velikog broja raznovrsnih proizvoda. U tom slučaju je vrlo teško i skupo osigurati i pohraniti zalihe svakog od tih proizvoda. Iz tog razloga proizvodnja kreće tek nakon što se zaprimi narudžba. Reguliranje takvog načina proizvodnje se postiže i uz pomoć kanban kartica koje se, nakon što jedan proces završi, šalju u prethodni kako bi naznačile potrebu za novim materijalom ili proizvodom. Najčešće se primjenjuje koncept FIFO (*first in, first out*) koji zahtjeva da se poštuje redosljed zaprimanja narudžbi. To znači da se najprije proizvodi proizvod za koji je zaprimljena prva narudžba. Na taj se način pojednostavljuje sam proces te smanjuje rizik od predugog čekanja ili kašnjenja. Skica sekvencijalnog pull sustava prikazan je na [Slika 10]. Prednost ovog sustava je smanjenje skladišnog prostora i sveukupnog inventara, ali s druge strane predstavlja i veliki izazov jer je nužno minimizirati vrijeme isporuke gotovog proizvoda. Sekvencijalni pull sustav je puno teži za provesti od nadopunjavajućeg jer je složeniji i može se napraviti puno više pogrešaka. Također je



potrebno uložiti više vremena i truda za njegovo ostvarivanje te je bitno imati dobar i sposoban menadžment koji može uspješno upravljati takvim sustavom.

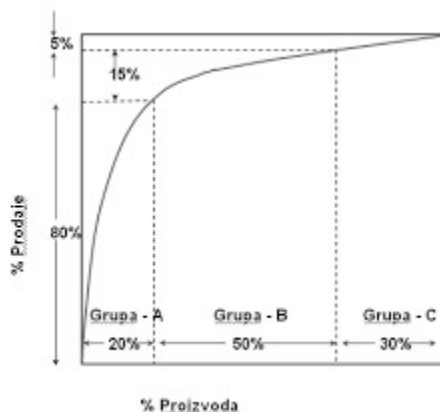


Slika 10. Skica sekvencijalnog pull sustava [14]

#### 4.2.3. Mješoviti pull sustav

Mješoviti pull sustav je kombinacija nadopunjavajućeg i sekvencijalnog sustava. Koristi se kada manji broj nekih proizvoda čine većinu volumena proizvodnje, a neki drugi različiti proizvodi (može ih biti i više) koji nemaju veliku potražnju, čine tek mali udio proizvodnje. Za najtraženije i najprodavanije proizvode se osiguravaju dovoljne zalihe kako bi u svakom trenu mogli biti dostupni i isporučeni. S druge strane, proizvodi koji nisu traženi tako često i redovno se proizvode tek nakon zaprimanja narudžbe. [15]

Koristan alat koji se primjenjuje za analizu količina određenih proizvoda te određivanje načina njihove proizvodnje je ABC klasifikacija. Smisao je razdijeliti proizvode po njihovoj učestalosti i udjelu u proizvodnji koji zauzimaju, primjenjujući načelo 80-20. Tako se pod slovo A klasificiraju 20% onih proizvoda koji zajedno sačinjavaju 80% ukupne proizvodnje, kao što se može vidjeti na grafu na [Slika 11]. Proizvodi B su oni koji imaju prosječnu stopu naručivanja, a za proizvode C se rijetko zaprimaju narudžbe. Vrsta proizvoda A ima najmanje ali zauzimaju najveći udio proizvodnje, dok je najviše različitih proizvoda svrstano u C kategoriju, ali oni predstavljaju tek mali udio. Za proizvode A i B se primjenjuje nadopunjavajući sustav, a za proizvode C kategorije sekvencijalni. [16]



Slika 11. ABC klasifikacija [16]

Ovakav mješoviti sustav olakšava i optimizira proizvodnju čak i u uvjetima kada je potražnja kompleksna i značajno varira. Nadopunjavajući i sekvencijalni sustav se provode istovremeno, jedan neovisan o drugome. Najveća mana ovakvog sustava je njegova kompleksnost te implementacija zahtjeva puno truda. Također je značajno teže upravljati i nadgledati procese unutar ovakvog sustava te pronalaziti potencijalna poboljšanja. Potrebna je dobra organizacija, vodstvo te se treba posvetiti više pažnje pri dodjeljivanju zadataka i aktivnosti zaposlenicima.

### 5.3. Primjeri pull sustava

#### 5.3.1. Kanban

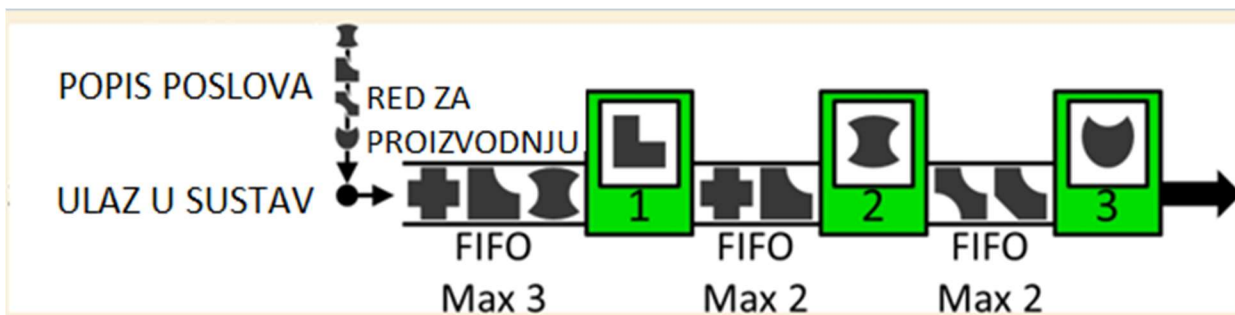
Kanban je najpoznatija varijanta pull sustava i često se koristi i kao sinonim za pull, iako postoje i razni drugi načini za ostvarivanje pull sustava bez upotrebe kanbana. Kanban je zapravo naziv za karticu koja se pridodaje svakom komadu ili grupi proizvoda te s njime putuje kroz cijeli proces i nosi sve potrebne informacije o proizvodu. Kada je proizvod gotov i završen je zadnji proces, kartica se šalje na početak te signalizira potrebu za početkom proizvodnje novog komada. Kanban je detaljnije obrađen u sljedećem poglavlju.

#### 5.3.2. CONWIP

CONWIP je skraćenica za „constant work in progress“ ili, što bi se na hrvatski moglo prevesti, stalni rad u tijeku. Dok kanban svoju primjenu pronalazi u *make-to-stock* proizvodnji, CONWIP s druge strane je pogodan za uporabu u *make-to-order* proizvodnji. Razlog za to leži u činjenici da

se kanban (kartica) trajno dodjeljuje samo jednoj vrsti proizvoda, dok se jedna CONWIP kartica može dodjeliti različitoj vrsti proizvoda svaki puta kada iznova prolazi kroz sustav. Drugim riječima, kanban se dodjeljuje proizvodu, a CONWIP kartica proizvodnoj liniji. Kada god se na početku linije nalazi prazan prostor, tj. kada se prvi proces unutar sustava ne provodi i slobodan je, dodjeljuje se novi zadatak prema kriteriju najvećeg prioriteta, neovisno o vrsti proizvoda.

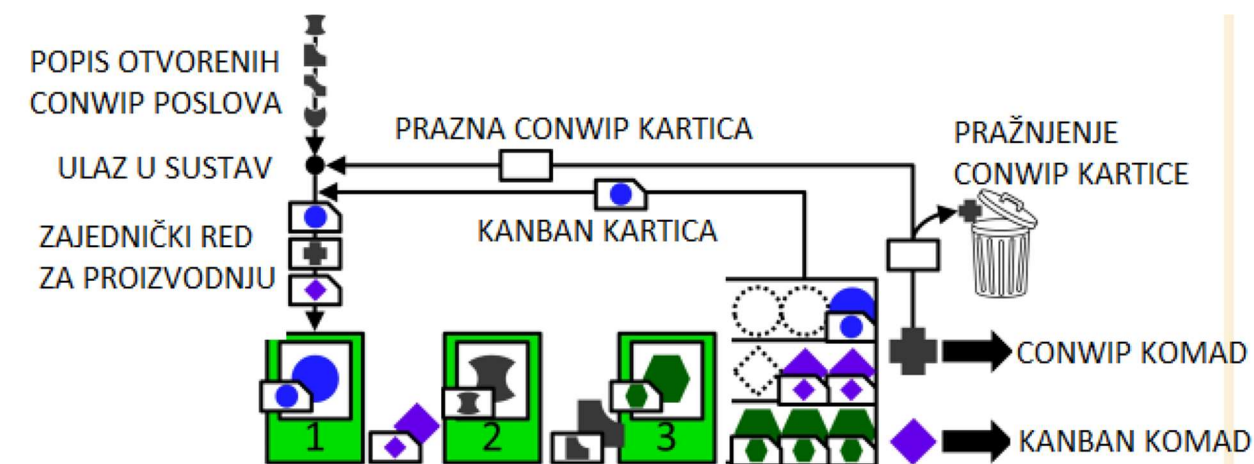
Kao što je već spomenuto, svakom komadu koji putuje kroz tok vrijednosti se dodjeljuje kartica. Kada taj komad prođe kroz sve procese i napusti sustav, informacije na kartici se brišu i prazna kartica se vraća na početak sustava i ulazi u prvi proces. Kartica koja putuje natrag od zadnjeg procesa više nije povezana ni sa kojim proizvodom, već se, kada stigne na početak, povezuje sa popisom zaostalih poslova koje je potrebo izvršiti. Taj popis je uređen prema prioritetima i tako da se na vrhu popisa nalazi onaj posao koji je najnužniji za započeti. Tada se praznoj kartici dodaje prvi posao s popisa i započinje proizvodnja. Kartica zapravo signalizira prazan kapacitet, a popis poslova određuje kako će se taj kapacitet iskoristiti. Ovakav sustav funkcionira na principu petlje. Kada je odrađen jedan zadatak, tj. proizvod, automatski se započinje proces iznova. [Slika 12] prikazuje skicu proizvodne linije na kojoj je primijenjen CONWIP. [17]



Slika 12. CONWIP sustav [17]

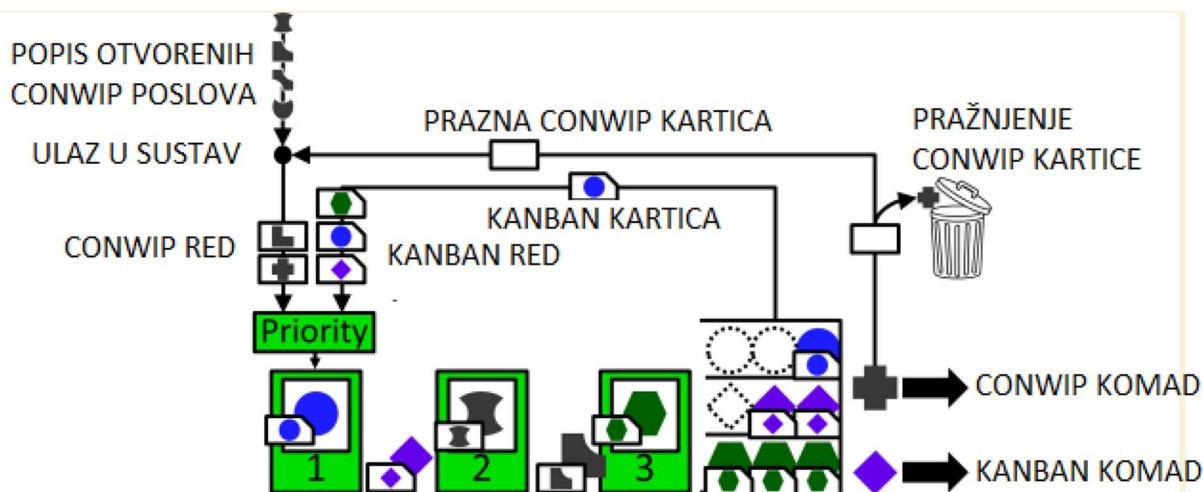
Najlakši način za implementaciju CONWIP-a je kod make-to-order proizvodnih linija koje imaju ograničen prostor za skladištenje dijelova. U takvim slučajevima kartice nisu niti potrebne i primjenjuje se first in – first out princip. Važno je jedino dobro organizirati i prioritzirati popis poslova koji se trebaju izvršiti i osigurati da postoji limit na količinu dopuštenih zaliha. Kada god se oslobodi radna stanica, pridodaje joj se slijedeći posao sa popisa.

