

Operacijski menadžment na primjeru poduzeća za proizvodnju proizvoda od plastike

Blašković, Dražen

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:982279>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-22**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
POSLOVNI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
POSLOVNO UPRAVLJANJE

Dražen Blašković

**OPERACIJSKI MENADŽMENT NA PRIMJERU PODUZEĆA
ZA PROIZVODNJU PROIZVODA OD PLASTIKE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018

Dražen Blašković

**OPERACIJSKI MENADŽMENT NA PRIMJERU PODUZEĆA
ZA PROIZVODNJU PROIZVODA OD PLASTIKE**

ZAVRŠNI RAD

Veleučilište u Karlovcu
Poslovni odjel
Specijalistički diplomski stručni studij
Poslovno upravljanje

Kolegij: Operacijski menadžment
Mentor: dr. sc. Kornelija Severović
Broj indeksa: 0619408069

Karlovac, rujan 2018

ZAHVALA

Ovim putem prvo želim zahvaliti supruzi i djeci, te roditeljima, na podršci tijekom cijelog svog studiranja.

Na idejnoj i stručnoj pomoći prilikom izrade ovog završnog rada zahvaljujem se mentorici dr. sc. Korneliji Severović, koja mi je tijekom pisanja rada davala stručne savjete.

Također se zahvaljujem svima koji su mi na bilo koji način pomogli prilikom izrade ovog rada te svima koji su mi na bilo koji način pomogli i olakšali studiranje.

SAŽETAK

Rad je temeljen na analizi operacijskog menadžmenta u proizvodnim procesima proizvodnje kupaonske kade. Operacijski menadžment je pojam koji podrazumijeva korištenje znanja i sposobnosti operativnih menadžera tijekom određenih proizvodnih procesa kako bi se postigli određeni ciljevi. Operacijski menadžment može se definirati i kao skup osoba koje povezuju ljudske i materijalne resurse, te svojim odlukama definiraju operacije u proizvodnim procesima kako bi poduzeće ostvarilo određene ciljeve.

Operacijski menadžment postaje svakim danom sve važnija komponenta u cjelokupnom vođenju poduzeća, jer odluke operativnih menadžera u velikoj mjeri utječu na rad, razvoj i ukupno poslovanje kompletnog poduzeća.

U nastavku rada opisan je tijek razvoja operacijskog menadžmenta, te njegova primjena u određenim proizvodnim procesima ili uslugama. U drugom dijelu rada dan je primjer primjene operativnog menadžmenta tijekom proizvodnog procesa proizvodnje proizvoda od plastike. Za primjer uzet je proizvod akrilna kupaonska kade, te je prikazan cijeli proizvodni proces, od idejne skice novog proizvoda, pa sve do izrade gotovog proizvoda i skladištenja na skladište.

Ključne riječi: operacijski menadžment, proizvodni proces, kupaonska kada

SUMMARY

Work is based on an analysis of operational management in production processes of the production of bath tubs. Operational Management is a term that implies the use of knowledge and skills of operational managers during certain production processes to achieve certain goals. Operational management can also be defined as a set of people connecting human and material resources, and by their decisions define operations in production processes to achieve the company's goals.

Operational management becomes an increasingly important component in the overall management of the company every day, as the decisions of operating managers greatly affect the work, development, and total business of the entire company.

The following describes the course of operational management development and its application in certain production processes or services. In the second part of the work, there is an example of the application of operational management during the production process of the production of plastic products. For example, the product is an acrylic bath tub, and the whole production process is depicted, from the sketch of the new product to the finish of the finished product and storage at the warehouse.

Key words: operational management, production process, bathroom bath tub

SADRŽAJ

1	UVOD.....	1
1.1	Predmet i cilj rada	1
1.2	Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
1.3	Struktura rada	1
2	TEORETSKO POZICIONIRANJE OPERACIJSKOG MENADŽMENTA	3
2.1	Pojam i funkcije operacijskoga menadžmenta	3
2.2	Povijesni razvoj operativnog menadžmenta	5
2.3	Operativni menadžer i njegova uloga u poduzeću	10
3	DIZAJNIRANJE PROIZVODA I IZBOR PROIZVODNOG PROCESA KAO SASTAVNICA OPERACIJSKOG MENADŽMENTA.....	12
3.1	Opće definicije dizajna proizvoda.....	12
3.2	Upravljanje procesom razvoja novog proizvoda.....	13
3.3	Izbor proizvodnog procesa	15
4	IZBOR TEHNOLOGIJE, PLANIRANJE PROIZVODNJE I UPRAVLJANJE ZALIHAMA	19
4.1	Izbor tehnologije	19
4.2	Planiranje proizvodnje.....	22
4.3	Upravljanje zalihama	27
4.3.1	Ekonomična količina narudžbe EOQ	27
4.3.2	Planiranje potreba materijala MRP.....	28
4.3.3	Upravo na vrijeme JIT	29
5	PROIZVODNI CIKLUS NA PRIMJERU PROIZVODA OD PLASTIKE	31
5.1	Dizajniranje kupaonske kade	31
5.1.1	Skica proizvoda.....	31
5.1.2	Izrada digitalnog 3D modela.....	32
5.1.3	Izrada tehničkog nacрта	33
5.2	Izrada modela kupaonske kade.....	34
5.2.1	Strojna obrada modela	34
5.2.2	Završna ručna obrada modela	35
5.3	Izrada kalupa kupaonske kade	36
5.3.1	Odabir tipa kalupa.....	36
5.3.2	Izrada poliesterskog kalupa	37

5.3.3 Nabava aluminijskog kalupa.....	39
5.4 Izbor proizvodne linije i tehnološki proces izrade.....	40
5.4.1 Odabir peći za zagrijavanje.....	40
5.4.2 Odabir strojeva za termo formiranje	42
5.4.3 Odabir linije za nanošenje poliestera	45
5.4.4 Obrezivanje i bušenje.....	48
5.4.5 Završna kontrola i pakiranje	49
5.5 Planiranje proizvodnje.....	49
5.5.1 Izrada kartice proizvoda.....	49
5.5.2 Izrada proizvodne sastavnice	51
5.5.3 Otvaranje radnog naloga za proizvodnju	51
5.5.4 Knjiženje radnog naloga	54
5.6 Upravljanje zalihama	54
5.6.1 Predviđanje potreba repromaterijala	54
5.6.2 Nabava repromaterijala.....	55
5.6.3 Skladištenje repromaterijala	56
5.7 Upravljanje kvalitetom i kontrola.....	57
5.7.1 Kontrola repromaterijala.....	57
5.7.2 Međufazna kontrola	58
5.7.3 Završna kontrola	58
6 ZAKLJUČAK	60
LITERATURA	61
POPIS SLIKA.....	63
POPIS TABLICA.....	63

1 UVOD

1.1 Predmet i cilj rada

Predmet ovog završnog rada je objasniti područje operacijskog menadžmenta koje obuhvaća upravljanje poslovnim procesima. Upravljanje poslovnim procesima može se opisati kao sustavan pristup poboljšavanja poslovanja, koji se temelji na oblikovanju, poboljšanju, analizi i upravljanju procesima.

Svrha i cilj rada je ukazati na važnost shvaćanja i postojanja menadžmenta u proizvodnim procesima, te samu važnost menadžmenta za ostvarenje kvalitete i produktivnosti poduzeća.

1.2 Izvori podataka i metode prikupljanja

Glavne izvore podataka za izradu ovog završnog rada činila je dostupna stručna i znanstvena literatura te interni podaci poduzeća kao odabranog poslovnog subjekta za primjer teoretskog dijela rada.

U radu su korištene metode: *metoda analize* - u dijelu objašnjavanja stvarnosti raščlanjivanja složenih misaonih tvorevina na njihove jednostavnije dijelove i elemente, *metoda kompilacije* - u dijelu preuzimanja tuđih rezultata znanstveno istraživačkog rada, opažanja, stavova, zaključaka, spoznaja te *deskriptivna metoda* - u dijelu jednostavnog opisivanja činjenica procesa i predmeta bez znanstvenog tumačenja i objašnjavanja.

1.3 Struktura rada

Rad je podijeljen u pet cjelina kroz koje se analizira uloga operacijskog menadžmenta s naglaskom na vođenje i upravljanje proizvodnjom i proizvodnim procesima.

Prvi dio rada obuhvaća obrazloženje predmeta i cilja rada, izvore podataka i metode prikupljanja istih te samu strukturu rada.

U drugom dijelu rada teoretski je objašnjen pojam operacijskog menadžmenta u poduzeću, u kratko je opisana povijest razvoja operacijskog menadžmenta, te sve njegove značajke, prednosti i nedostaci tijekom vođenja proizvodnih procesa unutar poduzeća.

U trećem, četvrtom i petom dijelu rada se na praktičnom primjeru prikazuje uloga operacijskog menadžmenta od samog početka izrade proizvoda, odnosno razvoja proizvoda, odabir odgovarajućeg proizvodnog procesa, te upravljanje kvalitetom i kontrolom. Za primjer je odabran jedan proizvod od plastičnih masa te je prikazan njegov razvoj, odabir proizvodnih procesa te kontrola kvalitete.

2 TEORETSKO POZICIONIRANJE OPERACIJSKOG MENADŽMENTA

U ovom poglavlju biti će objašnjen pojam i karakteristike operacijskog menadžmenta. Kako bi se što detaljnije objasnio pojam operativnog menadžmenta, u prvom dijelu biti će pojašnjen sam pojam i funkcija operativnog menadžmenta, u drugom dijelu biti će prikazan povjesni razvoj, dok će u trećem dijelu biti opisana uloga i funkcije operativnog menadžera u organizaciji.

2.1 Pojam i funkcije operacijskoga menadžmenta

Operacijski menadžment najčešće se definira kao sistemsko upravljanje i kontrola procesa transformacije inputa u output. Predstavlja proces usmjeren na ostvarenje optimalne uspješnosti u realizaciji definiranih ciljeva i zadataka određenog poduzeća.¹ „Najuže je vezan uz operativno planiranje i organiziranje poslovanja i rada u okviru aktualnih tekućih zadataka i ciljeva.“² Aktivnosti: izbor, oblikovanje, funkcioniranje, kontroliranje i moderniziranje sustava proizvodnje, sastavnice su operativnog menadžmenta u pojmovnom smislu.³ Njegova se važnost manifestira u sljedećem:⁴

- proizvodnja je središnja organizacijska funkcija,
- proizvodna funkcija određuje tijekove resursa kroz organizaciju,
- društvo veoma zavisi od outputa proizvodnih poduzeća,
- proizvodna funkcija je veoma povezana s mnogim ozbiljnim društvenim problemima, kao što je nedostatak resursa, inflacija i opadanje proizvodnosti.

¹ Škrtić, M.: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, 2011., str. 11

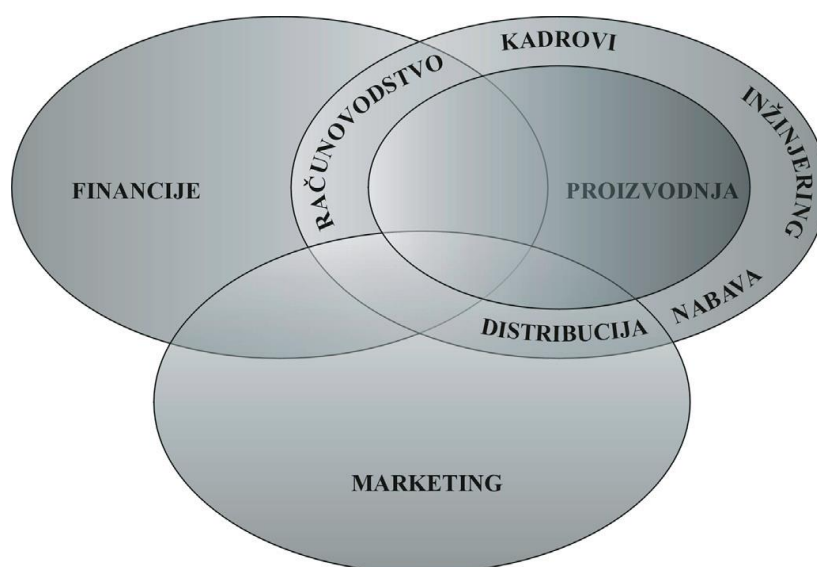
² Ibidem

³ Ibidem

⁴ Buble, M.: Menadžment, Sveučilište u Splitu – Ekonomski fakultet Split, 2006., str. 611

Proizvodnja, financije i marketing mogu se izdvojiti kao temeljne poslovne funkcije.⁵ Navedeno prikazano je na Slici 1. Njihovim efikasnim upravljanjem poduzeće na najbolji način ostvaruje svoju misiju, postavljene ciljeve i zadatke. U ukupnom mikroekonomskom mehanizmu⁶ kojeg tvore, svaka od te tri globalne funkcije ima svoje specifično mjesto i važnosti. Iako u pojedinim razdobljima svoga razvoja i djelovanja poduzeće može značajniji naglasak staviti na samo jednu od tih funkcija, ono time ne smije umanjiti i marginalizirati značenje ostalih.⁷

Slika 1: Poduzeće kao sustav sastavljen od tri temeljne poslovne funkcije



Izvor: Barković, D.: Uvod u operacijski management, II. dopunjeno izdanje, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, 2011, str. 5

„Operativni menadžment često se definira i kao dizajn, provođenje operacija i poboljšanje sistema da se kreira i isporuči primarni proizvod ili usluga poduzeća. Operativni menadžment je funkcija koja nadgleda izradu proizvoda i usluga. On stvara ono što će marketing prodati a financije zabilježiti kao prihod.“⁸ Isti autor navodi značaj operativnih

⁵ Poslovna funkcija može se definirati kao skup povezanih poslova kojima se na najbolji način obavlja zadatak poduzeća s ciljem stvaranja proizvoda odnosno pružanja usluge. (Sikavica, P.: Organizacija, Školska knjiga, Zagreb, 2011, str. 569)

⁶ Mikroekonomski mehanizam predstavlja tržište ili sredinu u kojem poslovne funkcije obavljaju svoje djelatnosti. (Karić, M.: Mikroekonomika, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek 2009, str. 5)

⁷ Barković, D.: Uvod u operacijski management, II. dopunjeno izdanje, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, 2011, str. 3

⁸ Škrtić, M.: op. cit. str 11

menadžera ističući interpretaciju istih u smislu značaja i složenosti njihovih zadaća budući se od njih često puta očekuju najkonkretnija rješenja, tj. konkretni proizvodi i usluge koji će cijenom i kvalitetom zadovoljiti potrebe sve zahtjevnijih potrošača.

2.2 Povijesni razvoj operativnog menadžmenta

Tijekom druge polovine 18. stoljeća industrijska revolucija donijet će prve naznake primjene suvremenijeg pristupa menadžmentu, što će se ogledati u postupnom napuštanju zanatskog načina proizvodnje i stvaranjem sve složenijih i učinkovitijih oblika manufakturne organizacije.

Autor⁹ prezentira povijesni tijek razvoja operacijskog menadžmenta prikazujući pristupe i doprinose pojedinih autora. Prema istom Autoru, razvoj oblika manufakturne organizacije imat će svoju teorijsku podlogu u radovima A. Smitha, koji je 1776. u svom djelu "Istraživanje prirode i uzroka bogatstva naroda" posebno razmatrao pitanja specijalizacije radnika u manufakturi. E. Whitney je 1798 u svom konceptu zamjenjivosti dijelova postavio temelje modernom sustavu proizvodnje. Navedeni pristup u svojim tvornicama je primijenio H. Ford početkom 20. stoljeća. U prvoj polovini 19. st., Ch. Babbage je istraživao mogućnosti snižavanja proizvodnih troškova zapošljavanjem kvalificiranih radnika koji bi ostvarivali plaću s obzirom na stručnost. Ovaj znanstvenik također je izučavao probleme menadžerske i organizacijske strukture, međuljudskih odnosa, razvoja novog proizvoda i ostvarenja profita.

Početak prave revolucije u razvoju teorije i prakse operacijskog managementa nastupit će u drugoj polovini 19. stoljeća i početkom 20. stoljeća. Taj proces može se podijeliti u pet osnovnih faza:¹⁰

- znanstveni management,
- znanost o ponašanju,
- operacijska istraživanja,
- kompjutorizacija,
- suvremeni trendovi.

⁹ Barković, D.; op. cit. str. 8

¹⁰ Ibidem

Razvoj menadžmenta započeo je industrijskom revolucijom i početkom masovne proizvodnje, a F. W. Taylor smatra se ocem znanstvenog menadžmenta.¹¹ Isti Autor ističe značaj njegovih spoznaja razvojem studijavremena, studija pokreta i studija rada uopće, te doprinosu promjeni načina rada i gospodarenja u industrijskom poduzeću.

Taylorove ideje snažno je podržavao i na njegovim idejama nastavio razvijati slavni tim – bračni par Frank i Lilian Gilberth. Frank Gilberth najviše se je bavio smanjivanjem broja pokreta pri obavljanju određenih radnji, dok je njegova žena Lilian bila jedna od prvih industrijskih psihologa i bila priznata kao „prva dama menadžmenta“.¹²

Francuski rudarski inženjer Henry Fayol smatra se ocem moderne teorije operacijskog menadžmenta, a svoje ideje i zamisli opisao je u svojoj knjizi „Administration industrielle et generale“. Prema ovom pristupu, administracije svih organizacija, nezavisno od njihovih oblika, karaktera i veličine, zahtijevaju neki racionalni proces. Na toj osnovi Fayol je definirao 14 poznatih principa:¹³

- podjela rada,
- autoritet i odgovornost,
- disciplina,
- jedinstvo zapovijedanja,
- jedinstvo naređivanja,
- podčinjavanje osobnih općim interesima,
- nagrađivanje,
- centralizacija,
- skalarni lanac,
- red,
- pravednost,
- stabilnost zaposlenja,
- inicijativa,
- kooperativni duh.

¹¹ Škrtić, M.: op.cit., str. 18.

¹² Ibidem, str. 19

¹³ Ibidem, str. 20-21

„Henri Fayol je sve aktivnosti u poduzeću podijelio na šest standardnih funkcija, a to su: Financije, Komercijala, Tehnika, Sigurnost, Računovodstvo i Menadžment (koji prema Fayolu uključuje: planiranje, organiziranje, zapovijedanje, kontroliranje)“.¹⁴

Sredinom 20. st. (1925 - 1960), Znanost o ponašanju prepoznaje socijalnu teoriju i društvenu psihologiju, sve poticano pokretom znanstvenog managementa. Razvoj ove znanosti započinje pokusima E. Mayo, F. J. Roethlisbergera, T. N. Whiteheada i W. J. Dicksona provedenim u tvornici Western Electric Company u Hawthorneu (Illinois), kojima su izučavali učinke rasvjete i drugih uvjeta na radnike i njihovu proizvodnost.¹⁵

Operacijski menadžment je u novije vrijeme evoluirao u kvantitativnom pravcu. Menadžment se sve više sagledava u kontekstu matematičkih procesa, koncepata, simbola i modela. Oni su orijentirani na rješavanje konkretnih operativnih problema.

McKinseyevih 7-S predstavlja skraćenicu engleskih naziva sljedećih pojmova = strategija, struktura, sistemi, stil, osoblje, zajedničke vrijednosti i vještine. Kako bi se ostvarili ciljevi poduzeća potrebno je sustavno djelovanje, za što je zadužena strategija. Za organizacijsku strukturu i odnos odgovornosti i ovlasti zadužena je Struktura . Sustavi podrazumijevaju procedure i procese kao što su informacijski sustavi, proračunski ili kontrolni procesi, razni proizvodni procesi. Stil je način na koji se uprava ponaša i organizira poslovanje.

Razrađeni model 7-S pokazao se kao osnova menadžerima za bolje razumijevanje efikasnosti poduzeća, ali nije bio idealan u velikim, razgranatim organizacijskim strukturama.

P. Crosby je prvi teoretičar koji je isticao važnost koncepta cjelokupne kvalitete. Razvio je model vječno uspješne organizacije koji čini temelj suvremenog pristupa teorijama i praksi menadžmenta.

Dobar rad ostvaruje se u uvjetima kada je menadžment stvorio dobre uvjete rada u kojima ljudi mogu obavljati poslove vrlo dobro, u odgovarajućem vremenu i za odgovarajući zadatak. Menadžment potiče ljude da svaki pojedinac osobno obavi svoj zadatak u potpunosti i u predviđenom vremenu te da u konačnici, doprinese ostvarenju zadanih ciljeva.

¹⁴ Ibidem

¹⁵ Barković, D.: op. cit., str. 9

Suvremeni pristup menadžmentu može se podijeliti u slijedeće grupe:¹⁶

- Upravljanje potpunom kvalitetom (TQM),
- Preoblikovanje poslovnih procesa (BPR),
- Učeća organizacija.

Koncept **TQM** (*Total Quality Management*) je sustav unaprjeđenja, povećanja fleksibilnosti, efektivnosti i efikasnosti poslovanja. U dugotrajnom razvijanju kvalitete proizvoda i usluga u prošlosti najviše su se izdvajale SAD i Japan. Amerikanci su se orijentirali na kvantitetu i prihvatljivu razinu kvalitete (AQL), a Japanci su se orijentirali na razvijanje vlastite strategije upravljanja kvalitetom. Iz te strategije upravljanja kvalitetom potekli su mnogi temeljni principi današnjeg TQM – povjerenje, dugoročne obveze, natjecanje, disciplina i sl.

Načela po kojima se TQM razlikuje od ostalih menadžerskih koncepata glase:¹⁷

- *Kompetencija sustava upravljanja*. U ishodištu kompetencije sustava su inovacije i učenje na svim razinama. Sustav se sastoji od dijelova kao što su:¹⁸ Integrirani sustav upravljanja, Kompetencija misije, Procesna kompetencija, Poslovna kompetencija, Kadrovska kompetencija.
- *Transparentnost*. Podrazumijeva javnost poslovanja na načelima poslovne etike, na način koji štiti javni interes i interes zainteresiranih strana. Podrazumijeva sustav informiranja na tri razine.
- *Poslovna uspješnost*. Ona je plod funkcioniranja sustava upravljanja.
- *Vođenje*. Podrazumijeva pokazivanje puta i određivanje smjera. Organizacija treba biti vođena svjesna svoje misije, vođena vizijom, osmišljenom i utvrđenom jasnom strategijom razrađenom kroz politike, koje se ostvaruju kroz ostvarivanje općih i posebnih menadžerskih ciljeva.

Koncept **BPR** (engl. *Business Proces Reengineering*) je američki odgovor na japanski TQM, jer stalno unaprjeđivanje kvalitete nije više dovoljno u uvjetima stalno rastućih zahtjeva za ubrzanje poslovnog procesa i snižavanjem troškova.

¹⁶ Škrtić, M.: op. cit. str. 24-25

¹⁷ Drljača, M.: Razvoj modela TQM-a uspješnih organizacija, 2014, str. 21

¹⁸ Ibidem, str. 22

BPR se opisuje kao temeljito redefiniranje i korijeniti redizajn poslovnih procesa sa ciljem postizanja drastičnih poboljšanja parametara poslovanja. Organizacija se temelji na cjelovitim poslovnim procesima, a ne proizvodnim zadacima. Osobe koje koriste rezultate tih procesa trebaju i upravljati njima, kao što i prikupljanje i obradu informacija moraju obavljati sami stvaraoci tih informacija. Kontrola mora biti sastavni dio poslovnog procesa.