Postoje i primjeri istovremene primjene kanban i CONWIP sustava. Red čekanja proizvoda označenih CONWIP karticama i kanban karticama može biti zajednički ili odvojen. U slučaju zajedničkog reda za proizvodnju, ako se prvo na početak vrati kanban, proizvodi se odgovarajući proizvod, a ako u sustav ulazi CONWIP kartica, proizvodi se proizvod s najvećim prioritetom s popisa. Skicu ovakvog procesa prikazuje [Slika 13].



**Slika 13.** Sustav u kojem se istovremeno primjenjuju kanban i CONWIP kartice, zajednički red čekanja proizvoda [17]

S druge strane, ako je proizvodnja odvojena, i kanban i CONWIP kartice imaju svoje zasebne redove čekanja, ali kada se oslobodi prva radna stanica, u sustav najprije ulazi onaj proizvod za koji je unaprijed definirano da ima prednost. Takav način vođenja procesa je prikazan na [Slika 14]. Postoji više različitih pristupa za definiranje koji proizvod ima prednost i prvi se počinje proizvoditi. Generalno, CONWIP se proritizira ako te kartice čine do 30% ukupnog volumena rada. U tom slučaju potencijalno kašnjenje proizvoda označenih kanban karticama može spriječiti povećanjem zaliha tih proizvoda, a istovremeno se smanjuje vrijeme isporuke onih dijelova koji se proizvode po narudžbi uporabom CONWIP kartica. S druge strane, ako taj postotak prelazi 40%, postaje riskantno prioritet staviti na proizvode kojima su dodjeljene CONWIP kartice. Tada je potrebno puno duže vrijeme da se proizvedu ostali proizvodi i potrebno je osigurati puno veće količine zaliha i kanbana kako bi se nadoknadilo kašnjenje tih proizvoda. [13]



Slika 14. Sustav u kojem se istovremeno primjenjuju kanban i CONWIP kartice, odvojeni red čekanja proizvoda [17]

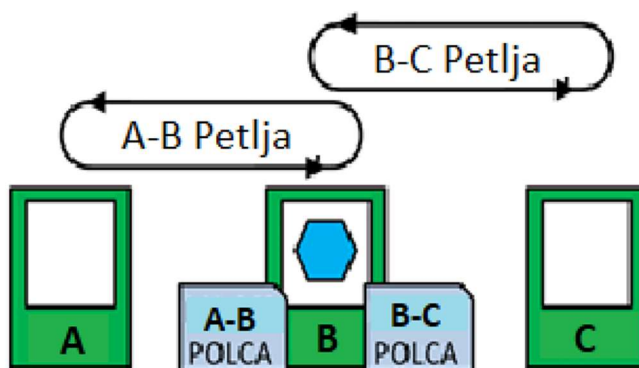
### 5.3.3. POLCA

POLCA („paired-cell overlapping loops of cards with authorization“) je pull sustav koji se koristi u proizvodnji malog broja raznovrsnih ili posebno naručenih proizvoda. Za razliku od CONWIPA i kanbana, proizvod kroz sustav može prolaziti na više različitih načina, tj. kroz različite procese. Između svakog mogućeg para procesa ili radnih stanica se nalazi POLCA petlja unutar koje se nalaze odgovarajuće POLCA kartice [Slika 15]. Drugim riječima, te kartice ne prolaze kroz cijeli sustav, nego cirkuliraju samo između dva procesa. Na primjer, proizvod je došao od radne stanice A do radne stanice B te zatim treba otići do stanice C. Prelazeći sa stanice A na B, proizvod sadrži karticu A-B. Kada krene do stanice C, bit će mu dodjeljena kartica B-C. Proizvod će se obraditi na stanici B samo ako postoji slobodna kartica B-C i ako je prošao rok otpuštanja proizvoda sa stanice B. Nakon što je proces na stanici B završen, kartica A-B se vraća na stanicu A kako bi signalizirala početak proizvodnje novog proizvoda na stanici A. U svakom trenutku postoji više petlji, između raznih radnih stanica, i one mogu sadržavati više POLCA kartica.

POLCA Card	
Polazni proces/stanica <b>A</b>	Odredišni proces/stanica <b>B</b>
Broj kartice <b>3</b>	
Ukupni broj kartica <b>5</b>	

Slika 15. POLCA kartica [18]

Postoje tri važna elementa POLCA sustava. Prvi je popis otvorenih naloga koji se otpuštaju u prvi proces, a taj se popis nalazi na samom početku sustava. Drugi element čine petlje s karticama i one se nalaze između svakog para radnih stanica, tj. procesa, kao što prikazuje skica na [Slika 16]. Svaka kartica je dodjeljena samo jednoj petlji, ali, za razliku od kanbana, ne mora biti dodjeljena samo jednoj vrsti proizvoda. Zadnji bitan element koji je potrebno izračunati ili odrediti za svaku narudžbu i svaki proces kroz koji mora proći je rok izdavanja narudžbe. Proizvod ne smije ući u određeni proces ako nije prošao rok unaprijed određen konkretno za taj proizvod i proces. [18]



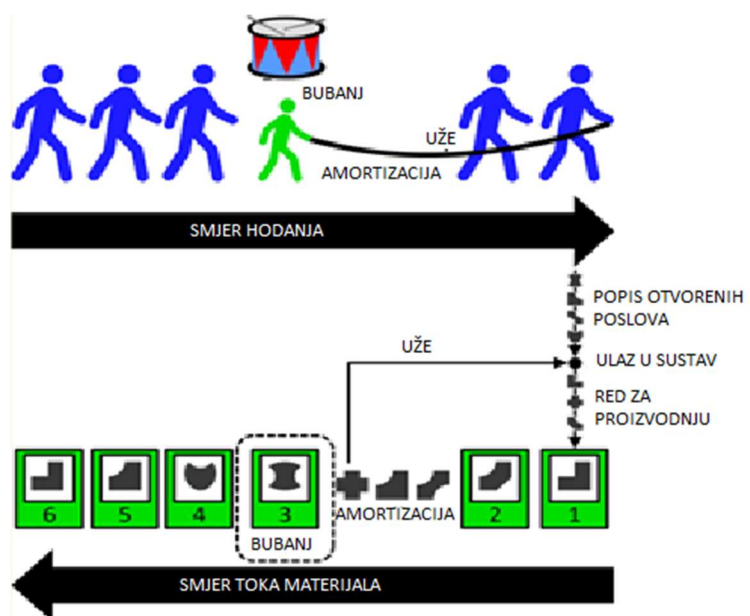
Slika 16. POLCA petlje između procesa [17]

#### 5.3.4. Drum-Buffer-Rope

Ova metoda je vrlo slična CONWIP metodi te se koristi kod make-to-order proizvodnje, ali se primjenjuje kada postoje izražena uska grla unutar sustava. Potječe iz knjige Eliyaha Goldratta „The goal“ u kojoj je autor opisao metodu koristeći primjer s izviđačima. On je pokušao pronaći način kako zadržati grupu na okupu dok se kreću, s obzirom da dječaci hodaju različitim brzinama. Nakon nekoliko pokušaja, došao je do zaključka da je najučinkovitije staviti

najsporijeg dječaka u sredinu. Oni koji su se nalazili iza njega nisu ga smjeli preteći, a one ispred je užetom povezo s najsporijim dječakom kako se ne bi previše udaljili. Kada se ova analogija primjeni na proizvodni sustav nastaje takozvana Drum-Buffer-Rope metoda, čiji se pojednostavljen prikaz vidi na [Slika 17].

Smjer hodanja izviđača je obrnut od smjera toka materijala. Bubanj (eng. *drum*) koji predstavlja najsporiju osobu je zapravo najsporiji proces unutar sustava, koji se još naziva i usko grlo te on utječe na brzinu prolaza kroz cijeli sustav. Amortizacija (eng. *buffer*) je sav onaj materijal koji se nalazi ispred uskog grla i mora osigurati da taj proces neprestano teče i da uvijek postoji proizvod ili materijal koji je spreman za ući u proces. Kada je komad prošao kroz usko grlo, amortizacija, tj. zalihe između procesa se pomiču unaprijed i uže šalje signal na početak proizvodne linije da se pokrene proizvodnja novog komada s popisa narudžbi. [17]



Slika 17. Drum-Buffer-Rope metoda – analogija s izviđačima [17]

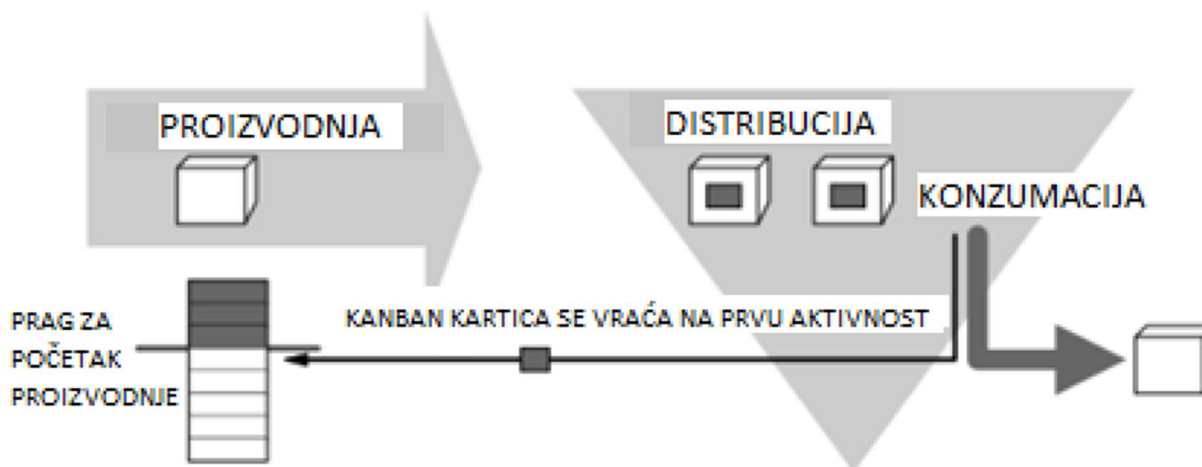
Najveća mana ove metoda je to što se pretpostavlja da se usko grlo ne pomiče, tj. da se uvijek nalazi na istom procesu. U stvarnosti se uska grla premještaju. Također postoji još nekoliko nedostataka koji dodatno kompliciraju i otežavaju implementaciju i provođenje ovakvog sustava. Iz tog se razloga rjeđe primjenjuje od CONWIPA i kanbana, koji se smatraju boljim izborom.

## 6. KANBAN

Kanban je alat za upravljanje procesima i temelji se na vizualnom prikazu pojedinih koraka unutar procesa koji su završeni ili tek slijede. Izraz Kanban prvi put se spominje početkom 17. stoljeća u Japanu, kada tamošnja ekonomija doživljava nagli rast. Zbog procvata ekonomije dolazi do većeg naseljavanja gradova i razvitka manjih obiteljskih trgovina. Kako bi se istaknuli u masi i pridobili pozornost kupca, vlasnici počinju koristiti znakove i natpise na svojim ulazima. Svaki takav znak je označavao koje usluge nudi pojedina radnja i nazivao se Kanban, što je zapravo tvorenicica od dviju japanskih riječi, „*Kan*“, što znači vizualno, i „*Ban*“, što znači kartica.