Suvremeno poduzeće mora razviti sposobnost odaziva, sposobnost učenja i sposobnost akcije. Učenje će u budućnosti biti trajna konkurentska prednost i upravo na toj osnovi se razvila učeća organizacija. Peter Senge je 1990. godine objavio knjigu u kojoj navodi pet menadžerskih disciplina koje predstavljaju temelj gradnje učeće organizacije:¹⁹

- sistemsko mišljenje – svaki zaposlenik mora djelovati tako da podržava cijelo poduzeće,
- osobno majstorstvo – zaposlenici doživljavaju svoje radno mjesto vrlo osobno, intimno, posve su mu posvećeni,
- mentalni modeli – ispitivanje tekućih načina razmišljanja i otklanjanje zapreka prilagođavanju promjenama,
- izgradnja zajedničke vizije – razvijanje zajedničke svrhe i povjerenja,
- timsko učenje – ljudi su skloniji grupnom uspjehu nego slijeđenju individualnih ciljeva.

U učećoj organizaciji svatko je angažiran u otkrivanju i rješavanju problema što omogućuje kontinuirano eksperimentiranje, promjene i unaprjeđivanje te povećava sposobnost rasta, učenja i ostvarivanja svrhe poduzeća. Prema Autoru²⁰, učenje koje organizacija mora usvojiti mora biti: usredotočeno na problem, učenje radom, zajedničko učenje, svjesno učenje i višestrano učenje.

Suvremeno poslovanje, pod utjecajem globalizacije potaknute razvojem informacijskih tehnologija, podrazumijeva stalno usavršavanje i stjecanje novih znanja, poticanje učenja među zaposlenicima te razmjenu informacija.

¹⁹ Peter M. Senge – Peta disciplina – principi i praksa učeće organizacije, dostupno na <http://hrsvijet.net/index.php/component/content/article?id=1861:peter-m-senge-peta-disciplina-principi-i-praksa-uee-organizacije>, pristupljeno 08.02.2018.

²⁰ Škrtić, M.: op. cit. str. 24-25

Bez obzira na implementirani pristup menadžmenta, u poslovanju poslovnih subjekata značajnu ulogu imaju operativni menadžeri koji rukovode ljudima direktno uključenim u proizvodni proces.

2.3 Operativni menadžer i njegova uloga u poduzeću

Raspon poslova i vrsta poslova koje obavlja operativni menadžer razlikuje se u pojedinim organizacijama, što je uvjetovano različitim proizvodima i/ili uslugama koji se proizvode. U svakoj proizvodnji operativni menadžer mora upravljati resursima proizvodnje što uključuje planiranje, organizaciju, upravljanje zaposlenicima, operativno raspoređivanje poslova i kontroling.²¹

U slijedećoj tablici prikazani su primjeri odgovornosti operativnog menadžera.

Tablica 1: Odgovornosti operativnog menadžera

Odgovornosti operativnog menadžera	
Planiranje	Kapacitet Lokacija Proizvodi i usluge Napraviti ili kupiti Raspored u prostoru Projekti Rasporedi i planiranje
Organizacija	Stupanj centralizacije Kooperanti i ugovaranje suradnje
Upravljanje zaposlenicima	Zapošljavanje / otpuštanje Korištenje prekovremenog rada
Operativno raspoređivanje poslova	Detaljni planovi Izdavanje radnih zadataka Raspored dužnosti
Kontroling	Kontrola inventara Kontrola kvalitete

Izvor: Škrtić, M.: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, 2011., str. 16

²¹ Ibidem, str. 15

„Osnovna uloga operativnog menadžera je planiranje i odlučivanje.“²² Operativni menadžer ima veliki broj područja u kojima treba donositi odluke kako bi se postigli ciljevi i zadaci u organizaciji. Operativni menadžeri dijele se u nekoliko skupina:²³

- **Direktor tvornice ili voditelj poslovnice** – menadžerske funkcije s temeljnim poslom nadgledanja upotrebe inputa, transformacije koja se vrši na njima kao i same outpute. Direktor je odgovoran za upravljanje i rukovođenje poslovanjem poduzeća kao cjeline, a najznačajnije funkcije koje on obavlja su planiranje, organiziranje i vođenje.
- **Voditelj odjela** – odgovara linijskoj funkciji menadžera (nadgleda samo dio proizvodnje ili dio uslužne transformacije). Temeljna zadaća je nadgledanje zaposlenih, ne u svrhu njihove kontrole, nego kao pomoć u slučaju nastanka problema, zbog čega je njihovo stručno znanje izuzetno značajno.
- **Komercijalist ili upravitelj zaliha** – temeljan zadaća im je da nadgledaju naručivanje sirovina i komponenti za proizvodnju. Oni odlučuju kada i koliko zaliha se treba naručiti te koliko sigurnosnih zaliha treba imati.
- **Direktor kvalitete** – može biti menadžerska funkcija (iako i ne mora biti). Poslovi koje obavlja direktor kvalitete su interni auditi u svrhu dobivanja pojedinog certifikata kvalitete, statističke analize kontrolnih karata u svrhu osiguranja kvalitete transformacijskog procesa.
- **Projekt menadžer/konzultant** – važan je za provedbu projekata kako bi se projekti napravili unutar svojih ograničenja: vremena i budžeta.

²² Ibidem, str. 17

²³ Ibidem, str. 17-18.

3 DIZAJNIRANJE PROIZVODA I IZBOR PROIZVODNOG PROCESA KAO SASTAVNICA OPERACIJSKOG MENADŽMENTA

Pojam dizajna proizvoda može se odnositi na dizajn potpuno novog proizvoda koji će se plasirati na tržišti ili se može odnositi na izmjene postojećeg proizvoda. Ono što se u oba slučaja želi postići je zadovoljstvo potrošača te ostvarenje pozitivnog rezultata poslovanja poslovnog subjekta. „Uspješni razvoj novih proizvoda traži od tvrtke da uspostavi učinkovitu organizaciju za upravljanje procesom razvoja novih proizvoda.“²⁴

U nastavku, biti će objašnjene opće definicije dizajna proizvoda te upravljanje procesom razvoja novog proizvoda.

3.1 Opće definicije dizajna proizvoda

Dizajn se definira kao praksa analize, kreiranja i razvoja proizvoda za masovnu proizvodnju.²⁵ Prema istom autoru, cilj mu je ostvariti forme koje će biti prihvaćene prije nego što proizvođač započne krupne investicije i koje se mogu proizvoditi uz cijenu koja dopušta široku distribuciju i normalne profite.

„Dizajn je stvaralačka aktivnost koja ima za cilj uspostaviti višestruke kvalitete predmeta, procesa, usluga i sustava tijekom njihova životnog vijeka. Stoga je dizajn ključan činitelj inovativnosti koji humanizira tehnologije i bitan je element kulturne i gospodarske razmjene.“²⁶

Prema Roco dobar dizajn ima slijedeće značajke:²⁷

- Prva značajka dobrog dizajna je njegova duhovitost, svježina i iskričavost. Već na prvi pogled dizajn bi trebao osvojiti i stvaraoca i korisnika.

²⁴ Kotler, P., Upravljanje marketingom, 9. izdanje. Mate, Zagreb, 2001. Str. 309.

²⁵ Keller, G.: Dizajn/Design, Vjesnik, Zagreb.1975., str. 3.

²⁶ Roco, S.: Upravljanje proizvodom, kreiranje marke i dizajn, Visoka poslovna škola Zagreb s pravom javnosti, Zagreb, 2015., str. 43, <http://www.vpsz.hr/media/files/Rocco-S-PROIZVOD-I-DIZAJN-skripta.pdf>

²⁷ Ibidem

- Druga značajka dobrog dizajna je dubina, kompleksnost rješavanja i uočavanja. Ova značajka odnosi se na tržišno-političke probleme, tehničko-tehnološki problemi i ekonomski problemi.
- Treća značajka dobrog dizajna je odnos dizajna prema čovjeku. Njena značajka je da predstavlja sustav, sklad formalnih, funkcionalnih kvaliteta, koristi i vrijednosti.

Svi proizvodi koji su predmetom razvoja prolaze iste faze: ideja, dizajn, testiranje, proizvodnja, lansiranje na tržište.²⁸ Poslovni subjekti samostalno i proizvoljno definiraju proces razvoja proizvoda, bilo da se odluče za detaljne specifikacije postupka ili istome pristupaju neformalno.

3.2 Upravljanje procesom razvoja novog proizvoda

„Razvoj proizvoda je faza u kojoj se koncepcija novog proizvoda pretvara u stvarni proizvod. Novi se proizvod oblikuje i proizvodi prototip, koji se testira u tehničkom ali i tržišnom smislu. Testiraju se sva važna obilježja proizvoda, a posebice funkcionalna i tržišna.“²⁹

Da bi se formirao novi proizvod ili usluga, menadžeri na operativnoj razini rade na usklađivanju procesa, tehnologije i ljudi. Bez obzira na različitosti spomenutih komponenti, razvoj novog proizvoda polazi od ideje koje se formiraju promatranjem okruženja, internog i eksternog. Promatraju se vlastita znanja, sposobnosti, mogućnosti, želje. Promatraju se potrebe odnosno zahtjevi tržišta, promatraju se proizvodi koji su dostupni na tržištu, ponude na tržištu te eventualni problemi sa kojima se potrošači susreću u konzumiranju proizvoda. Pri tome, u suvremenim uvjetima poslovanja, značaj se daje timskom radu i prikupljanju ideja korištenjem metoda koje implementiraju timski rad.³⁰ Nove proizvodne ideje dolaze i iz drugih izvora; izumitelji, odvjetnici za patente, laboratoriji, konzultanti, različite publikacije i drugo.

²⁸ Škrtić, M.: op. cit., str. 51

²⁹ Renko, N.: Marketing malih i srednjih poduzeća, Zagreb, 2010., str.183

³⁰ Za detalje pogledati Škrtić, M.: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, 2011., str. 52-56

Proces razvoja novog proizvoda provodi se kroz slijedeće faze:³¹

- planiranje,
- konceptualni razvoj,
- grubi plan,
- detaljni dizajn,
- testiranje i ispravljanje i
- pokretanje proizvodnje.

U procesu razvoja proizvoda donose se brojne odluke u svim fazama procesa. To su odluke kojima se doprinosi usklađivanju novog proizvoda sa strateškim odrednicama poslovnog subjekta, zatim odluke koje se odnose na izbor materijala i opreme, odluke vezano na odabir zaposlenika koji će biti sudionicima procesa, odluke vezane na financijska pitanja u domeni razvoja proizvoda. Cilj razvoja proizvoda uvodno je istaknut, a kriteriji za ocjenu uspješnosti novog proizvoda su:³²

- udio prihoda od novih proizvoda ili usluga,
- udio zauzetog tržišta,
- udio dijelova u različitim proizvodima te
- prosječan broj komponenti u proizvodu.

Svaki proizvod prolazi kroz životne faze: razvoja, uvođenja, rasta, zrelosti i opadanja.³³ U fazi razvoja dolazi do razvoja koncepta za novu ideju, stvaraju se novi troškovi i nema finansijskog pozitivnog efekta. U fazi uvođenja, započinje proizvodnja, proizvod se plasira na tržištu, ostvaruje se prodaja. U ovoj fazi i dalje nema značajnog pozitivnog rezultata. Faza rasta karakterizira stabilnost proizvoda na tržištu. Kupci poznaju proizvod, proizvod je tržišno prihvaćen, nema potrebe za dodatnim izdancima za marketing i promociju i počinje se ostvarivati pozitivan rezultat. Faza zrelosti donosi usporavanje prodaje i ponovnu potrebu za marketinške aktivnosti kako bi se pojačala prodaja. Moguće su intervencije i s inovacijama proizvoda. Posljednja faza, faza opadanja predmnijeva pad prodaje i pad konačnog rezultata. Ovo je faza u kojoj treba donijeti odluku da li nastaviti s nepromijenjenim uvjetima vezano na

³¹ Škrtić, M.: op. cit., str. 54

³² Ibidem, str. 57

³³ Kotler, P.: op. cit., str. 604

proizvod sve dok isti ne bude više tržištu interesantan ili uložiti u eventualni redizajn proizvod akako bi ponovno potaknuli interes tržišta i otpočeli ciklus.

Upravljanje procesom razvoja proizvoda poslovnim subjektima omogućava stvaranje preduvjeta za pozitivan utjecaj na učinkovitost poslovanju te rast poslovnog subjekta. Pri tome, treba voditi računa o odabiru proizvodnog procesa budući se istim omogućava ostvarenje efikasnosti poslovanja, optimalnosti korištenja kapaciteta, vremenske dinamike proizvodnje, fleksibilnosti, prostornog i vremenskog rasporeda ostvarenja proizvodnje.³⁴

3.3 Izbor proizvodnog procesa

Ovisno o tome kako je organiziran protok materijala kroz tvornicu, te koliko je proizvod kompleksan i u kolikoj količini se proizvodi, birati će se tipovi proizvodnog procesa. U ovom dijelu rada, u dva podpoglavlja biti će objašnjeni tipovi proizvodnih procesa, te će biti opisan proces odabira proizvodnog procesa.

Kao glavne tipove procesa Autor³⁵ ističe: kontinuiranu proizvodnju, linijski tip proizvodnje, radionički tip i projektni tip proizvodnje.

- **Kontinuirana proizvodnja** - Ovaj tip proizvodnje koristi se prilikom proizvodnje visoko standardiziranih proizvoda. To su proizvodi koji se proizvode u velikim količinama. Ovakvi transformacijski procesi rade kontinuirano 24 sata na dan (7 dana u tjednu). Kod ovih proizvodnih sustava oprema, strojevi i kontrola su vrlo specijalizirani, vrlo visoka je automatiziranost i kompjuterizirano je vođenje procesa.
- **Linijski tip** - Kod linijskog tipa proizvodnje se uvijek barata s diskretnim jedinicama. Sami tip proizvodnje vrlo je sličan kontinuiranom tipu uz karakteristinu po pokretnim trakama, na kojima materijal ide od jednog do drugog radnog centra po liniji u pravilno određenom ritmu. Primjenjuje se prilikom proizvodnje standardiziranih

³⁴ Škrtić, M.: op. cit., str. 58

³⁵ Ibidem, str. 58-60.

proizvoda u velikim količinama. Prednosti linijskog tipa proizvodnje su nizak jedinični trošak proizvoda uz pomoć specijalizirane opreme za masovnu proizvodnju.

- **Radionički tip** - Ovaj tip proizvodnje karakterističan je za izradu uvijek različitih proizvoda ili za male serije proizvoda, koje se obrađuju uvijek na različit način. Glavna karakteristika radioničkog tipa proizvodnje je da su ljudi i oprema grupirani po sličnim operacijama koje moraju obaviti. Kod ovog tipa proizvodnje postoji potreba za vrlo različitim resursima za proizvodnju i kontinuirano različitih proizvoda koji su predmetom proizvodnje. Ovakav tip proizvodnje zahtjeva vrlo često donošenje kompromisnih odluka od strane menadžera kombinirajući efikasnost i fleksibilnost. Prednost radioničkog tipa proizvodnje je u njegovoj fleksibilnosti, te mogućnosti proizvodnje po želji kupaca uz razumne troškove.

- **Projektni tip** - Projektni tip koristi se za proizvodnju unikatnih proizvoda. Proizvode se različiti proizvodi s vrlo velikim oscilacijama u proizvodnim količinama (od samo jednog proizvoda do velike količine jedinstvenih proizvoda). Karakterističnost ovog tipa proizvodnje očituje se u tome što se svi potrebni materijali i ljudi dovode na lokaciju gdje se obavlja proces proizvodnje, uz odrađivanje velikog broja aktivnosti kako bi se dovršio projekt. Kod projektnog tipa proizvodnje vrlo je izražena koordinacija koja se postiže kroz česte sastanke predstavnika raznih funkcijskih područja na tom projektu.

Sam odabir proizvodnog procesa usko je povezan s vrstom i količinom željene i moguće količine proizvodnje, ali i tržišnog, ekonomskog i financijskog položaja poduzeća i njegovih kadrovskih i tehnoloških mogućnosti. Standardni način odabira procesne tehnologije i opreme je analiza točke pokrića ili grafikona profita.³⁶

Model točke pokrića je analitički model za pronalaženje one točke izražene veličinom outputa, odnosno veličinom prodaje. Točka pokrića je točka kod koje poslovna organizacija ostvaruje upravo toliko prihoda koliko joj je potrebno, ne ostvarujući ni profit, ni gubitak, a prihodom su pokriveni svi fiksni i varijabilni troškovi. U točki pokrića ukupni prihod jednak

³⁶ Ibidem, str. 61

je ukupnim troškovima, a financijski rezultat je 0. Upravo je to najniža razina proizvodnje i prodaje koju treba dostići kako bi se izašlo iz zone gubitka.³⁷

Cilj točke pokrića je utvrditi odnos ukupnog prihoda i ukupnih troškova na pojedinoj razini outputa, odnosno obujma prodaje. Pri nultoj količini outputa, odnosno obujma prodaje profit je negativan, odnosno ostvaruje se gubitak u visini fiksnih troškova. Porastom obujma prodaje, uz pretpostavku da je prodajna cijena veća od prosječnih varijabilnih troškova, gubitak se smanjuje. Nakon određene količine outputa, odnosno obujma prodaje gubitak se zamijenjuje dobitkom. U točki u kojoj je ukupan prihod izjednačen s ukupnim troškovima gubitak prelazi u dobitak. Razina outputa, odnosno obujma prodaje pri kojoj su ukupni prihod i ukupni trošak jednaki naziva se točkom pokrića troškova. Analizom točke pokrića pokazuje se koliko poslovni subjekt može podnijeti djelovanje nepovoljnih utjecaja na poslovanje, a da ne posluje s gubitkom.

Model točke pokrića primjenjuje se kao koristan analitički instrument za kratkoročno poslovno odlučivanje. Rijetko se koristi prilikom dugoročnih poslovnih odluka pošto se bazira na definiranim pretpostavkama.

Da bi se odnos troškova i prihoda mogao što jednostavnije matematički izraziti, funkcije ukupnog prihoda i ukupnih troškova potrebno je izraziti kao linearne funkcije. To su sljedeće pretpostavke:³⁸

- da su fiksni troškovi apsolutno fiksni,
- da su varijabilni troškovi proporcionalno–varijabilni,
- da nabavne cijene inputa i prodajne cijene outputa budu konstantne kroz promatrano razdoblje,
- da struktura proizvoda i usluga bude konstantna za promatrano razdoblje,
- da kapacitet bude konstantan (ne mijenja se masa fiksnih troškova).

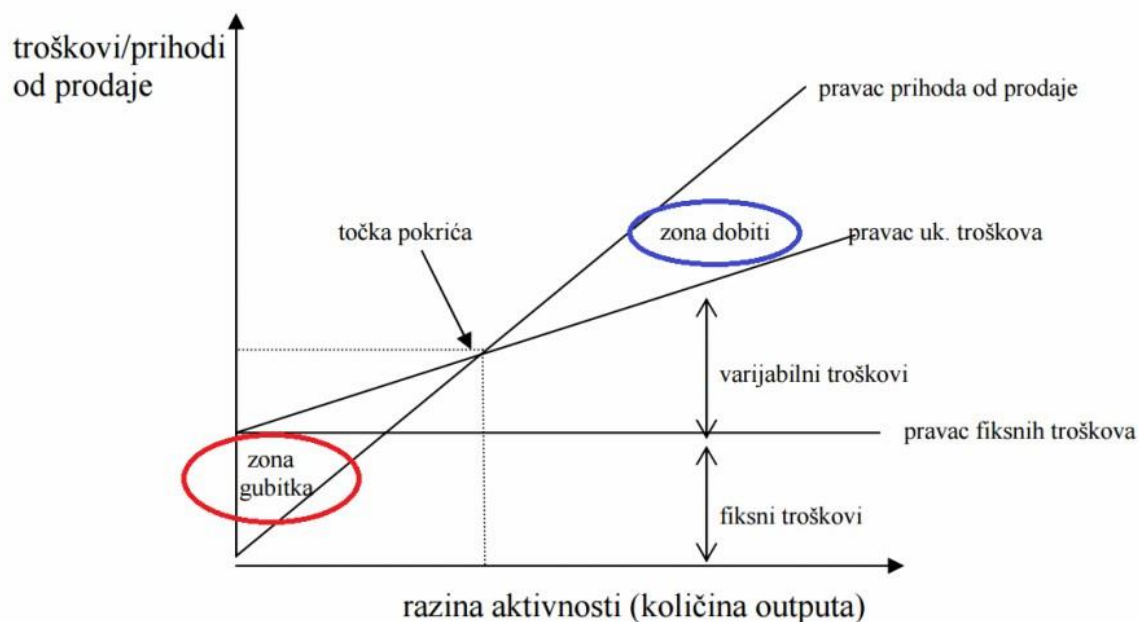
Točka pokrića može se odrediti količinski, vrijednosno i grafički.³⁹ Analiza točke pokrića može biti prezentirana matematičkim modelom i u grafičkom obliku kao što je prikazano na slici 2.

³⁷ Gugić, J., Par, V., Njavro, M., Dvornik-Gosaić, J.: Primjena modela točke pokrića za poslovno odlučivanje u proizvodnji maslina, *Pomologia Croatica*, Vol. 15 – 2009, str. 99-100.

³⁸ Perčević H., Model točke pokrića i njegova primjena u poslovnom odlučivanju, dostupno na: http://www.rif.hr/Uploads/Casopisi/RIF_2012-11/RIF_2012-11_046-51.pdf, pristupljeno 10.02.2018.

³⁹ Perčević H., Model točke pokrića i njegova primjena u poslovnom odlučivanju, dostupno na: http://www.rif.hr/Uploads/Casopisi/RIF_2012-11/RIF_2012-11_046-51.pdf, str. 47, pristupljeno 10.02.2018.

Slika 2: Grafički prikaz točke pokrića



Izvor: <http://plaviured.hr/sto-je-tocka-pokrica/>, pristupljeno 11.07.2018.

Izbor tehnologije i tipa proizvodnog procesa smatra se manjim problemom pokretanja proizvodnje. Da bi se pokrenula proizvodnja treba detaljno razraditi plan toka materijala i dijelova po tvornici, koje će se operacije na njima vršiti i tko će raditi te operacije. Za to se najviše koriste alati za dizajniranje i planiranje toka procesa, tj. nacrti za sastavljanje i dijagrami toka, čija je osnovna svrha preglednost pojedinih elemenata proizvodnog procesa. Ovi dokumenti se obvezno rade pri pokretanju proizvodnje, a kasnije su temelj za analiziranje i pokušavanje poboljšanja procesa proizvodnje.

4 IZBOR TEHNOLOGIJE, PLANIRANJE PROIZVODNJE I UPRAVLJANJE ZALIHAMA

U ovom poglavlju biti će objašnjene opće definicije, te postupci izbora tehnologija koja će se koristiti za proizvodnju roba i usluga.

Izbor tehnologije ima ključnu ulogu u procesu izrade. Odabir odgovarajuće tehnologije vrlo je zahtjevan zadatak menadžmenta. Postupak procesa planiranja tijekom proizvodnje izvodi se kroz tri cjeline, a to su glavni plan proizvodnje, plan potrebe materijala te plan raspoloživosti kapaciteta. Upravljanje zalihama biti će objašnjeno kroz tri modela, a to su ekonomična količina narudžbe, planiranje potreba materijala, te dobava materijala upravo na vrijeme.