U novijoj povijesti, za razvoj Kanban sustava je zaslužan Taiichi Ohno. On je bio industrijski inženjer u Toyoti sredinom 20. stoljeća, nakon Drugog svjetskog rata. U tom periodu japanska automobilska industrija doživljava stagnaciju i nikako nisu u mogućnosti konkurirati američkim proizvođačima automobila. Viši menadžeri u Toyoti odlučuju promijeniti stanje na svom tržištu i analizom američkih proizvođača i uvođenjem novih principa i metoda pokušavaju povećati svoju konkurentnost. Upravo je Taiichi Ohno igrao presudnu ulogu u tom periodu, eksperimentirajući s novim alatima i načelima organizacije poslovanja. Identificirao je i kategorizirao sedam vrsta gubitaka (jap. *Muda*), što je rezultiralo uklanjanjem suvišne proizvodnje i minimiziranjem zaliha. Ali i ovaj pristup je imao određene prepreke. Održavanje minimalnih zaliha predstavljalo je značajan problem i Taiichi je morao pronaći način kako signalizirati da su novi proizvod ili materijali potrebni. Odgovor je pronašao u američkom lancu supermarketa Piggly Wiggly, gdje je uvidio kako su police konstantno napunjene točno potrebnim količinama proizvoda. Nakon povratka u Toyotu, uveo je papirnate kartice koje su pratile i označavale potražnju u tvornici. Taj novi sustav praćenja je nazvao Kanban. Kartice su se pridruživale svakom gotovom proizvodu i kada bi se pojedini proizvod prodao, kartica bi se vraćala nazad do linije za proizvodnju i tek bi tada radnici mogli započeti raditi na novom proizvodu. Također, proizvodnja se nije započela sve dok broj kartica, koje su se vratile na početak proizvodne linije, nije dosegao određeni prag. Takav sistem je prikazan na [Slika 18]. Kasnije su se i svakom materijalu pridruživale Kanban kartice, što je rezultiralo time da znak za potražnju teče kroz cijeli lanac proizvodnje, sve do vanjskih dobavljača. [19]





Slika 18. Kanban kartice koje signaliziraju početak proizvodnje [19]

### 6.1. Osnovna pravila Kanbana

Za uspješnu implementaciju i provođenje Kanbana potrebno je držati se određenih pravila i smjernica. U nastavku su navedena neka od njih.

1. Svaki proces od sebi prethodnog procesa povlači samo ono što mu je potrebno  
Ovo je jedan od ključnih elemenata Kanban sustava. Glavna ideja je proizvoditi ili nadoknaditi samo ono što je potrošeno. Ako sljedeći proces zahtjeva samo 2 dijela, bitno je proizvesti točno 2 dijela, niti manje niti više. To dovodi do smanjenja troškova te sprječava nepotrebnu proizvodnju i gomilanje zaliha. Također omogućava da poslovanje odražava zahtjeve tržišta i u stanju je brže odgovoriti na njih. [20]

2. Prethodni proces proizvodi samo količinu potrebnu da zamijeni ono što se potroši u daljnjem procesu ili zaokružuje proizvodnu količinu na unaprijed dogovorenu standardnu veličinu serije

Ovo pravilo se veže na prethodno. Količinu potrebnu za proizvodnju je moguće odrediti korištenjem Kanban kartica.

3. Neispravan proizvod se nikada ne smije slati u sljedeći proces  
Proizvodi s greškom svrstavaju se u sedam tipova gubitaka budući da se u njihovu proizvodnju ulaže trud koji ne donosi nikakvu korist. Što se kasnije pronade greška, to su veći troškovi i gubici. Iz tog razloga je cilj što prije uočiti neispravne proizvode te bi radnici trebali zaustaviti proizvodnju

kako bi našli uzrok njihova nastanka. Kako bi se izbjegle te greške, poželjno je uvesti neke od preventivnih mjera, kao što je Jidoka. Jednostavno objašnjeno, to je autonomija s ljudskim dodirrom, što znači da je to metoda koja osigurava da stroj automatski prepozna grešku na proizvodu te prestaje s radom, a radnik potom zaustavlja proizvodnu liniju.

#### 4. Kanban kartica uvijek mora pratiti dijelove i proizvode na liniji

S obzirom da postoji samo određen broj kanban kartica, one uvijek moraju biti pridružene proizvodu, osim kada se vraćaju na prvi korak procesa gdje će biti pridružene sljedećem komadu. Kartice služe kao vizualna kontrola količine inventara koji je dozvoljen u radnom prostoru kako bi se izbjeglo gomilanje nepotrebnih proizvoda.

#### 5. Ujednačiti proizvodnju

Proizvodne količine moraju biti ujednačene i uravnotežene kako bi se izbjegle fluktuacije. Fluktuacije označavaju povremeni nedostatak materijala ili, s druge strane, povećanje inventara. Kako bi se to izbjeglo i uspostavio nesmetan tok između procesa, potrebno je proizvodne količine ravnomjerno rasporediti po linijama i u zadanom vremenu. To se postiže proizvodnjom onolike količine proizvoda koja je određena najmanjim kapacitetom od svih strojeva. Za primjer je dan proizvod prolazi kroz stroj 1, koji ima kapacitet 300 komada u jedinici vremena, i kroz stroj 2, kapaciteta 200. Ako se pusti da se proizvodi 300 komada na stroju 1, nastati će usko grlo jer stroj 2 neće moći obraditi svu tu količinu u jedinici vremena. Kada se uoči usko grlo, to jest previše proizvoda na čekanju između procesa, ta preopterećenost se može ukloniti ili povećanjem kapaciteta ili ograničavanjem količine na kapacitet manjeg stroja.[21]

#### 6. Kanban je sredstvo za fino podešavanje

S vremenom se sustav mijenja. Isto je i s potražnjom. Kako bi se proizvodnja fino podesila, potrebno je prilagođavati broj kanban kartica ovisno o potražnji. Ako potražnja poraste, potrebno je povećati broj kartica kako bi se ona pokrila. S druge strane, u slučaju pada potražnje bit će potreban manji broj istih. Praćenjem vremena isporuke, vremena ciklusa i drugih parametara, moguće je dobiti kvantitativnu i objektivnu procjenu rada.

#### 7. Stabilizirati, racionalizirati, pojednostaviti i standardizirati proces

Ovo pravilo vezano je uz poboljšanje procesa i samog sustava. Proces postaje stabilan osiguravanjem kvalitete, ujednačavanjem proizvodnje i optimizacijom. Stabilan proces omogućuje standardizaciju, a o njoj ovisi uspjeh sustava. Na primjer, transport kanban kartice na početak procesa se mora odvijati regularno u točno određenim intervalima. U suprotnom dolazi do

fluktuacija koje zahtijevaju ili povećanje broja kartica ili nedostatak materijala. Točno definirani standardi pružaju zaposlenicima osnovu za predvidljiv i dosljedan rad. [22]

## 6.2. Kanban kartice

U svojoj suštini, Kanban je sustav kreiranja narudžbi u kojem korisnik određenog materijala ili proizvoda signalizira dobavljaču kada je potrebno dostaviti taj materijal. Taj signal se naziva kanban i može se ostvariti kroz više formi, ali najčešće dolazi u obliku kartice [Slika 19]. Uglavnom je to mali obrazac koji sadrži značajne informacije i podatke, u obliku teksta i barkoda. Neke od informacija koje kartica pruža su:

- Informacije o opskrbi - ime i šifra dobavljača, mjesto skladištenja
- Podaci o proizvodu: ID broj, opis, količina
- Podaci o kupcima: korisnička grupa i lokacija, lokacije za pohranu

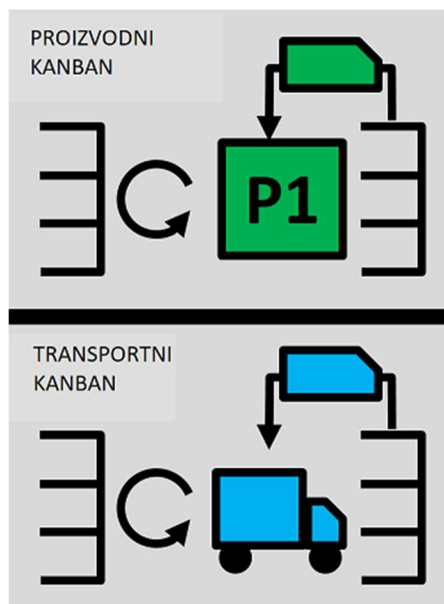
KANBAN KARTICA	
Broj proizvoda: _____	Rok važenja: _____
Naziv proizvoda: _____	Datum isporuke: _____
Potrebna količina: _____	Dodatne napomene: _____ _____
Lokacija: _____ _____	
Dobavljač: _____	
Kod dobavljača: _____	

Slika 19. Kanban kartica [20]

## 6.3. Tipovi kanbana

Kanban ima dva aspekta, proizvodnju i nadopunu materijala [Slika 20]. Kanban je metoda pravodobne (*Just-In-Time*) proizvodnje koja koristi standardizirane spremnike, koji su veličine jedne serije proizvoda, s jednom karticom pričvršćenom na svaki. To je sustav povlačenja u kojem radni centri signaliziraju karticom da žele povući dijelove iz prethodnih operacija ili dobavljača. Prvi dio ove definicije odnosi se na aspekt proizvodnje čiji je glavni cilj ujednačiti i uskladiti tok proizvoda kroz proces, na način da signalizira proizvodnju dijela ili komponente samo onda kada je sljedeća operacija u procesu započela rad na već dobivenom komadu. Na taj se način materijal sinkronizirano provlači kroz proces. Drugi dio definicije govori o materijalnom aspektu, unutar

kojeg se materijal ili proizvod povlači prema radnoj stanici od dobavljača. Zadaća dobavljača je osigurati točnu količinu materijala unutar vremena isporuke. Proces može biti uspješan samo ako dobavljač to može izvršavati pouzdano, konzistentno i s garancijom visoke kvalitete. [23]



Slika 20. Proizvodni i transportni kanban [23]

### 6.3.1. Proizvodni kanban

Primarna funkcija proizvodnog kanbana je puštanje narudžbe u prethodnu kako bi se proizvela količina proizvoda koja odgovara veličini serije naznačenoj na kartici. Sastoji se od iscrpnog popisa svih stvari koje su potrebne dijelu kako bi bio dovršen. Time se unose potrebni materijali i dijelovi zajedno s informacijama koje uključuje transportni kanban. Proizvodni Kanban omogućuje proizvodnom sustavu da započne s proizvodnjom i također definira proizvode koje bi trebalo proizvesti. [14]

Proizvodni kanban se dalje dijeli na kanban za planiranje protočnih procesa i signalni kanban za planiranje serijskih procesa. Prvi se koristi kod malih količina proizvodnje, a signalni kanban kod većih serija, gdje kanban za planiranje protočnih procesa ne bi bio učinkovit zbog prevelikog potrebnog broja kartica i potrebnog vremena obrade.[25]

### **6.3.2. Transportni kanban**

Glavna funkcija transportnog kanbana je signalizirati i osigurati početak premještanja dijelova s jedne radne stanice na drugu. Nakon što se jednoj stanici dostave dijelovi, započinje se s radom i gotovi dijelovi ili proizvodi se šalju do sljedeće stanice. Kartica je obično povezana s određenim brojem dijelova koji se nose na radno mjesto gdje su potrebni. Kada se ti dijelovi iskoriste, kartice se vraćaju kao signal za slanje istog dijela s istim brojem natrag. Još neke od informacija koje se nalaze na kartici su veličina serije, proces usmjeravanja i naziv lokacije sljedećeg procesa, naziv lokacije prethodnog procesa, kapacitet spremnika, itd. [14]

Također postoji daljnja podjela na međuproceni kanban za internu uporabu, koji se koristi kada je potrebno povući dijelove sa internog skladišta i često u slučaju montaže kada se koristi veliki broj dijelova, i kanban za dobavljače, koji se koristi za vanjsku upotrebu i signalizaciju potrebe za dijelovima od raznih dobavljača.

## **6.4. Kanban ploče**

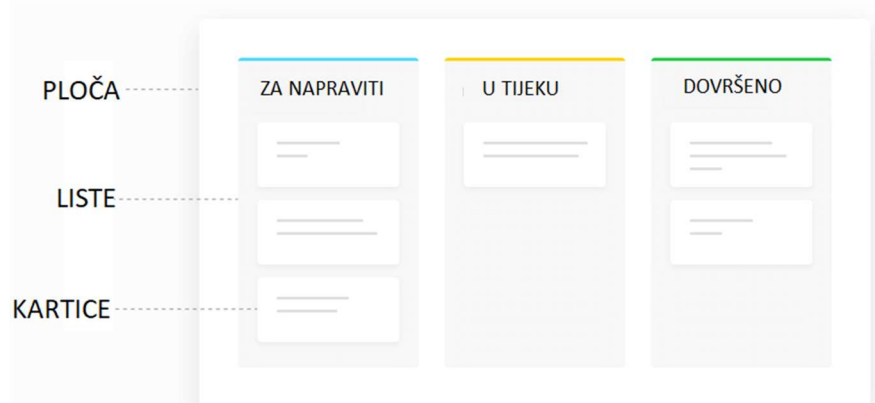
Kanban ploča je jasni i transparentni prikaz posla koji se treba obaviti, posla koji je u tijeku i posla koji je dovršen, i postavljena je na mjestu unutar poduzeća gdje je dobro vidljiva i svi joj mogu pristupiti.. To je vizualni prikaz toka vrijednosti određenog procesa koji je mapiran na bijeloj ploči, zidu ili u Kanban softveru. Slično kao i kartice, kanban ploče također imaju u cilju vizualizirati zadatke, ograničiti poslove koji se trenutno obavljaju te jasnije predočiti prilike za uvođenje unaprjeđenja. Cijeli smisao ploče je pomoći zaposlenicima da sami planiraju i organiziraju svoj posao, bez potrebe za konstantnim nadgledanjem i provjeravanjem od strane vođe tima.