4.1 Izbor tehnologije

Tehnologija predstavlja skup procesa, alata, metoda, postupaka i opreme koji se koriste za proizvodnju robe ili usluga. Tehnologija igra ključnu ulogu u transformacijskom procesu. Izabrati tehnologiju koja će se primijeniti u konkretnom slučaju kompleksan je zadatak managementa, pogotovo stoga što je u posljednja dva desetljeća zabilježena prava eksplozija različitih tipova tehnologije. Pod tehnologijom smatramo sve uređaje, alate i strojeve koji su potrebni da se obavi određena transformacija. Zajedno, tehnologija i čovjek, transformiraju input u gotov proizvod ili uslugu. Menadžment tehnologije bavi se upravljanjem kombinacije čovjeka i stroja. Najveći dio ovih tehnologija zasnovan je neposredno na primjeni kompjutora. Tri su glavne hardverske komponente suvremene tehnologije i to:

- **NC strojevi** – (engl. numerical control) to su takvi strojevi koji se automatski upravljaju pomoću upravljačke jedinice koja radi na temelju unaprijed izrađenih programa. U NC sustavu program se učitava u upravljačku jedinicu pomoću kartice ili diskete, a zatim se provodi obradba predmeta pri čemu operater na stroju nema mogućnosti mijenjanja programa. Sve potrebne izmjene moraju se obaviti izvan stroja pa ponovno učitati program u upravljačku jedinicu stroja.⁴⁰

⁴⁰ Bošnjaković, M.: Numerički upravljani alatni strojevi, str. 13

- **CNC strojevi** (engl. *Computer Numerical Control*) - ako se strojem upravlja računalom utemeljenom na mikroprocesoru tada se govori o CNC strojevima. U CNC upravljanju mikroprocesor vodi alat uvijek na jednak način čime su stvoreni preduvjeti da svaki izradak u seriji bude jednak. CNC strojevi ne mogu raditi sami već im mora opsluživati čovjek. Da bi obavili posao na CNC stroju potrebna su dva tipa djelatnika: CNC programeri i CNC operateri. Zadaća CNC programera je izraditi komplet tehnološke dokumentacije na osnovi koje će operater na CNC stroju izraditi predmet. Odgovorni su za uspjeh tehnologije numeričkog upravljanja kao i za moguće probleme vezane za operacije izradbe na CNC stroju, te ujedno i za kvalitetu izrade proizvoda.⁴¹

- **DNC strojevi** (engl. *Direct Numerical Control*) – kada se komunikacijski povežu upravljačke jedinice NC stroja s većim računalom koje upravlja s više strojeva obavljajući svoje funkcije prikupljanja, obrade, diseminacije i arhiviranja podataka itd. Danas DNC ima značajan broj funkcija i različitih uloga u cijelom proizvodnom procesu odnosno u planiranju i praćenju proizvodnje. Od osnovnih funkcija najvažnije je pravodobno prebacivanje NC programa koji se nalaze u nekakvoj bazi podataka na poslužitelju odnosno računalu, prema upravljačkoj napravi na NC strojevima. DNC sustav mora omogućavati to prebacivanje odnosno distribuciju u točno određeno vrijeme. Prihvat korigiranih NC programa iz strojeva je druga osnovna funkcija DNC sustava. Radi se zapravo o istoj stvari samo u drugom smjeru. Treća osnovna funkcije DNC sustava je memoriranje i održavanje baze podataka sa svim NC programima. Kod tako velike količine podataka koji se drže na jednom mjestu lako može doći do pogreške odnosno do pozivanja krivog NC programa, zbog čega treba biti vrlo pažljiv prilikom učitavanja programa na stroj.

Današnji suvremeni DNC sustavi često uključuju praćenje rada stroja u realnom vremenu, upravljanje alatima, vremensko planiranje procesa proizvodnje i sve se više integriraju s drugim srodnim sustavima kao što su CAD/CAM, ERP, PDM itd.

⁴¹ Ibidem, str. 17

Roboti – su manipulatori različitih namjena koji se mogu programirati oblikovani tako da na temelju programiranog gibanja mogu pomicati materijale, dijelove, alate i specifične naprave izvršavajući na taj način razne poslove

Fleksibilni proizvodni sistemi – predstavljaju automatiziranu proizvodnu liniju koja se može adaptirati za proizvodnju više od jednog proizvoda. Postoje razne vrste proizvodnih modula, proizvodnih stanica, grupa, sistema izvršenja proizvodnje, te raznih sistema proizvodnih linija.

Ako se grupira više NC strojeva s različitim namjenama odnosno postupaka govori se o proizvodnom modulu koji ima karakter fleksibilnog obradnog centra. Više ovakvih proizvodnih modula kojima je pridodan sistem manipulacije predmetima obrade naziva se fleksibilna proizvodna jedinica. Ako se više proizvodnih stanica ili obradnih centara poveže zajedničkim sistemom transporta i predmeta obrade formira se fleksibilna proizvodna grupa. Više fleksibilnih proizvodnih sistema niže razine zajedno sa sistemom fleksibilnog skladištenja i odgovarajućim sistemom automatiziranog unutrašnjeg transporta čine fleksibilni sistem izvršenja proizvodnje.

CAE (engl. *Computer-aided engineering*) predstavlja kompjutorski poduprte inženjerske poslove, a čine ih komponente projektiranja, osiguranja kvalitete i poduprto planiranja. CAP predstavlja kompjutorski poduprto planiranje i upravljanje proizvodnjom koje sačinjavaju izrada glavnog proizvodnog plana, upravljanje materijalom i upravljanje kapacitetima. CAM omogućava kompjutorsku potporu ili automatizaciju procesa neposrednog upravljanja postrojenjima, strojevima i uređajima.

CAM (engl. *Computer-aided manufacturing*) može vremenski rasporediti proizvodnju i montažu, koordinirati ove procese sa vremenskim rasporedima nabavljanja i zaliha, rasporediti radno vrijeme zaposlenih, odrediti radnike za specifične zadatke i izračunati troškove rada. On može precizno procijeniti datume isporuka kupcu i prenijeti ih na prodajno

osoblje. Na taj su način svi strojevi i osoblje potpuno koordinirani. Nitko nije prezaposlen ili premalo zaposlen.⁴²

4.2 Planiranje proizvodnje

Planiranje proizvodnje je proces formuliranja sistema transformacije resursa koji će biti u stanju efikasno zadovoljiti potrebe potencijalne potražnje. Odabir procesa uvjetovan je, uglavnom, ekonomskim, organizacijskim i tehnološkim faktorima. Planiranje proizvodnje izvodi se iz ciljeva poslovanja poduzeća kao cjeline. Proizvodno-ekonomski ciljevi planiranja proizvodnje jesu minimiziranje protoka vremena proizvodnje i vezivanje kapitala, pridržavanje termina proizvodnje, optimiziranje iskorištenja kapaciteta, te minimiziranje troškova opreme i troškova transporta.⁴³ Sa aspekta proizvodnje odgovor na ova pitanja mogu dati: glavni plan proizvodnje, plan potreba materijala te plan raspoloživih kapaciteta.⁴⁴

- **Glavni plan proizvodnje** - Predstavlja pregled naturalnog plana proizvodnje usklađenog s tržišnim zahtjevima te mogućnostima i potrebama poduzeća. On treba dati odgovor na pitanje koji proizvodi i u kojim količinama moraju biti dovršeni u svakom mjesecu. On se izrađuje dinamički po mjesecima pri čemu je potrebno voditi računa:⁴⁵
 - o potražnji u izvjesnim mjesecima o čemu su svakako najvažnije informacije marketinga,
 - o zalihama poluproizvoda i proizvoda koji se rade za skladište za nepoznatog kupca,
 - o već sklopljenim ugovorima isporuke za poznatog kupca i njegovim specifičnim željama u vezi s rokovima i isporukama.

Osnovni glavni plan je taktički, a može se oblikovati analitički po proizvodima i sl. Glavni plan proizvodnje redovito je klizni. Izrada glavnog plana temelji se na činjenici da se

⁴² Škrtić, M.: op. cit., str. 68.

⁴³ Osmanagić, B.: Operativno planiranje, str. 288.

⁴⁴ Barković, D.: op. cit., str. 122

⁴⁵ Ibidem

godišnji plan proizvodnje mijenja planski. Horizont glavnog plana proizvodnje najčešće je 2-3 puta duži od vremenski najudaljenijeg termina izvršenja narudžbi.

Što će se proizvesti, te koliko i kada će se dovršiti tijekom čitave planirane proizvodnje predstavljeno je u glavnom planu proizvodnje. Tipičan glavni plan izgleda poput matrice s listom krajnjih dobara koja se navode u redovima dok se sekvencijalna vremenska razdoblja bilježe u stupcima. Razvoj detaljnijega glavnoga plana prikazan je na slici 3.⁴⁶

Slika 3: Glavni plan proizvodnje

PLAN PROIZVODNJE

Proizvodnja televizora	1. g.				2. g.				3. g.				4. g.
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
Prijenosni	800	900	1000	900	850	950	1050	950	900	950	1050	950	800
Samostojeći	4000	5000	4000	3000	4000	5000	4000	3000	4200	4200	4500	3600	18000

GLAVNI PLAN PROIZVODNJE*

PRIJENOSNI TV-APARATI:	TJEDNI																MJESECI		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	10	11	12
MODEL 101	10	10	10	12	12	12	12	12	10	10	10	6	6	6	6	6	30	30	30
109	25			25			25			30			30			30			
117																			
128		100		100		100											50	50	50
SAMO-STOJEĆI TV-APARATI:																			
MODEL 209																			
237																			
261																			

*Djelomično popunjeno

VREMENSKA OGRADA

Izvor: Barković, D.: Uvod u operacijski management, II. dopunjeno izdanje . Osijek : Ekonomski fakultet u Osijeku, 2011, str. 127

- **Plan potreba materijala** - Izrađuje se temeljem njihovih matičnih podataka i strukturiranih sastavnica te podataka koji služe za izradu glavnog plana

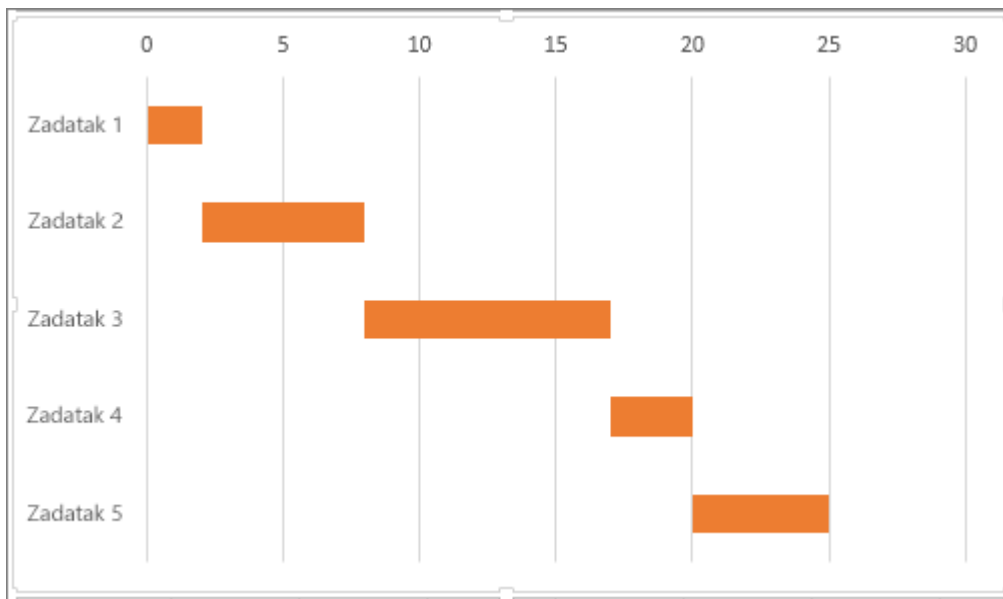
⁴⁶ Ibidem, str. 126-127

proizvodnje. Sastavnica predstavlja dokument kojim se utvrđuju sastavni dijelovi proizvoda. U masovnoj i serijskoj proizvodnji koriste se tri vrste sastavnica: količinska, strukturirana i hijerarhijska.

- **Plan raspoloživih kapaciteta** - Grubo planiranje kapaciteta predstavlja snovno usklađivanje glavnog plana proizvodnje i koristi se radi provjere glavnog plana proizvodnje i njegove ostvarivosti. Pri izradi grubog plana kapaciteta ne uzimaju se u obzir zalihe materijala i dijelova proizvoda niti stvarne mogućnosti njihovog nabavljanja. Grubi plan kapaciteta kao zbirni plan sadrži opterećenje pojedinih grupa strojeva ili tehnoloških grupa koje su potrebne za planiranu proizvodnju svih proizvoda u određenoj terminskoj jedinici. Za izradu plana potrebno je napraviti izračun zauzetosti proizvodnih stanica, koji se izvodi iz proračuna potrebnog fonda radnog vremena, zatim plan raspoloživosti proizvodnih stanica, te drugi plan zauzetosti kapaciteta, koji se utvrđuje na temelju proračuna zauzetosti proizvodnih stanica i plana raspoloživosti.

U razvoju metoda planiranja proizvodnje postoje dvije faze. U prvoj fazi, koja započinje kao faza manualne obrade podataka, karakteristična je primjena jednostavnijih metoda planiranja. Uz njih su uvijek korišteni kao instrumenti planiranja odgovarajuća organizacijska sredstva. Kada su veze između aktivnosti jednostavnije najviše se koriste Ganttovi dijagrami linija balansa (slika 4) i Gray – Kiddov algoritam. Dijagrami se koriste u okviru linijskih metoda planiranja koje se zasnivaju na jedno dimenzijskim linijskim prikazima trajanja aktivnosti, te se primjenjuju za planiranje i praćenje proizvodnje.

Slika 4: Ganttov dijagram



Izvor: <https://support.office.com/hr-hr/article/prikaz-podataka-na-ganttovu-dijagramu-u-programu-excel-f8910ab4-ceda-4521-8207-f0fb34d9e2b6>, pristupljeno 10.02.2018.

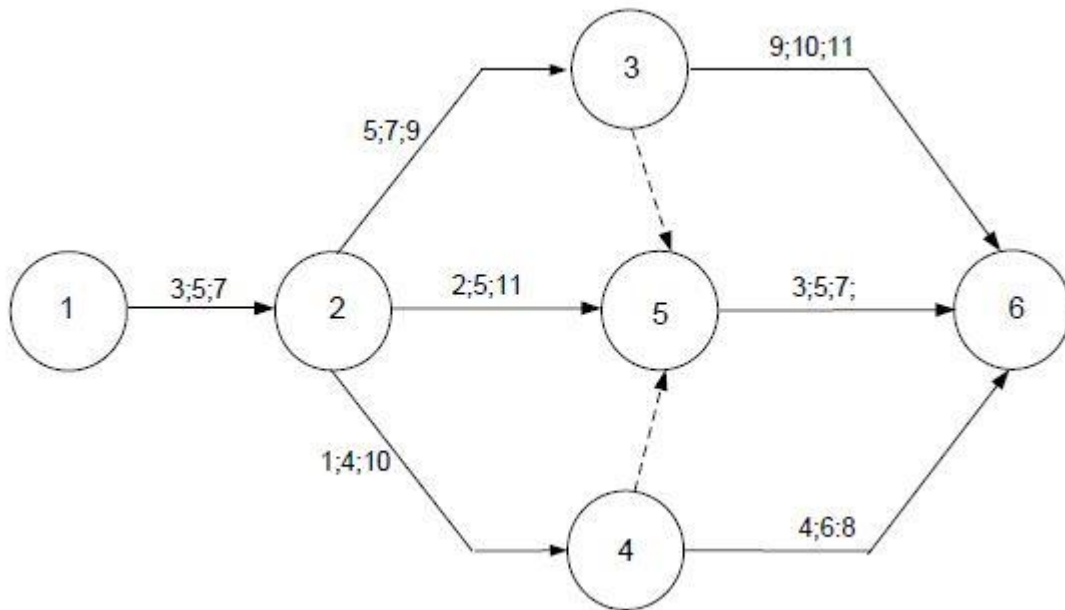
Ganttov dijagram je jednostavna metoda linijskog planiranja koja koristi koordinatni sistem u kojemu apscisa prikazuje vremensku skalu a ordinata objekt planiranja. S obzirom da objekta planiranja može biti više to se razlikuje više oblika gantograma – karta iskorištenja stroja, karta iskorištenja radnog vremena čovjeka, karta rasporeda poslova, karta planiranja projekta, karta opterećenja, karta tijeka i karta smjera rukovođenja. Linija balansa zasniva se na linijskom prikazivanju odvijanja plana uz mogućnost grafičke analize iz koje se vidi ono što je planirano i ono što je ostvareno.

Iz dvije osnovne metode tehnike mrežnog planiranja CPM (engl. *critical path method*) i PERT (engl. *program (or project) evaluation and review technique*) danas je razvijeno preko 30 modernih metoda koje se primjenjuju širom svijeta.

Sušтина svake od tih tehnika predstavlja mrežni dijagram koji može biti:

- Mrežni dijagram orijentiran aktivnostima,
- Mrežni dijagram orijentiran događajima.

Slika 5: Mrežni dijagram



Izvor: http://www.link-elearning.com/lekcija-Metode-i-tehnike-Project-Managamenta_4547, pristupljeno 15.02.2018.

Nakon što je mrežni dijagram konstruiran potrebno je izvršiti numeriranje svih događaja u mrežnom dijagramu u koju se svrhu može koristiti princip proizvoljnog numeriranja ili princip rastućeg numeriranja. Vremenski zazor određenog događaja jest vremenska razlika između najkasnijeg završetka svih aktivnosti koje mu neposredno prethode i najranijeg početka narednih aktivnosti koje neposredno slijede. Ta razlika može biti pozitivna, jednaka nuli i negativna. Pozitivna vrijednost zazora ukazuje na to da se neka aktivnost može izvršiti prije planiranog roka, nulta vrijednost vremenskog zazora ukazuje na to da ne postoje nikakve rezerve u vremenu, dok negativna vrijednost vremenskog zazora ukazuje na manjak kapaciteta i sredstava u odnosu prema planiranim potrebama.

U drugoj fazi razvoja metoda planiranja proizvodnje dolazi do primjena računala ne samo u planiranju već i u upravljanju proizvodnjom. Razvijene su različite mogućnosti primjene računala u planiranju, od pojedinačnih programa koji obrađuju veliku količinu podataka i automatski provjeravaju raspoložive resurse paketa, do programa koji povrh provjere resursa planiraju i terminiraju do najnovijih rješenja informacijskih sistema zasnovanih na primjeni računala, koji stvarju podloge i alternative za donošenje upravljačkih odluka.

4.3 Upravljanje zalihama

„Pod zalihama se ne podrazumijevaju samo zalihe sirovina i materijala već i zalihe nedovršene proizvodnje i gotovih proizvoda stoga upravljanje zalihama obuhvaća ukupne zalihe u poduzeću“.⁴⁷ Upravljanje zalihama je primarno orijentirano na praćenje razine zaliha, signaliziranje o promjenama u razini zaliha, signaliziranje potreba za akcijama koje bi eliminirale prekomjerne a popunile nedostatne zalihe. Takva orijentacija upravljanja zalihama treba ostvariti postizanje nezavisnosti procesa transformacije, korištenje ekonomije veličine narudžbi, fleksibilnost u rasporedu proizvodnje, te osiguranje od problema u dostavi ulaznih materijala.

Obično se razlikuju tri generacije metoda dispozicije zaliha:⁴⁸

- Metode koje se temelje na klasičnim formulama količine nabave. Prema ovim metodama troškovi opreme i nabave nastoje se izjednačiti s troškovima skladištenja i zaliha uz pretpostavku da se radi o jednakomjernoj potrošnji u dužem vremenskom razdoblju.
- Metode koje se temelje na dinamičnim količinama nabave i na metodama izračunavanja potreba za pojedina vremenska razdoblja.
- Metode koje koriste linearno programiranje da bi se utvrdila egzaktna politika isporuka odnosno da bi se troškovi dispozicije materijala sveli na minimum.

4.3.1 Ekonomična količina narudžbe EOQ

EOQ (engl. *Economic order quantity*) predstavlja tehniku upravljanja zalihama koja osigurava najniže troškove narudžbe. Količina koju treba naručiti povezana je s veličinom narudžbe a ova s troškovima narudžbe. Što je narudžba veća to su troškovi narudžbe manji ali su zato troškovi skladištenja veći. Vrijeme narudžbe ukazuje na to koliko se zalihe zadržavaju u skladištu. Upravljanje zalihama se u ovom slučaju svodi na iznalaženje one veličine narudžbe koja će minimizirati obje grupe troškova, troškove naručivanja i troškove

⁴⁷ Skrtic, M.: op. cit., str. 115

⁴⁸ Upravljanje zalihama, dostupno na: <https://www.scribd.com/presentation/132425369/upravljanje-zalihama>, pristupljeno 15.02.2018.

skladištenja. EOQ pokazuje onu veličinu narudžbe koja će minimizirati troškove naručivanja i troškove skladištenja. Ona uzima u obzir tri veličine:⁴⁹

- Troškovi naručivanja,
- Troškovi skladištenja,
- Ukupne godišnje potrebe

4.3.2 Planiranje potreba materijala MRP

„MRP (engl. *Materials requirements planning*) predstavlja kompjuterizirani sistem upravljanja proizvodnjom oblikovan radi osiguranja efikasnosti upravljanja materijalima i kontrolu zaliha. Razlikuju se više tipova ovih sustava od kojih se tri najčešće javljaju u praksi“:⁵⁰

- Sustav kontrole zaliha (MRP I),
- Sustav planiranja proizvodnje i zaliha (MRP II),
- Sustav planiranja proizvodnih resursa (MRP III).

MRP I je sustav kontrole zaliha u pravim količinama i u pravo vrijeme. Postupak se pokreće kroz naloge za proizvodnju i nabavu te se time ostvaruje potpora glavnom planu proizvodnje. Određivanjem vremena lansiranja narudžbi sustav lansira naloge za kontrolu zaliha materijala i zaliha u toku procesa proizvodnje.

MRP II je sustav kontrole koji se koristi za planiranje i kontrolu zaliha i kapaciteta u proizvodnim poduzećima. Plan kapaciteta ili glavni plan proizvodnje mijenja se u slučaju nedostatnih kapaciteta, te se usklađuje povratna veza između lansiranih narudžbi i glavnog plana proizvodnje.

MRP III je sustav koji se koristi za planiranje i kontrolu svih resursa proizvodnje: zaliha, osoblja, kapaciteta, novca, postrojenja i kapitalne opreme. U slučaju pokretanja jednog resursa automatski se pokreće planiranje i usklađivanje svih drugih resursa. Pošto je sustav

⁴⁹ Ibidem

⁵⁰ Skrtic, M., op. cit., str. 118

sve više u primjeni, te se je pokazao kao sveobuhvatan sustav, praksa se sve više orijentira na njegovu primjenu.

Planiranje implementacije je osnova uspjeha svakog projekta pa tako i MRP-a. Ono uključuje obuku višeg managementa, izbor voditelja projekta i projektnog tima, utvrđivanje troškova i koristi, te detaljan plan akcija.

4.3.3 Upravo na vrijeme JIT

JIT (*engl. Just in time*) temelji se na postavci da se u nabavi, proizvodnji i distribuciji pribavi nešto samo u onoj količini i samo onda kada je to upravo potrebno. Da bi se takav sistem mogao realizirati nužno je ispuniti sljedeće pretpostavke:⁵¹

- osigurati isporuku inputa samo određene kvalitete,
- uskladiti kapacitete u cijelom proizvodnom lancu,
- formirati autonomne radne grupe,
- proizvoditi s malim serijama,
- osigurati optimalan protok materijala nabavom od prostorno bližih dobavljača i od manjeg broja dobavljača.

Dva su ključna načela JIT:⁵²

- Svatko radi u sustavu u kojem svaka tvornička jedinica pravi plan za vrijeme jednoga dana. Male tvorničke jedinice u uzastopnim fazama proizvodnje međusobno isporučuju poluproizvode jedna drugoj, te na kraju tvornici za sastavljanje proizvoda.
- Istoga dana svaka jedinica isporučuje sljedećoj jedinici točnu količinu koja joj je potrebna da bi izvršila svoj vlastiti plan sljedećega dana. Da bi to učinila, postavljena je shema jednolike dnevne potražnje kroz cijeli sustav.