### **6.4.1. Izgled ploče**

Kanban ploča mora biti vidljiva svima. Na njoj je vidljivo stanje dovršenosti svakog zadatka, koliko poslova se trenutno obavlja i njihovo ograničenje te određene fokusne točke na koje bi trebalo obratiti više pažnje.[19]

Najjednostavnija ploča bi se trebala sastojati od 3 ključna elementa: same ploče, listi i kartica, koji su prikazani na [Slika 21] . Kao što je već rečeno, ploča je mjesto na koju se vizualiziraju svi zadaci te se preko nje može upravljati cijelim projektom. Liste, to jest stupci na ploči, sadržavaju nekoliko manjih povezanih kartica, koje sve odgovaraju određenom stadiju

procesa. Kartice prikazuju zadatke ili ideje te sadrže osnovne informacije potrebne za njihovo razumijevanje. [26]



Slika 21. Kanban ploča [25]

#### 6.4.2. Oblikovanje ploče

Glavna prednost primjene kanban ploča leži u činjenici da se njima može koristiti baš svatko, a ne nužno samo profesionalni timovi i educirani zaposlenici. Ploče bi trebale biti jednostavne i pregledne kako bi svi zaposlenici mogli u potpunosti razumjeti proces i svoje zadatke. Međutim, pri njihovom stvaranju i uređivanju korisno je pratiti neke određene smjernice. Za početak, koraci procesa bi trebali biti u određenom redosljedju. Kartice pridružene raznim timovima ili stanicama bi se trebale postavljati tako da na vrhu uvijek budu one prioritetne, kojima bi se prvo trebalo baviti. Također je korisno razdvojiti poslove prema području rada i timovima kojima pripadaju. Nadalje, potrebno je ograničiti broj kartica, to jest poslova na kojima se trenutno radi. Na taj način se postiže da se započeti poslovi završe prije nego se uzmu novi. Vezano uz to, zaposlenici trebaju povlačiti i uzimati nove zadatke i poslove tek kada su izvršili sve prethodne obaveze.

#### 6.5. Implementacija

Kanban je sustav upravljanja procesima i jednostavan je za implementaciju i održavanje. Potrebno je pridržavati se nekoliko rutina kako bi se promjenio način rada i percipiranja zadataka te povećala produktivnost i smanjili gubici.

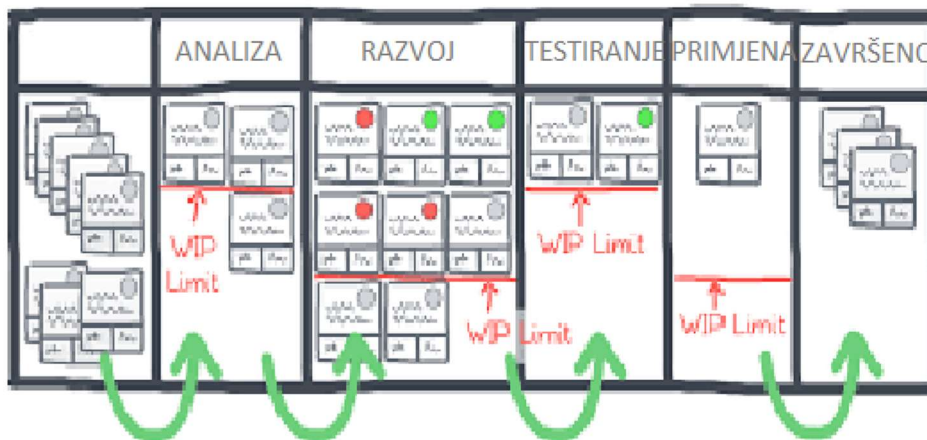
## 1. Vizualizirati tok rada

Prvi korak je vizualizacija tijeka procesa i to je najvažniji aspekt kanbana upravo zbog transparentnosti i preglednosti koju pruža. Kada je cijeli proces raščlanjen i prikazan na ploči, lako je raspodijeliti i objasniti zadatke zaposlenicima, jasno se vidi sve što je potrebno učiniti, a moguće je i prikazati do kada svaki dio posla mora biti obavljen.

Tok rada je zapravo slijed karakterističnih koraka koji se moraju izvršiti i kroz koje proizvod mora proći od početka do kraja. Vizualizirati se može jednostavno, u nekoliko koraka. Prvi od njih je napraviti mapu toka vrijednosti. To je zapravo proces identificiranja svih događaja koji se izvode, a koji dodaju vrijednost proizvodu. Sljedeće je definirati opseg i djelokrug posla te pridjeliti zadatke grupama zaposlenika. Zatim je potrebno na ploči napraviti tablicu sa stupcima koji predstavljaju svaku etapu zadatka. Ploča se postavlja na vidljivo mjesto kako bi svi imali pristup. U sljedećem koraku definira se što je točno potrebno napraviti u svakom dijelu procesa te koji su kriteriji koji se moraju ostvariti da bi se zadatak mogao označiti obavljenim. Sve se te informacije dalje prikazuju na kanban karticama koje se sistematiziraju uz pomoć boja, te se postavljaju u tablicu na ploči. Na kraju, jedino što preostaje je pratiti napredak projekta te, ako je potrebno, uvjesti neke promjene ili poboljšanja. [22]

## 2. Ograničiti radove u tijeku - WIP (eng. Work In Progress)

Ovo načelo je karakteristična značajka kanbana i ne upućuje na to da bi se trebalo manje raditi, to jest ograničiti sam rad, već je cilj ograničiti broj zadataka koji se mogu započeti odjednom. Ograničavanje WIP-a zapravo ubrzava završetak zadataka te smanjuje vrijeme ciklusa i isporuke. Također pomaže u minimiziranju rizika te bržem odgovoru na zahtjeve tržišta i promjene. Više istovremenih zadataka koje je potrebno obaviti vodi ka neredu, kaosu i nemaru. Uvođenjem ograničenja voditelji mogu lakše pratiti koliko posla je moguće preuzeti te koje su posljedice većeg obujma posla. Vizualiziranjem ograničenja na ploči lakše se može vidjeti koliko je još poslova moguće započeti, a kod kojih dijelova procesa je najviše započetih aktivnosti [Slika 22].



Slika 22. WIP ograničenja na kanban ploči [27]

### 3. Upravljanje i mjerenje protoka

Tok (protok) je način na koji neki proizvod, usluga ili informacija prolazi kroz poslovni proces. Kod analize toka se većinom ne promatra brzina kojom proizvod prolazi kroz određene stanice ili dijelove procesa, već je bit u tome da se ustvrdi koliko glatko on zapravo teče od početka do kraja. Što je tok stabilniji i bez zastoja, to je lakše predvidjeti njegovo trajanje i krajnje rezultate. Tijekom razmatranja vizualiziranog procesa, svi članovi tima traže način kako bi poboljšali tok. To osnažuje timski duh, stvara jedinstvo i pruža osjećaj ohrabrenja svim članovima tima.

Jedan od alata koji se koristi za analizu mjerenje toka je dijagram kumulativnog toka. Na temelju njega se može zaključiti koliko ravnomjerno i predvidljivo poduzeće posluje te koliko je stabilan tok. Prikazuje tri važna parametra toka: vrijeme ciklusa, propusnost i WIP. [24]

Analizom vremena isporuke i vremena ciklusa dobiju se informacije o propusnosti procesa, to jest vremenu potrebnom da se ostvare željeni rezultati. Vrijeme isporuke je svo vrijeme koje proizvod provede unutar procesa, dok je s druge strane vrijeme ciklusa samo ono vrijeme kada su se aktivno vršile radnje na proizvodu.

### 4. Neka politika vođenja procesa bude eksplicitno definirana

Politika vođenja procesa se sastoji od uputa od nekoliko uzastopnih koraka koji se trebaju slijediti kako bi se postigao krajnji proizvod ili usluga. Procesni definiraju što treba raditi, a njihova politika i načela definiraju način na koji to ostvariti. Ta načela treba svatko poznavati i ona jasno specificiraju kako svaki korak u procesu treba izgledati i koji uvjeti se moraju ispuniti kako bi se



moglo preći na sljedeći korak. Nova načela se, nakon uvođenja, zapisuju i s vremenom, ako su dobro osmišljena i definirana, postaju rutina među svim članovima tima i olakšavaju im održavanje stabilnog toka. Vizualiziranje politike vođenja procesa i izlaganje na svima vidljiva mjesta omogućava dobro upravljanje i stvaranje dobrih radnih navika. Prakticiranje pogrešnog načina rada vodi do toga da to postaje trajna navika koje se kasnije teško riješiti. Stoga, navođenje transparentne i jasne politike osigurava prakticiranje ispravnog načina rada od strane tima i razumijevanje značenja i važnosti svakog koraka procesa, što nadalje stvara svijest o kvaliteti i vodi ka lakšem otkrivanju pogrešaka.

Načela procesa moraju isticati ono najvažnije za svako poduzeće. Ona služe kao temelj i smjernice kojima se treba okrenuti kada dođe do nekog problema unutar procesa. Procedure sadržane u načelima također moraju i definirati koje zadatke ili korake je poduzeće spremno ignorirati ili žrtvovati, a sve u svrhu stavljanja većeg naglaska na one ključne zadatke. Ako su načela jasno i eksplicitno definirana, zaposlenici moraju manje razmišljati i gube manje vremena jer točno znaju što i zašto se radi. Posljedica toga je da imaju bolji učinak i bolje rezultate te im rad postaje jednostavniji ako se uspije postići stabilan tok.

##### 5. Prepoznati prilike za poboljšanje procesa

Uvođenje jasne i transparentne politike vođenja procesa te analiza učinka i toka procesa omogućuju prepoznavanje problematičnih koraka u procesu i uskih grla, na temelju kojih se mogu uvoditi postepena poboljšanja. Masaaki Imai, koji se smatra ocem Kaizena i kontinuiranog poboljšavanja, rekao je da je glavna svrha kanbana dovesti do svakodnevnog poboljšanja, poboljšanja svih i poboljšanja posvuda. Ako implementacija kanbana ne rezultira poboljšanjima, boljom kvalitetom i općenito boljim ishodima procesa, nema ga smisla niti koristiti. Važno je stvoriti kulturu napretka među svim članovima tima. Bitno je da svatko osjeća potrebu za sudjelovanjem i pridonosi pronalaženju rješenja i novih poboljšanja. Na taj način je moguće kontinuirano unaprjeđivati svaki aspekt procesa. [19]

## **7. PRIMJENA KANBAN SUSTAVA U PODUZEĆU KONČAR – PROFESIONALNE KUHINJE D.O.O.**

### **7.1. Općenito o poduzeću Končar – Profesionalne kuhinje**

Končar – Profesionalne kuhinje je industrijska tvrtka koja posjeduju dugu tradiciju proizvodnje profesionalne ugostiteljske opreme. Končar proizvodi su prisutni diljem svijeta, u raznim ugostiteljskim objektima, školama, bolnicama, brodovima te naravno u restoranima i hotelima. Trenutno u ponudi imaju više stotina proizvoda vlastitog dizajna. Unutar tvrtke se razvija standardna i specijalna oprema prema želji kupaca. Za to je zadužen ured za izradu projektno-tehnološke dokumentacije koji osmišljava i projektira nove proizvode. Ponuda se dijeli na termičke i neutralne elemente. Termički elementi čine veći dio proizvodnje i tu pripadaju svi oni uređaji koji se koriste za termičku obradu hrane. Također se proizvode i neutralni elementi, a to su ormari, regali, radni stolovi i dr. Trenutno je u ovom poduzeću zapošljeno 30 ljudi, od kojih je 20 radnika u proizvodnji.

### **7.2. Organizacija proizvodnje**

Skoro svi proizvodi se u cjelosti proizvode unutar poduzeća. Proizvodna hala je podijeljena na dva dijela. Prvi dio se koristi za skladištenje osnovnih materijala koji se naručuju od dobavljača i za strojnu obradu. Tu se nalaze radne stanice za rezanje lima, probijanje, savijanje i zavarivanje. U drugom dijelu se vrši montaža, završna obrada i skladištenje gotovih proizvoda. Ovdje se također nalazi i jedan dio proizvodnje namijenjen razvoju novih proizvoda. Dijelovi koji su kompatibilni s raznim vrstama proizvoda, kao što su bočne stranice, vrata i podovi, proizvode se serijski. Svi ostali dijelovi se proizvode tek kada se zaprimi narudžba.

Unutar organizacije se koristi ERP sustav PANTHEON koji povezuje sve odjele, od računovodstva, nabave i prodaje do proizvodnje i skladišta. PANTHEON pruža jednostavniji pregled i uvid u sve narudžbe i proizvode. Proces započinje zaprimanjem narudžbe te otvaranjem radnog naloga. Popis radnih naloga je podijeljen na otvorene, raspisane [Slika 23] i zatvorene [Slika 24]. Otvoreni nalozi su oni na kojima se još nije počelo raditi, raspisani su oni u tijeku, a zatvoreni su završeni. Također postoje i radni nalozi koji su djelomično završeni, a tu pripadaju proizvodi

koji su skoro u potpunosti dovršeni, ali čekaju još neki dio ili komponentu. Svaka vrsta naloga označena je drugačijom bojom radi bolje preglednosti i lakšeg snalaženja.

Slika 23. Raspisani radni nalozi

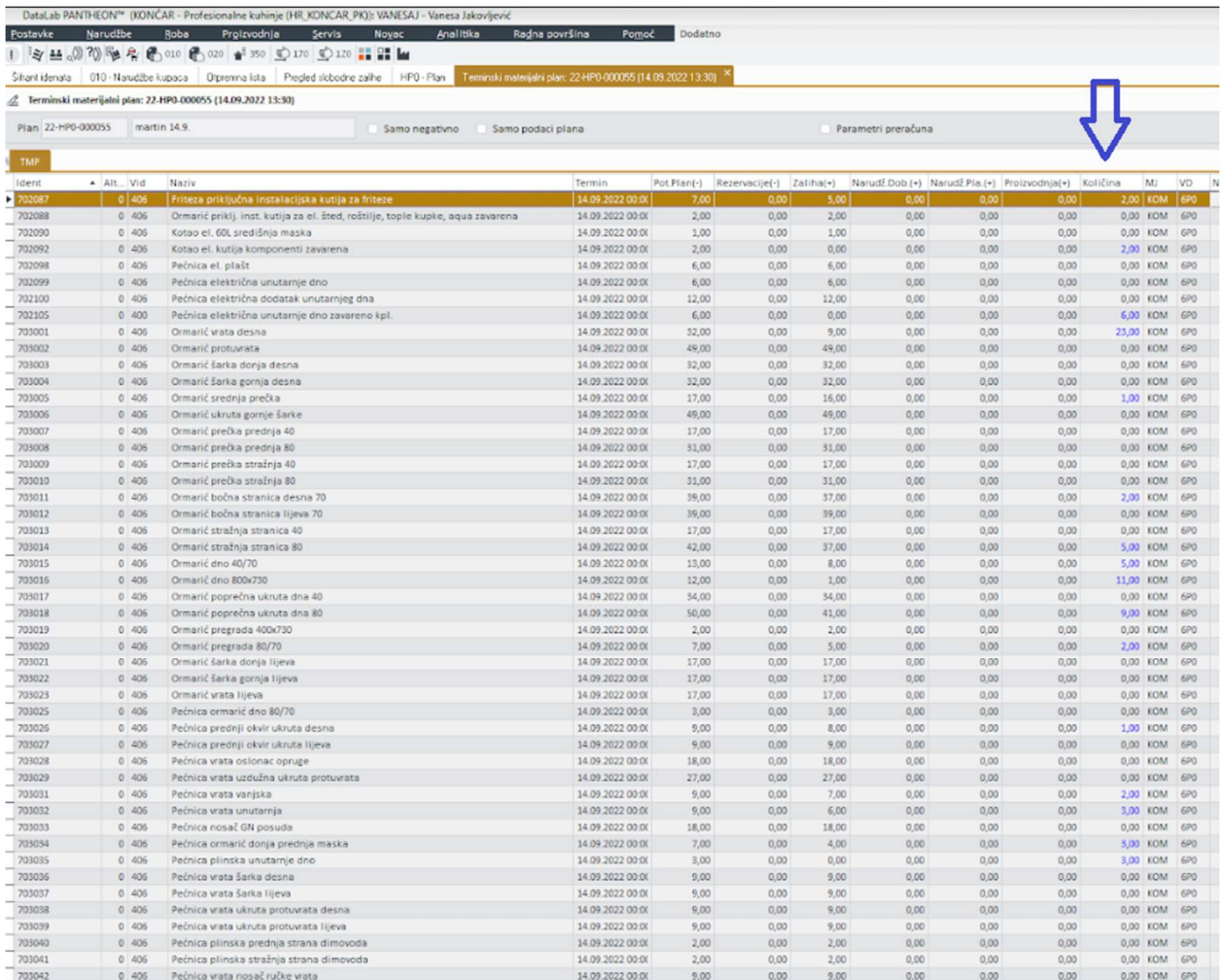
Slika 24. Zatvoreni radni nalozi

Na početku svakog tjedna radi se ispis proizvoda koji se trebaju dovršiti, što je prikazano na [Slika 25].

Narudžba	RN	Naručitelj	Proizvod	Količina
<b>ELEKTRIČNI UREDAJI</b>				
22-010-000366	22-601-000308	FUSIO d.o.o.	EPD141070	Električna fritaza, 2 korita 7+7L
22-010-000414	22-601-000367	FUSIO d.o.o.	EPD141070	Električna fritaza, 2 korita 7+7L
22-010-000477	22-601-000399	FUSIO d.o.o.	EPD141070	Električna fritaza, 2 korita 7+7L
22-010-000543	22-601-000453	FUSIO d.o.o.	EPD141070	Električna fritaza, 2 korita 7+7L
22-010-000587	22-601-000505	DE-ORSEMA	EPD141070	Električna fritaza, 2 korita 7+7L
22-010-000706	22-601-000538	FUSIO d.o.o.	EPD148090	Električna fritaza, 2 korita 22+22L
22-010-000758	22-601-000619	Ugo-BEN Interijeri d.o.o.	ETP9070	Električna trokrižna pećnjara
22-010-000807	22-601-000649	GASTRO DIZAJN d.o.o.	IND28090	Štednjak s indukcijskom pločom, zaboroni ormarić, 4 grlova zone
<b>KOTLOVI</b>				
22-010-000437	22-601-000360	KONČAR - Profesionalne kuhinje	EKI1008090	Električni kotao, indirektno grijanje, 100L
22-010-000437	22-601-000362	KONČAR - Profesionalne kuhinje	EKI8070	Električni kotao, indirektno grijanje, 60L
22-010-000674	22-601-000546	GO-ST d.o.o.	PK1508090	Plinski kotao, indirektno grijanje, 150L
22-010-000758	22-601-000617	Ugo-BEN Interijeri d.o.o.	PK1508090	Plinski kotao, indirektno grijanje, 150L
22-010-000799	22-601-000648	FUSIO d.o.o.	PK1508090	Plinski kotao, indirektno grijanje, 150L
<b>NAGIBNE TAVE</b>				
22-010-000140	22-601-000239	FUSIO d.o.o.	ETNE12012090	Električna nagibna tava, 120L, s elektromotornim nagibanjem
22-010-000663	22-601-000543	FUSIO d.o.o.	PTN808090	Plinska nagibna tava, 80L
22-010-000799	22-601-000649	FUSIO d.o.o.	PTN808090	Plinska nagibna tava, 80L
<b>PLINSKI UREDAJI</b>				
22-010-000785	22-601-000641	Centropol, zanatsko-trg. obrt	PFJ15E1070	Plinska fritaza, 1 korito 15L, elektroničko upravljanje
22-010-000785	22-601-000642	Centropol, zanatsko-trg. obrt	PFJ30E8070	Plinska fritaza, 2 korita 15+15L, elektroničko upravljanje
22-010-000404	22-601-000340	FUSIO d.o.o.	PFJ30E8070	Plinska fritaza, 2 korita 15+15L
22-010-000701	22-601-000537	GASTRO DIZAJN d.o.o.	PFJ30E8070	Plinska fritaza, 2 korita 15+15L
22-010-000718	22-601-000592	FUSIO d.o.o.	PFJ30E8070	Plinska fritaza, 2 korita 15+15L
22-010-000761	22-601-000621	FUSIO d.o.o.	PFJ418090	Plinska fritaza, 2 korita 22+22L
22-010-000597	22-601-000522	METRO Cash & Carry, d.o.o.	MPROD1070	Plinski roštilj, ravna dolžna ploča, oboreni ormarić MPRO 251565
22-010-000800	22-601-000630	FUSIO d.o.o.	PROK8090	Plinski roštilj, ravna keram. ploča, oboreni ormarić LUX
22-010-000718	22-601-000597	FUSIO d.o.o.	PTOR8070	Plinski štednjak, puna ploča, oboreni ormarić
22-010-000515	22-601-000537	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PTPP8070	Plinski štednjak, puna ploča, plinska pećnica GN 2/1
22-010-000515	22-601-000539	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PTPP8090	Plinski štednjak, puna ploča, plinska pećnica GN 2/1
22-010-000781	22-601-000637	GASTRO DIZAJN d.o.o.	PW010070	Plinski wok s dva plamenika, oboreni ormarić
22-010-000515	22-601-000538	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PW010070	Plinski wok s dva plamenika, oboreni ormarić
22-010-000515	22-601-000540	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PW010090	Plinski wok s dva plamenika, oboreni ormarić
22-010-000515	22-601-000541	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PKT8070	Plinsko kuhalo tjestenine, 2 korita 28+28L
22-010-000515	22-601-000542	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PKT8090	Plinsko kuhalo tjestenine, 2 korita 42+42L
<b>PLINSKI ŠTEDJACI</b>				
22-010-000814	22-601-000662	FUSIO d.o.o.	PSL4070	Plinski štednjak, 2 plamenika, top LUX
22-010-000809	22-601-000660	FUSIO d.o.o.	PSOL8090	Plinski štednjak, 4 plamenika, oboreni ormarić LUX
22-010-000661	22-601-000661	KONČAR - Profesionalne kuhinje	PSOL2090	Plinski štednjak, 6 plamenika, oboreni ormarić LUX
22-010-000797	22-601-000647	SERVIS INVEST MRKONJIČ d.o.o.	PSEPL8090	Plinski štednjak, 4 plamenika, električna pećnica GN 2/1 LUX
22-010-000806	22-601-000652	APPEL d.o.o.	PSEP012070	Plinski štednjak, 6 plamenika, električna pećnica GN 2/1 OPTIMA
<b>BLIK STOLOVI</b>				
22-010-000799	22-601-000637	GASTROMASTER d.o.o.	NBZ070	Radni blok stol, oboreni ormarić
22-010-000807	22-601-000656	GASTRO DIZAJN d.o.o.	NBZ1090	Radni blok stol, zaboroni ormarić
<b>UKUPNO</b>				<b>42</b>

Slika 25. Primjer tjednog popisa narudžbi

Voditelj proizvodnje ima pristup sustavu te može lako vidjeti sve koje su sve komponente potrebne za sklapanje proizvoda, koliko ih ima na zalih, a koje je, i u kojoj količini, potrebno izraditi. Na [Slika 26] u stupcu količina je plavom bojom naznačen broj komponenti proizvoda koje je potrebno napraviti. Nadalje, on sortira radne naloge te dodjeljuje poslove radnicima. Unaprijed je određeno koji radnik je zadužen za koju radnu stanicu i koji proces.