⁵¹ Skrtić, M.: op. cit., str. 120

⁵² Barković, D.: op. cit., str. 214

Razlikuju se dva oblika JIT-a:⁵³

- *Sinkronizirana proizvodnja* – podrazumijeva takav proizvodni proces u kojemu postoji puna usklađenost proizvodnog procesa s drugim radnim procesima uključivši i isporuke inputa te da se teorijski proizvodnja odvija bez skladišta i zaliha.
- *Kanban sistem* - temelji opskrbu na principu samoposluživanja na svim stupnjevima proizvodnje. U tu se svrhu formiraju samo regulirajuće autonomne jedinice koje uz pomoć jednostavnih organizacijskih sredstava kao što je kartica koju ispunjavaju proizvodni radnici.

JIT sustav se uvodi kako bi se moglo pravovremeno reagirati na želje kupaca/potrošača vezano na pravovremene rokove isporuke, varijante proizvoda, te njihove količine. „Krilatica JIT sustava je da se u nabavi, proizvodnji i distribuciji pribavi materijal, poluproizvod ili nešto drugo samo u onoj količini i samo onda kad je to upravo potrebno, kako bi se time smanjila ili potpuno eliminirala skladišta i zalihe materijala.“⁵⁴

„Cilj ovog sustava je kontinuirano smanjenje inventara uz istovremeno povećanje kvalitete. Temelji se na logici da ništa neće biti proizvedeno dok nije potrebno. Proces započinje prodajom proizvoda i tržišnim zahtjevom za novim. Zahtjev za proizvodom "šalje" se do posljednje karike u sustavu, odnosno proizvodnje koja od dobavljača dobiva potrebne resurse i izvršava zahtjev“.⁵⁵ Isti autor navodi kako je potrebno zadovoljiti visoke standarde kvalitete u svakom stadiju sustava, stvoriti čvrste veze s dobavljačima i treba postojati mogućnost predviđanja kretanja potražnje za krajnjim proizvodom. Da bi se sve to ostvarilo potreban je i uspješan JIT menadžment, odnosno izuzetno dobro planiranje i organizacija rada, postojanje jasno definiranih ugovornih obveza te strogo poštovanje rokova isporuke.

⁵³ Ibidem, str. 216

⁵⁴ Ibidem, str. 220

⁵⁵ Skrtić, M., op. cit., str. 119

5 PROIZVODNI CIKLUS NA PRIMJERU PROIZVODA OD PLASTIKE

U nastavku rada biti će opisan primjer primjene operativnog menadžmenta tijekom proizvodnog procesa proizvodnje proizvoda od plastike. Za primjer uzet je proizvod akrilna kupaonska kada, te je prikazan cijeli proizvodni proces.

Proizvodni proces započinje idejnom skicom novog proizvoda, zatim ide izrada modela, izrada kalupa, izrada poluproizvoda i gotovog proizvoda, kontrola i skladištenja na skladište. Svi ti procesi popraćeni su tehničkom i proizvodnom dokumentacijom tijekom cijelog procesa izrade.

5.1 Dizajniranje kupaonske kade

Da bi se krenulo s proizvodnim procesom izrade kupaonske kade, prva faza dizajnerskog oblikovanja proizvoda je izrada skice. Nakon toga slijedi faza izrade kompjuterskog 3D modela, a na osnovu kompjuterskog 3D modela radi se tehnički nacrt proizvoda.

5.1.1 Skica proizvoda

Početak izrade kupaonske kade započinje izradom idejne skice. Na skicu se upisuju osnovne dimenzije te željene karakteristike modela kade.

Skica proizvoda obično dolazi iz dva izvora:

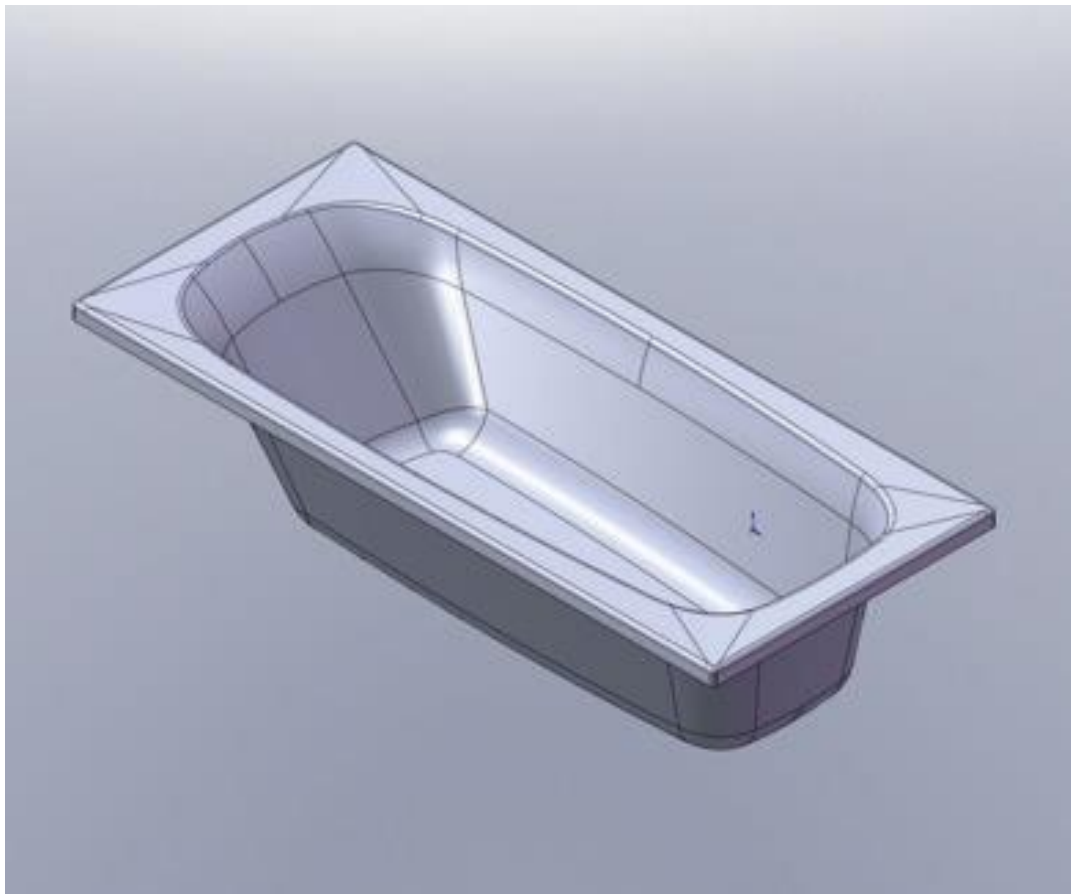
- Odjel dizajna same tvornice. Odjel dizajna na zahtjev uprave tvornice radi skicu željenog modela kade.
- Iz vanjskog izvora. Krajnji kupac radi skicu i dizajn proizvoda.

Idejna skica šalje se u odjel razvoja gdje se prema njoj izrađuje 3D model proizvoda i tehnički nacrt proizvoda.

5.1.2 Izrada digitalnog 3D modela

Služba razvoja na osnovu dobivene skice proizvoda pomoću kompjuterskog programa za 3D modeliranje izrađuje 3D model tražene kupaonske kade, kao što je prikazano na slici 6. Za izradu 3D modela koriste se razni kompjuterski programi za 3D modeliranje. Oni podižu dizajn proizvoda na višu razinu, te omogućuju brži i jednostavniji izlaz na tržište, te ujedno smanjuje troškove izrade gotovih proizvoda. Jedan od poznatijih kompjuterskih programa koji je ujedno korišten i na ovom primjeru je "SolidWorks".

Slika 6: 3D model kupaonske kade



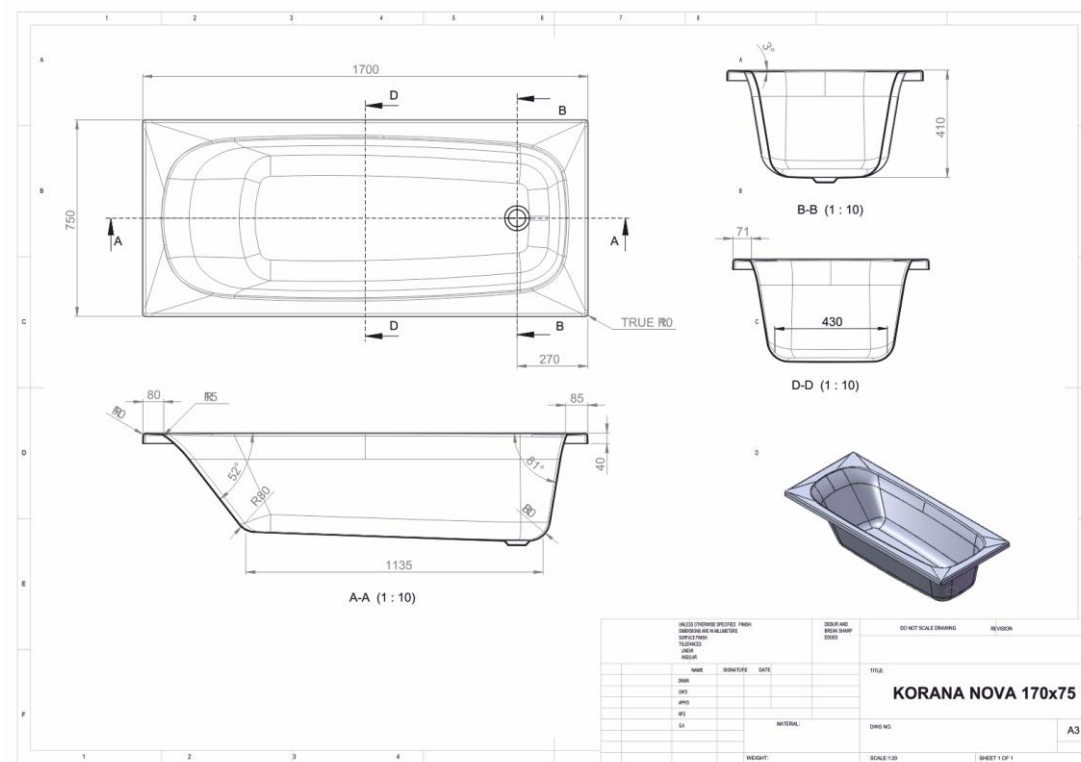
Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; baza podataka

5.1.3 Izrada tehničkog nacrt

Nacrt kade radi se na osnovu 3D modela. Inženjer na osnovu 3D modela izrađuje tehnički nacrt sa svim potrebnim pogledima, presjecima, te kotama i izvučenim detaljima ukoliko je potrebno. Tehnički nacrt kupaonske kade prikazan je na slici 7. Posebna pozornost pridaje se određenim detaljima koje kada mora zadovoljiti prema tehničkim standardima i normama:

- minimalni nagib dna kade kako bi se osiguralo otjecanje vode iz kade,
- minimalni nagib bočnih stranica,
- visina otvora preljeva od gornjeg ruba kade,
- promjer rupe izljeva i preljeva,
- širina, visina i nagib prirubnice kade itd.....

Slika 7: Tehnički nacrt kupaonske kade



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; baza podataka

Takav nacrt s 3D modelom vraća se u odjel dizajna ili krajnjem kupcu na kontrolu. Oni nakon pregleda nacrtu potvrđuju idejno rješenje kade kao konačno, ili rade određene korekcije na nacrtu.

Prema napravljenim izmjenama na nacrtu rade se korekcije 3D modela te se revidira tehnički nacrt. Nakon napravljenih izmjena idejni nacrt se ponovno šalje na kontrolu i potvrdu od strane naručioca. Nakon što je nacrt potvrđen i odobren od strane dizajnera kreće se u izradu modela.

5.2 Izrada modela kupaonske kade

Proces izrade modela započinje u SolidCAM programu koji je direktno integriran u SolidWorks CAD sučelje. On 3D model pretvara u strojni programski jezik.

Sa integracijom u isti prozor SolidCAMa u Solidworks, sve operacije obrade se mogu definirati, izračunati i provjeriti bez napuštanja Solidworks okruženja. Sve geometrije za obradu su potpuno asocijativne sa Solidworks modelom. SolidCAM omogućuje korisniku automatsku sinkronizaciju svih operacija obrada sa najnovijom geometrijom.⁵⁶

5.2.1 Strojna obrada modela

Proces strojne obrade započinje izradom CAM programa iz CAD modela. CAM program radi se za točno određeni radni stroj na kojem će se izvršiti obrada modela.