IDent	Alt.	Vid	Naziv	Termin	Pot. Plan (-)	Rezervacije (-)	Zaliha (+)	Naruđ. Dob (+)	Naruđ. Pla (+)	Proizvodnja (+)	Količina	MI	VD
702087	0	406	Friteza priključna instalacijska kutija za friteze	14.09.2022 00:00	7,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	2,00	KOM	6P0
702088	0	406	Ormarić priklj. inst. kutija za el. štjed. roštilje, tople kupke, aqua zavarena	14.09.2022 00:00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
702090	0	406	Kotao el. 60L središnja maska	14.09.2022 00:00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
702092	0	406	Kotao el. kutija komponenti zavarena	14.09.2022 00:00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	KOM	6P0
702098	0	406	Pećnica el. plašt	14.09.2022 00:00	6,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
702099	0	406	Pećnica električna unutarnje dna	14.09.2022 00:00	6,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
702100	0	406	Pećnica električna dodatak unutarnjeg dna	14.09.2022 00:00	12,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
702105	0	400	Pećnica električna unutarnje dna zavareno kpl.	14.09.2022 00:00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	KOM	6P0
703001	0	406	Ormarić vrata desna	14.09.2022 00:00	32,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	23,00	KOM	6P0
703002	0	406	Ormarić protuvrata	14.09.2022 00:00	49,00	0,00	49,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703003	0	406	Ormarić šarika donja desna	14.09.2022 00:00	32,00	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703004	0	406	Ormarić šarika gornja desna	14.09.2022 00:00	32,00	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703005	0	406	Ormarić srednja prečka	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	1,00	KOM	6P0
703006	0	406	Ormarić ukruta gornje šarke	14.09.2022 00:00	49,00	0,00	49,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703007	0	406	Ormarić prečka prednja 40	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703008	0	406	Ormarić prečka prednja 80	14.09.2022 00:00	31,00	0,00	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703009	0	406	Ormarić prečka stražnja 40	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703010	0	406	Ormarić prečka stražnja 80	14.09.2022 00:00	31,00	0,00	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703011	0	406	Ormarić bočna stranica desna 70	14.09.2022 00:00	39,00	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	2,00	KOM	6P0
703012	0	406	Ormarić bočna stranica lijeva 70	14.09.2022 00:00	39,00	0,00	39,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703013	0	406	Ormarić stražnja stranica 40	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703014	0	406	Ormarić stražnja stranica 80	14.09.2022 00:00	42,00	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	5,00	KOM	6P0
703015	0	406	Ormarić dno 40/70	14.09.2022 00:00	13,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	5,00	KOM	6P0
703016	0	406	Ormarić dno 80x730	14.09.2022 00:00	12,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	11,00	KOM	6P0
703017	0	406	Ormarić poprečna ukruta dna 40	14.09.2022 00:00	34,00	0,00	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703018	0	406	Ormarić poprečna ukruta dna 80	14.09.2022 00:00	50,00	0,00	41,00	0,00	0,00	0,00	9,00	KOM	6P0
703019	0	406	Ormarić pregrada 40x730	14.09.2022 00:00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703020	0	406	Ormarić pregrada 80/70	14.09.2022 00:00	7,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	2,00	KOM	6P0
703021	0	406	Ormarić šarika donja lijeva	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703022	0	406	Ormarić šarika gornja lijeva	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703023	0	406	Ormarić vrata lijeva	14.09.2022 00:00	17,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703025	0	406	Pećnica ormarić dna 80/70	14.09.2022 00:00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703026	0	406	Pećnica prednji okvir ukruta desna	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	1,00	KOM	6P0
703027	0	406	Pećnica prednji okvir ukruta lijeva	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703028	0	406	Pećnica vrata oslonac opruge	14.09.2022 00:00	18,00	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703029	0	406	Pećnica vrata uzdužna ukruta protuvrata	14.09.2022 00:00	27,00	0,00	27,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703031	0	406	Pećnica vrata vanjska	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	2,00	KOM	6P0
703032	0	406	Pećnica vrata unutarnja	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	3,00	KOM	6P0
703033	0	406	Pećnica nosač GN posuda	14.09.2022 00:00	18,00	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703034	0	406	Pećnica ormarić donja prednje maska	14.09.2022 00:00	7,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	3,00	KOM	6P0
703035	0	406	Pećnica plinska unutarnje dna	14.09.2022 00:00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	KOM	6P0
703036	0	406	Pećnica vrata šarika desna	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703037	0	406	Pećnica vrata šarika lijeva	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703038	0	406	Pećnica vrata ukruta protuvrata desna	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703039	0	406	Pećnica vrata ukruta protuvrata lijeva	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703040	0	406	Pećnica plinska prednja strana dimovoda	14.09.2022 00:00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703041	0	406	Pećnica plinska stražnja strana dimovoda	14.09.2022 00:00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0
703042	0	406	Pećnica vrata nosač ručke vrata	14.09.2022 00:00	9,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	KOM	6P0

Slika 26. Popis komponenti proizvoda

Određeni procesi strojne obrade, kao što je rezanje i probijanje lima laserom ili savijanje, su isplativije za serijsku proizvodnju. Iz tog razloga voditelj sistemizira naručene proizvode za tekući tjedan na način da sve iste ili slične svrsta zajedno te se obrađuju u seriji. Na primjer, boče stranica je komponenta koja se koristi na većini proizvoda i u prosjeku je potrebno proizvesti 100 komada tjedno. To se zato proizvodi u serijama dva do tri puta tjedno jer je puno isplativije, ali se zato javlja problem skladištenja velikog broja dijelova. Kada je proizvod gotov, šalje se obavijest stranci i on se ili isporučuje ili skladišti.

Tjedni cilj je proizvesti 50 gotovih proizvoda. S obzirom na situaciju na svjetskom tržištu i poteškoće u nabavi materijala, ta se kvota spustila na 30 proizvoda tjedno. U prvih osam mjeseci 2022. godine je isporučeno 1300 gotovih proizvoda, od kojih je 750 termičkih, a ostali su neutralni.

U prosjeku, u svakom je trenutku raspisano preko 100 radnih naloga, što znači da se istovremeno nad toliko proizvoda vrši obrada i montaža. S obzirom da je samo 20 radnika u proizvodnji, logično je za zaključiti kako većina tih proizvoda ili njihovih dijelova zapravo veći dio vremena stoji i čeka sljedeći proces.

### 7.3. Opis odabranog procesa

Konkretan proces koji će se ovdje razmatrati je proizvodnja plinskog roštilja, prikazanog na [Slika 27]. On se sastoji od 33 komponente, od kojih se većina njih proizvodi unutar tvrtke od limenih ploča i sastavlja od drugih komponenata, a tek se neki manji dijelovi naručuju već gotovi.



**Slika 27. Plinski roštilj proizvođača Končar**

Nakon zaprimanja narudžbe započinje proizvodnja. Prvi korak je rezanje limenih ploča na odgovarajuće dimenzije svih komponenata proizvoda. Taj se proces odvija laserom ili ručno, ovisno o dostupnosti stroja i o samom proizvodu. Kada se lim reže ručno, šalje se na probijanje na CNC stroju, dok se laserom istovremeno reže i probija lim. Sljedeći korak je savijanje lima prema unaprijed određenim dimenzijama, a zadnji korak obrade je zavarivanje. Kada je to završeno, svi komadi se skladište na predviđena mjesta s kojih se prevoze do montažne radne stanice. Najčešće komad provede dosta vremena čekajući na montažu kako bi se skupili svi dijelovi. Montaža je aktivnost koja najduže traje. Započinja spajanjem stranica u ormarić na koji se zatim postavlja radna ploha. Zatim se postavlja izolacija i kutija za plamenike. Sljedeće je postavljanje upravljačke ploče, ladice i dimovoda. Kada se montira bakrena cijev, upaljač i svi potrebni dijelovi za dovod plina, preostaje jedino zatvoriti kućište i postaviti zadnju ploču. Prije nego što se gotov proizvod šalje dalje, mora se testirati kako bi se ustvrdilo funkcionira li ispravno.

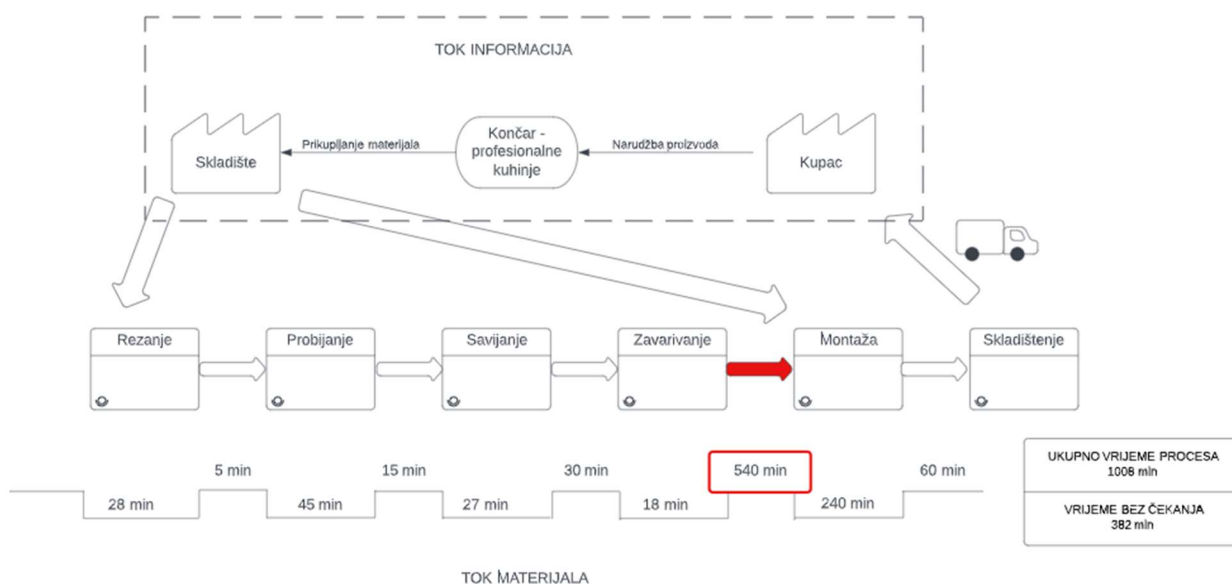
#### 7.4. Vrijeme trajanja procesa i mapiranje toka vrijednosti

Mjerenjem su utvrđena vremena trajanja pojedinih procesa. U sklopu ovog rada razmatrat će se tehnološko, pripremno-završno i pomoćno vrijeme. Tehnološko vrijeme je ono potrebno za izvršavanje efektivnog rada, tj. samo ono vrijeme kada se mijenja veličina, oblik ili struktura materijala. Pripremno-završno vrijeme prikazuje koliko je potrebno za pripremu radnog mjesta prije rada i čišćenje nakon rada, te koliko je potrebno za namještanje stroja. Pomoćno vrijeme je vrijeme potrebno da se obave svi poslovi koji omogućuju provedbu procesa, a ne uključuje vrijeme same obrade materijala. U [Tablica 1] prikazana su okvirna vremena potrebna za izradu jednog plinskog roštilja. U montaži se koristi 70 komponenti koje su dobivene iz ploča lima, bilo rezanjem škarama za lim ili na laseru. Sve komponente imaju slična vremena tehnoloških procesa, a u tablici je prikazano ukupno vrijeme potrebno za izradu svih njih. Zavaruje se samo jedna komponenta. Ostali manji dijelovi se kupuju gotovi od dobavljača i uzimaju se izravno sa zaliha.

	REZANJE I PROBIJANJE LASEROM	REZANJE ŠKARAMA ZA LIM	PROBIJANJE NA CNC STROJU	SAVIJANJE	ZAVARIVANJE	MONTAŽA	UKUPNO
TEHNOLOŠKO VRIJEME	710 s	240 s	480 s	700 s	600 s	8000 s	
PRIPREMNO – ZAVRŠNO VRIJEME	900 s	600 s	1020 s	350 s	420 s	1200 s	
POMOĆNO VRIJEME	70 s	590 s	1200 s	560 s	60 s	5200 s	
UKUPNO VRIJEME	1680 s	1430 s	2700 s	1610 s	1080 s	14400 s	382 min

**Tablica 1. Izračun vremena trajanja procesa**

Na temelju vremena trajanja procesa može se napraviti mapa toka vrijednosti [Slika 28], a pri njenoj izradi potrebno je u obzir uzeti i vrijeme čekanja između pojedinih procesa.



**Slika 28. Mapa toka vrijednosti**

Iz mape se jasno vidi kako se stvara usko grlo ispred procesa montaže. Razlog za to je velik broj raspisanih radnih naloga i proizvoda koji se proizvode u isto vrijeme. Glavni problem kod procesa montaže predstavlja i velika vrijednost pomoćnog vremena. Zbog neorganizacije radnog mjesta, radnici dobar dio vremena provedu tražeći potrebne alate i dijelove. Jedan radnik na svojoj stanici ima i do nekoliko poluzavršenih proizvoda. Oni zauzimaju potreban prostor za rad i stvara se nepotreban nered. Često se dogodi da određena komponenta nedostaje jer se ne vodi dovoljno dobra evidencija o zalihama te to rezultira dodatnim čekanjem.

### 7.5. Trenutno stanje i prijedlog implementacije kanban i pull sustava

Najveći problem u Končaru je skladištenje materijala. Zbog lošeg stanja na tržištu materijala i dijelova uslijed pandemije bolesti COVID-19, te poteškoće nabave istih, unutar proizvodnog pogona se stvaraju velike zalihe polugotovih proizvoda i dijelova. Uz to, poduzeće nema odvojeno skladište od proizvodnje, već se sav materijal i sve komponente nalaze u samom proizvodnom pogonu, na regalima pored radnih stanica. To ima i svoje prednosti – ne gubi se vrijeme na odlazak u skladište. S druge strane, posljedica takve organizacije prostora je veliki nered koji otežava snalaženje i pronalazak potrebnih predmeta. Također, zbog nepostojanja skladišnog prostora, gotovi proizvodi se pakiraju i odlažu unutar proizvodne hale sve dok se ne izvrši dostava ili kupac



ne dođe po svoj proizvod, što ponekad može potrajati i do nekoliko tjedana. Na [Slika 29] vidljiv je velik broj gotovih proizvoda koji čekaju isporuku te zauzimaju velik dio proizvodnog pogona.



**Slika 29. Odlaganje gotovih proizvoda**

U organizaciji je djelomično primijenjen pull sustav, s obzirom da se proizvodi rade tek kada se zaprimi narudžba. S druge strane, postoje velike zalihe standardiziranih komponenti koje se primjenjuju kod velikog broja proizvoda. Te zalihe se mogu regulirati upotrebom kanbana. S obzirom da se te komponente proizvode serijski upotrebom lasera i CNC savijanjem, te serije mogu sadržavati i manji broj dijelova. Pripremno-završno vrijeme kod tih strojeva nije veliko i programi za obradu već postoje, tako da ne bi došlo do velikih vremenskih gubitaka. Umjesto jednom tjedno, kao što se trenutno provodi, te bi se komponente proizvodile nekoliko puta u tjednu. Prije svega, potrebno je odrediti minimalnu količinu zalihe tih komponenti. Pritom se treba uzeti u obzir prognoza potražnje i brzina kojom se mogu nadopuniti zalihe. Nakon što se proizvedu, svakoj komponenti bi se pridruživale kanban kartice te bi se odlagale na mjesto predviđeno za skladištenje. Svaki put kada bi se komponenta uzela za montažu, njena pripadajuća kanban kartica bi se slala nazad do laserskog stroja za rezanje gdje bi se stavljala na točno predviđeno mjesto. Kada bi se sakupio dovoljan broj kartica, to bi signaliziralo da se dosegnula minimalna propisana količina zaliha te je potrebno proizvesti novu seriju dijelova.

Kanban kartice bi se trebale dodjeljivati i onim komponentama i dijelovima koji se ne provode serijski već isključivo nakon zaprimanja narudžbe. Kada zaprimaju radne naloge, radnici na strojevima na kojima se provodi prva aktivnost u procesu (najčešće rezanje lima) bi dobili i odgovarajuće kartice ili naljepnice koje bi pratila određeni komad do kraja samog procesa. Na taj

način se lako može ustanoviti koji dio je namijenjen za koji proizvod i gdje se treba slati dalje. Trenutno u poduzeću radnici ne koriste nikakav sistem označavanja dijelova. Radnici na prvim stanicama često niti ne znaju za koji proizvod rade određeni komad. Iz tog se razloga dijelovi ponekad pošalju na krivo mjesto ili treba duže vrijeme dok ne stignu do sljedeće stanice.

Već je u nekoliko navrata u radu spomenuto kako je jedan od većih nedostataka poduzeća velik broj raspisanih radnih naloga i poluzavršenih proizvoda koji najčešće čekaju montažu, o čemu svjedoči usko grlo vidljivo na mapi toka vrijednosti. Zbog manjka organizacije i kvalitetnog vođenja, radnici zadržavaju veliku slobodu pri izboru dijelova koje će montirati i kojim redoslijedom. Kako bi se to izbjeglo, mogu se primijeniti dvije metode kanbana.

Prva i jednostavnija je upotrebom kanban ploča. Unutar proizvodnog pogona nigdje nije jasno vidljivo u kojoj je fazi određeni poluproizvod ili komad koji zahtijeva obradu. Postavljanjem ploče i vizualiziranjem zadataka i aktivnosti koje je potrebno obaviti, postiže se transparentnost i preglednost. Na njoj se vizualiziraju svi koraci procesa proizvodnje. Kada radnik dođe do ploče, jasno vidi proizvode koji se trebaju napraviti. Oni se predočeni karticama. Kada započnu raditi na određenom proizvodu, jednostavno postave karticu u stupac odgovarajuće aktivnosti koju provode. Pritom te aktivnosti mogu biti u tri stanja – na čekanju, u tijeku ili završene. Svako od njih je predodređena jedna boja, kako bi se svi lakše snalazili. Kada je dio završen, njegova kartica se jednostavno prebacuje u red čekanja za slijedeću potrebnu radnu stanicu. Bitno je točno odrediti broj kartica koje se mogu staviti u polje aktivnosti u tijeku. Kada se taj stupac ispuni, radnici više ne smiju početi raditi na novim proizvodima, već moraju dovršiti jedan od već započetih. Ograničavanjem broja aktivnosti u tijeku se ubrzava cijeli proces te smanjuje vrijeme isporuke.

Drugi način ograničavanja aktivnosti u tijeku je CONWIP. To je također jedna od metoda za postizanje pull sustava, i često se i ona naziva kanbanom zbog velikih sličnosti, a i praktički se provodi na isti način. Ova metoda je već objašnjena u teorijskom dijelu rada, a razlikuje se jedino u tome što se kartica ne dodjeljuje proizvodu nego samoj proizvodnoj liniji. U proizvodnom pogonu Končar bi se CONWIP mogao primijeniti tako da se odredi dozvoljen broj aktivnosti u tijeku. S obzirom da proces montaže traje najduže, taj se broj određuje na temelju dostupnih montažnih stanica i prosječnog vremena montaže. Svakom naručenom proizvodu i radnom nalogu odgovara jedna kartica. Ta kartica prati komponente i dijelove komada kroz cijelu proizvodnu

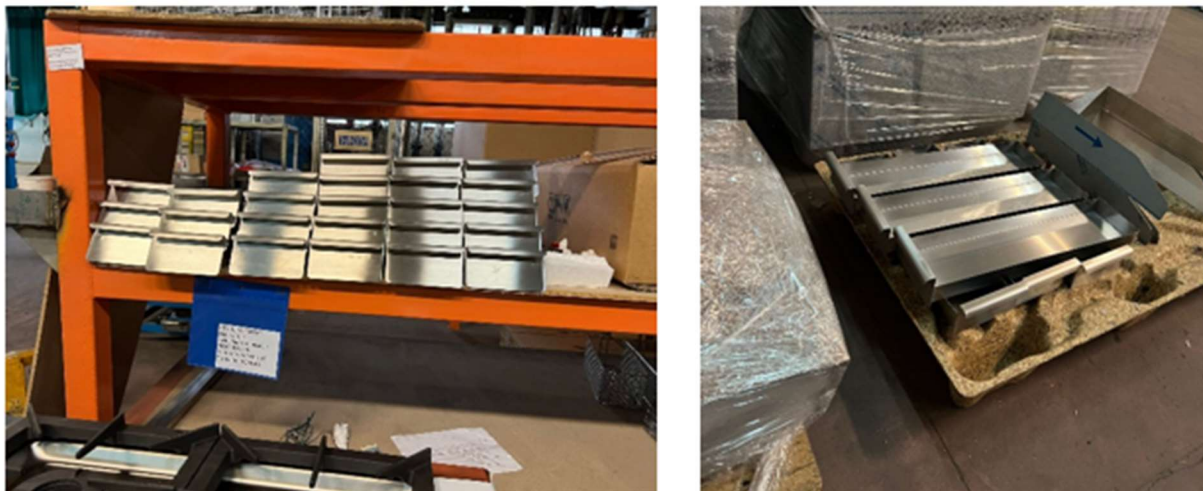
liniju te kada završi cijeli ciklus kartica se vraća na prvu radnu stanicu, ali prazna. Tamo se dodjeljuje sljedećoj narudžbi, a povratak kartice na početak signalizira da može započeti proizvodnja drugog proizvoda.

Uz implementaciju Kanbana, unutar proizvodnje poduzeća Končar – profesionalne kuhinje bi se prvenstveno trebala primijeniti 5S metoda. Prioritet bi se trebao staviti ostvarivanje urednijeg i organiziranijeg radnog mjesta i okruženja. Po cijelom se pogonu nalazi škart i smeće koje se treba izbaciti. Iako je problem manjak skladišnog prostora, uz bolje sortiranje i odlaganje dijelova i proizvoda može se postići puno više slobodnog mjesta. Također, upotrebom većeg broja regala može se znatno uštediti na prostoru, s obzirom da se veliki dio dijelova odlaže na pod [Slika 30].



**Slika 30. Komponente proizvoda koje čekaju montažu**

Radne stanice se doimaju nepregledno jer potrebni alati te poluproizvodi i dijelovi koji se koriste nisu odloženi i spremljeni na svoje određeno mjesto. Iz tog se razloga zna dogoditi da se pojedine stvari i alat zagube te potroše puno vremena kako bi ga pronašli. Također često rade nepotrebne kretnje i moraju odlaziti do udaljenijih djelova pogona po određene komponente ili informacije. Na [Slika 31] vidljivi su određeni dijelovi koji imaju svoje definirano mjesto skladištenja, ali se odlažu i na drugim mjestima. To otežava praćenje dostupnih dijelova i količinu zaliha te naravno njihovo pronalaženje.



**Slika 31. Skladištenje istovrsnih komada na različitim mjestima**

Kako bi se stanje poboljšalo, svi zaposlenici moraju davati doprinos u održavanju reda i čistoće i na to bi ih se trebalo poticati i motivirati. Određivanjem pravila i davanjem jasnih uputa te naravno dobrom komunikacijom i ispravnim pristupom se među zaposlenike može uvesti samodisciplina.

### **7.6. Optimizacija montažne linije**

Trenutno se montaža odvija na način da svaki radnik sklapa cijeli proizvod. Komponente plinskog roštilja su spremne čekale 9 sati na početak sklapanja, koje je samo po sebi trajalo 4 sata.

Prvi korak u poboljšanju procesa je bio čišćenje i organizacija radnog mjesta. [Slika 32] prikazuje radnu stanicu za montažu pretrpanu raznim nepotrebnim dijelovima i alatima. Na njoj se nalazio proizvod i komponente koje su se trenutno sastavljale, isto kao i komponente drugih proizvoda koji čekaju svoj red za montažu.



**Slika 32. Radno mjesto prije čišćenja**

Tehnološko vrijeme montaže zauzima samo 55% od ukupnog vremena. Sve aktivnosti koje pripadaju u pomoćno vrijeme čine čak oko 36% ukupnog vremena. Iz tog razloga je pri uvođenju poboljšanja naglasak upravo stavljen na pomoćna vremena.

Iz [Tablica 2] vidljivo je da 35% pomoćnog vremena otpada na odlazak po dijelove.

POMOĆNO VRIJEME (min)	
Odlazak po dijelove	31
Traženje dijelova	27
Čekanje na dijelove	19
Testiranje	10
<b>Ukupno</b>	<b>87</b>

**Tablica 2. Pomoćno vrijeme u procesu montaže prije uvođenja poboljšanja**

Pretvaranjem montažne stanice u montažnu liniju koja se sastoji od 3 radne stanice te pozicioniranjem sukladnih dijelova ovisno na kojoj se stanici koriste, smanjilo se vrijeme nepotrebnog hodanja. Na prvoj stanici se sastavio otvoreni ormarić i postavila izljevna cijev. Zatim se taj poluproizvod poslao na drugu stanicu, gdje se postavila kutija plamenika i radna ploča. Na zadnjoj stanici su se montirali svi ostali manji dijelovi koji pružaju funkciju roštilju, kao što je razvodna cijev, regulator zraka, upravljačka ploča i sve ostale komponente. Svaka stanica je

odmaknuta jedna od druge 5 metara, kako bi radnici nesmetano mogli obavljati svoj posao. Većina potrebnih dijelova im se također nalazi unutar 5 metara od stanice, osim nekih posebnih dijelova koji se rijede koriste te su oni uskladišteni na udaljenijim regalima. Od ukupnog pomoćnog vremena, na traženje dijelova otpada 30%. To se vrijeme smanjilo uređivanjem i sistematiziranjem radnog mjesta i mjesta skladištenja gotovih dijelova. Na taj način su radnici znali gdje se nalazi svaki predmet koji im je potreban. Na [Slika 33] može se vidjeti radna stanica za montažu nakon čišćenja i odlaganja svih alata na predviđena mjesta.



**Slika 33. Radno mjesto nakon čišćenja i uređivanja**

Uvođenjem montažne linije se smanjilo i tehnološko vrijeme. S obzirom da jedan radnik ima puno manje iskustva od ostalih, njemu je potrebno više vremena u zadnjim koracima montaže koji su najzahtjevniji. On je postavljen na prvu stanicu, koja obuhvaća jednostavnije aktivnosti. Kada je on sam radio na cijelom plinskom roštilju, u nekoliko je navrata morao čekati iskusnijeg radnika kako bi ga pitao za savjet ili provjeru. To vrijeme izgubljeno čekajući da drugi radnik stane sa svojim poslom i dođe do radne stanice je uklonjeno raspodjelom poslova.

Iz [Tablica 3] vidi se da se nakon uvođenja navedenih promjena, ukupno pomoćno vrijeme procesa montaže smanjilo za 27%, tj. za 24 minute. Uz to, tehnološko vrijeme se skratilo za otprilike 17% (23 minute).


POMOĆNO VRIJEME (min)	
Odlazak po dijelove	24
Traženje dijelova	10
Čekanje na dijelove	19
Testiranje	10
<b>Ukupno</b>	<b>63</b>

**Tablica 3. Pomoćno vrijeme u procesu montaže nakon poboljšanja**

### 7.7. Kanban

Do čekanja dijelova dolazi zbog nedostatka evidencije zaliha i završenih komponenata. Naime, tok informacija unutar proizvodnje teče isključivo usmeno. Često voditelj ne šalje radnicima radne naloge na kojima piše što trebaju izvršiti, već im jednostavno kaže. Kada završe sa zadatkom, čekaju voditelja da im dodjeli sljedeći. Također, nakon što završe proces obrade, kao što je rezanje ili savijanje, radnici nemaju efektivan sustav označavanja da je određeni komad gotov i spreman za sljedeći proces. To predstavlja veliki problem za administraciju. Kada radnici vide da im nedostaje određeni dio potreban za sklapanje proizvoda, traže od određenog radnika da im to proizvede. Taj proizvedeni komad nije nigdje evidentiran niti zabilježen te kada je proizvod gotov, osoba u administraciji ne može jednostavno zaključiti radni nalog jer je iskorišten dio koji nije bio na zalihi u sustavu. Ispravak toga i naknadan unos traje tri puta duže nego što bi to bilo u slučaju da je svaki dio registriran u sustavu. Također, dogodi se i da se neka komponenta predviđena i napravljena za određen proces iskoristi pri montaži drugog.

Kako bi se to izbjeglo uvedene su kanban kartice koje su se dodjeljivale svakom dijelu kada je prošao kroz prvu operaciju [Slika 34]. Voditelj je na početku dana podijelio kartice. One predstavljaju radne naloge. Na svakoj je definiran naziv proizvoda, potrebne operacije, broj radnog naloga te broj potrebnih komada.

Ident:	<b>903052</b>	<b>KONČAR</b>
<b>Naziv proizvoda</b>		
<b>Tava pokrov korita 120/90</b>		
<b>Tehnološke operacije izrade:</b>		
OP004	<b>Rezanje na škarama za lim</b>	
OP005	<b>Skidanje srha</b>	
OP006	<b>CNC probijanje</b>	
OP007	<b>Savijanje</b>	
OP014	<b>Zavarivanje (TIG, MIG)</b>	
OP012	<b>Točkasto zavarivanje</b>	
OP015	<b>Brušenje električnim ručnim alatima</b>	
Broj RN:		
	22-6P0-005691	
Količina:	<b>4,00 KOM</b>	

Slika 34. Kanban kartica

Nakon što je završena operacija rezanja, kartica se pridružuje dijelu ili, u ovom slučaju, grupi dijelova, s obzirom da na kartici piše da je potrebno proizvesti 4 komada. Kartica dalje prati proizvode kroz sve naredne operacije. Do sada dijelovi nisu bili označeni pa su radnici trošili vrijeme komunicirajući i međusobno prenoseći informacije o proizvodu. Uvođenjem kartica to više nije potrebno jer je vidljivo o kojem se proizvodu radi, a već je unaprijed definirano po kojim ga je parametrima potrebno obraditi. Praćenjem toka materijala između operacija CNC probijanja i savijanja, proizvod provodi 27% manje vremena čekajući između te dvije operacije.

Trenutno ne postoje čitači bar koda u poduzeću. Kada bi se osigurao po jedan na svakoj radnoj stanici, radnik bi trebao jednostavno skenirati bar kod i prikazale bi mu se sve potrebne informacije o proizvodu. Također, samim skeniranjem bi radnik poslao informaciju u sustav gdje se određeni proizvod trenutno nalazi, tj. koja se aktivnost obavlja. Kako bi se to omogućilo, potrebno je provesti digitalizaciju proizvodnog pogona i procesa, što zahtjeva puno vremena i dodatne investicije.



## 8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog završnog rada bio je predstaviti Pull i Kanban sustav te ih primjeniti na odabrano poduzeće. Objašnjene su razne značajke i prednosti pull sustava te se lako može zaključiti da upravo takav način proizvodnje u današnje vrijeme ima prednost nad push proizvodnjom. Najveći razlog za to leži u nestabilnosti i nepredvidljivosti svjetskog tržišta te stalnoj promjeni potražnje, koju je teško predvidjeti. Zato se organizacije i poduzeća okreću prema maloserijskoj i taktnoj proizvodnji, pomno prateći želje kupaca i pokušavaju se što brže prilagoditi promjenama i zahtjevima tržišta. Jedini način na koji poduzeća mogu ostati konkurentna je praćenjem trendova i provođenjem stalnih promjena. Velik broj tvrtki je propao upravo jer nisu bili spremni mijenjati svoj dotadašnji način poslovanja. Kako bi se osigurao opstanak, nužno je stalno tražiti nove i bolje načine za vođenje procesa te provoditi kontinuirana poboljšanja gdje god i kad god je to moguće. Poduzeće Končar – Profesionalne kuhinje zadnjih godina doživljava porast potražnje njihovih proizvoda koje odlikuje visoka kvaliteta i pouzdanost. Međutim, proizvodni procesi i sama organizacija rada nisu u potpunosti modernizirani. Kako bi mogli odgovoriti na visoke zahtjeve potražnje, potrebno je uvesti neke promjene. Analizom proizvodnog pogona pronađene su određene aktivnosti koje je nužno unaprijediti. U sklopu ovog rada bilo je moguće provesti samo neka poboljšanja. Optimizirala se i uredila montažna radna stanica, što je rezultiralo značajnim smanjenjem pomoćnog, ali i tehnološkog vremena. Kanban kartice su također doprinjele smanjenju vremena čekanja između pojedinih operacija te su poslužile kao sredstvo za evidenciju proizvoda i komponenata.

Zaključno, kanban je sustav koji ima široko područje primjene. Njegova najveća prednost je što ga svatko može primjeniti na područje svog rada. Ne postoji jedan ispravan pristup i način korištenja. Svako je poduzeće drugačije i ima neke svoje specifične značajke, a kanban kartice i ploča se lako prilagode svakom procesu. Najvažnije je na početku definirati što se želi ispraviti ili poboljšati, te jednostavno započeti od najjednostavnijih koraka. Dalje se, u skladu s filozofijom kontinuiranog poboljšavanja, treba težiti pronaći bolji način primjene i provođenja kanbana. Te promjene ne moraju biti velike i nije važno ako se neki pristup ne pokaže uspješnim. Bitno je pokušavati i vjerovati da uvijek ima prostora za napredovanje.

## LITERATURA

- [1] <https://theleanway.net/muda-mura-muri> Pristupljeno: 27.08.2022.
- [2] Štefanić, N., Tošanović, N.: Lean proizvodnja, FSB, Zagreb, 2012.
- [3] Maurer, R.: The Spirit of Kaizen, McGraw Hill, New York, 2013.
- [4] <https://www.kaizen.com/> Pristupljeno: 27.08.2022.
- [5] <https://www.leanproduction.com/kaizen/> Pristupljeno: 29.08.2022.
- [6] Sayer A.: New developments in manufacturing: the just-in-time system. 1986.; 10(3), 43-72
- [7] Berger A. Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. Integrated Manufacturing Systems. 1997; 8(2), 110-117
- [8] Jaca C., Viles E. Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. International Journal of Production Research. 2014; 52:15, 4574-4586
- [9] <https://reverscore.com/continuous-improvement-tools/> Pristupljeno: 02.09.2022.
- [10] Magnier P. Lean Flow Mapping, Lean Flow Consulting, 2008.
- [11] Locher D. A.: Value Stream Mapping for Lean Development, Productivity Press, New York, 2008.
- [12] <https://www.appvizer.com/magazine/operations/project-management/the-5-ws-in-business> Pristupljeno: 02.09.2022.
- [13] Roser C.: All About Pull Production: Designing, Implementing, and Maintaining Kanban, CONWIP, and other Pull Systems in Lean Production, AllAboutLean.com Publishing, Offenbach, 2021.
- [14] Smalley A.: Creating Level Pull: A Lean Production-System Improvement Guide for Production-Control, Operations, and Engineering Professionals, The Lean Enterprise Institute Inc., Cambridge, 2008.
- [15] <https://www.veryableops.com/blog/pull-production-systems> Pristupljeno: 03.09.2022.
- [16] Chu C., Liang G., Liao C. Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. Computers & Industrial Engineering. 2008; 55: 841–851

- [17] Spearman M., Woodruff D. Conwip: A Pull Alternative to Kanban. *Int. J. Prod. Res.* 1990; 28(5): 879-894
- [18] Riezebos J. Design of POLCA Material Control Systems. *International Journal of Production Research*, Taylor & Francis. 2009; 48 (05): 1455-1477
- [19] <https://kanbantool.com/> Pristupljeno: 05.09.2022.
- [20] Cimorelli S.: *Kanban for the Supply Chain: Fundamental Practices for Manufacturing Management*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2013.
- [21] <https://kanbanzone.com/2019/six-rules-of-kanban/> Pristupljeno: 05.09.2022.
- [22] <https://www.allaboutlean.com/toyotas-six-rules/> Pristupljeno: 05.09.2022.
- [23] APICS Dictionary, 13th ed. The Association for Operations Management, Chicago, 2010.
- [24] <https://www.beyondlean.com/kanban.html> Pristupljeno: 07.09.2022.
- [25] <https://www.paymoapp.com/blog/kanban-board/> Pristupljeno: 08.09.2022.
- [26] Jackson P.L.: *The Cumulative Flow Plot: Understanding Basic Concepts in Material Flow*, Cornell University Operations Research and Industrial Engineering, Ithaca, 1989.
- [27] <http://leanguru.pro/wip-limits-matter/> Pristupljeno: 11.09.2022.