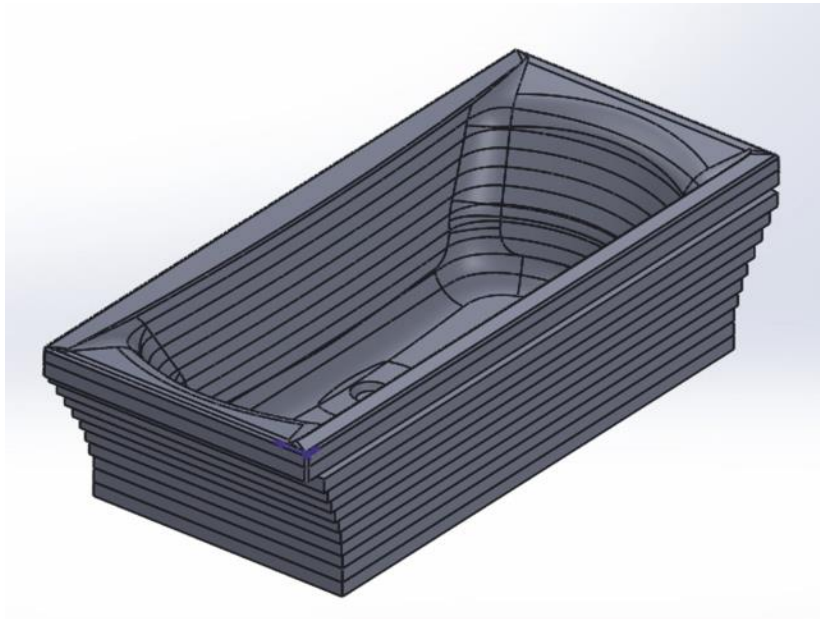
Za izradu modela koriste se razni lako obradivi materijali kao što su stiroporne EPS ploče ili blokovi, PU i epoksidne ploče ili blokovi, te medijapan ploče. Ploče se jedna po jedna obrađuju na stroju te se nakon toga spajaju i lijepe jedna na drugu u gotov model. Moguć je i drugi način izrade tako da se ploče prvo međusobno spoje i zalijepe u jedan blok materijala koji se nakon toga obrađuje u gotov model (slika 8).

Da bi se dobila što kvalitetnija površinska obrada potrebno je proces obrade raditi na 5-osnim CNC strojevima. Na takovim strojevima moguće je dobiti glatku i ujednačenu površinu modela. Ukoliko se obrada vrši na 3-osnim strojevima površina modela ostaje stepenasta te ju je nakon strojne obrade potrebno ručno brusiti, sve dok se ne dobije glatka površina.

Na slici 8 prikazan je jedan model kade rađen od EPS ploča u slojevima.

⁵⁶ Strojotehnika, dostupno na: <http://www.strojotehnika.hr/software/cadcam/solidworks/>, pristupljeno 08.02.2018.

Slika 8: Model kade rađeno u slojevima



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; baza podataka

5.2.2 Završna ručna obrada modela

Nakon strojne obrade, model kade dolazi na odjel ručne obrade gdje se ručnim alatima vrši daljnja obrada modela. Obrada se vrši dok površina ne postane glatka i ujednačena, bez vidljivih tragova strojne obrade. Za takovu obradu koriste se ručne ekscentrične brusilice na brusni papir. Nakon toga površina se premazuje kitom kako bi se popunile sve rupice i sitne neravnine. Kada se kit osuši površina se ponovno ručno brusi brusnim papirom visoke granulacije. Nakon brušenja površinu je potrebno dobro ispuhati i obrisati od prašine. Na tako pripremljenu površinu zračnim pištoljem nanosi se akrilna boja. Nakon sušenja akrilne boje dobiva se model kade vizualno gotovo identičan akrilnom modelu gotove kade.

Tako pripremljen model kade dostavlja se odjelu dizajna ili krajnjem kupcu na pregled i kontrolu. Ukoliko kupac nakon pregleda modela nije zadovoljan modelom i dimenzijama, te želi određene promjene na modelu, radi korekcije na nacrtu modela. Na osnovu korigiranih nacrtu služba razvoja radi korekciju na kompjuterskom 3D modelu, te se cijeli postupak ponavlja od samog početka do izrade novog modela ili korekcija na postojećem modelu ako je to moguće.

Ukoliko je kupac nakon pregleda modela zadovoljan svim dimenzijama i dizajnom kreće se na slijedeći korak u proizvodnji, a to je izrada kalupa.

5.3 Izrada kalupa kupaonske kade

Na osnovu pripremljenog modela kade započinje se s izradom kalupa. Da bi se krenulo s izradom kalupa potrebno je odraditi prvu fazu, a to je odabir tipa kalupa. Nakon što je odabran tip kalupa kreće se s drugom fazom, a to je izrada poliesterskog kalupa u samoj tvornici ili narudžba aluminijskog kalupa kod dobavljača. Navedeni procesi prikazani su u slijedećim poglavljima rada.

5.3.1 Odabir tipa kalupa

U proizvodnom procesu izrade kupaonske kade kalup ima vrlo važnu ulogu. Dobro pripremljen kalup znači kasnije i dobru akrilnu ljosku, što je ujedno osnovna baza u daljnjem proizvodnom procesu kupaonske kade. U proizvodnji kupaonskih kada koriste se dva tipa kalupa za oblikovanje akrilne ljoske kade, a to su:

- kalup izrađen od poliestera,
- kalup izrađen od aluminijskog.

Koji tip kalupa će se koristiti ovisi o nekoliko bitnih faktora, a to su:

- Količina financijskih sredstava predviđenih za izradu kalupa. Cijena izrade aluminijskih kalupa je nekoliko puta veća od cijene izrade poliesterskog kalupa,
- Željeni broj komada akrilnih ljoski koji se želi napraviti. Aluminijski kalupi su višestruko dugotrajniji i otporniji na trošenje tijekom procesa izrade.
- Kvaliteta izrade akrilnih ljoski. Aluminijski kalup omogućuje puno bolju kontrolu prilikom izrade pošto je opremljen kanalima za zagrijavanje odnosno hlađenje čime se postiže bolja kvaliteta akrilnih ljosaka.

5.3.2 Izrada poliesterskog kalupa

Izrada poliesterskog kalupa započinje izradom modela kade, takozvanog "negativa". Da bi se pristupilo izradi modela potrebno je napraviti novi uvećani 3D CAD model. Uvećanje modela se radi zbog umanjenja akrilne ljuske kade prilikom hlađenja nakon termičke obrade u procesu izrade kade. Kako bi gotov proizvod, odnosno željena kupaonska kada, imao točne dimenzije prema traženom nacrtu potrebno je model odnosno kalup napraviti uvećan za postotak skupljanja akrilnog materijala. Vanjska površina modela jednaka je unutrašnjosti gotove kade uvećane za određeni postotak skupljanja akrilnih ploča prilikom hlađenja.

Za izradu modela koriste se razni lako obradivi materijali kao što su stiroporne EPS ploče ili blokovi, PU i epoksidne ploče ili blokovi, te medijapan ploče. Ploče se jedna po jedna obrađuju na stroju, kao što je prikazano na slici 9, te se nakon toga spajaju i lijepe jedna na drugu u gotov model. Moguć je i drugi način izrade tako da se ploče prvo međusobno spoje i zalijepe u jedan blok materijala koji se nakon toga obrađuje u gotov model. Naj bolji modeli su modeli rađeni na 5-osnim CNC strojevima, pošto je na tim strojevima moguće dobiti finu gotovu površinu modela koja zahtjeva minimalne daljnje obrade. Izradom na 3-osnim CNC strojevima dobiva se stepenasta površina koja zahtjeva dosta dodatne ručne obrade.

Slika 9: Obrada modela za kalup na 5-osnom CNC stroju



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

Da bi se dobila fina glatka površina modela koriste se razne ručne brusilice te razni ručni brusni alati. Nakon što je cijela površina modela obrušena, te je dobivena zadovoljavajuća glatka površina, model se još jednom vizualno kontrolira te se kontroliraju njegove dimenzije. Ukoliko postoje određena odstupanja ili određene neravnine na modelu, one se popunjavaju odnosno dorađuju dvo komponentnim poliesterskim auto kitom. Nakon što se višak kita obrusi, po cijeloj površini modela nanosi se fini tekući špric kit kojim se popunjavaju sve sitne neravnine na površini. Nakon što se površina modela završno fino obrusi i očisti od nečistoća i sitnih čestica prašine, model je spreman za slijedeću fazu izrade kalupa.

Površina modela premazuje se PVA odvajanjem koji služi lakšem odvajanju poliesterskog kalupa od modela. Na tako pripremljenu površinu nanosi se mješavina smole i aluminijskog praha. Nakon toga nanosi se nekoliko slojeva staklenih vlakana koja se međusobno povezuju poliesterskom smolom čineći nakon sušenja jedan čvrsti kompozitni sloj. Po vanjskom rubu, te po predviđenim zonama postavljaju se kanali za zrak koji će kasnije služiti za dovod i odvođenje zraka iz kalupa. Preko cijele površine i tih kanala za zrak ponovno se nanosi nekoliko slojeva poliesterske smole i staklenih vlakana. Nakon što se svi slojevi stvrdnu i osuše vrši se odvajanje kalupa od modela. Na kalup je zatim potrebno učvrstiti metalnu konstrukciju od cijevi, koja je ujedno baza kalupa. Potrebno je na kalup postaviti i spojiti sve priključke za zrak, te površinu kalupa očistiti od odvajanja. Cijelu površinu kalupa potrebno je još jednom fino prebrusiti. Tako pripremljen kalup (slika 10) spreman je za korištenje u procesu izrade akrilnih ljosaka.

Slika 10: Primjer poliesterskog kalupa



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

5.3.3 Nabava aluminijskog kalupa

Aluminijski kalupi ne rade se u samoj tvornici, već se naručuju od određenog dobavljača. Na osnovu digitalnog 3D modela gotove kade, te na osnovu tehničkih nacrtu kade, traže se ponude nekoliko proizvođača aluminijskih kalupa, te se na osnovu cijene, kvalitete, roka isporuka, te ostalih uvjeta, odabire najbolja ponuda. Nakon prihvaćanja ponude proizvođač kreće s izradom aluminijskog kalupa. Gotov kalup s priključcima za hlađenje i grijanje, te priključcima za zrak, dostavlja se u tvornicu. Gotovi aluminijski kalup prikazan je na slici 11. Služba tehničke pripreme preuzima kalup te vrši kontrolu kvalitete kalupa, te kontrolu svih dimenzija na kalupu. Nakon što je kalup pregledan i odobren od strane tehničke službe, isti se knjigovodstveno zaprima kao novo osnovno sredstvo, te se izdaje u proizvodnju na daljnja testiranja. Ukoliko kalup uspješno zadovolji sve probe, kreće se s daljnjom proizvodnjom. Ukoliko se tijekom pregleda ili tijekom ispitivanje pokažu neki nedostaci ili neispravnost kalupa, isti se vraća dobavljaču na doradu.

Slika 11: Primjer aluminijskog kalupa



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

5.4 Izbor proizvodne linije i tehnološki proces izrade

Nakon što je kalup odabran i pripremljen za proizvodnju, kreće se s izborom proizvodne linije i tehnoloških procesa izrade. Prvi tehnološki proces koji treba odabrati je odabir odgovarajuće peći za zagrijavanje ploča. Nakon toga odabire se tip stroja za termo formiranje, te se nakon toga vrši odabir linije za nanošenje poliestera. Slijedeća faza u tehnološkom procesu izrade kade je obrezivanje i bušenje kade, a završna faza je kontrola i pakiranje. Sve navedene faze objašnjene su u nastavku rada.

5.4.1 Odabir peći za zagrijavanje

Akrilne ploče mogu se zagrijavati na nekoliko načina:

- strujanjem vrućeg zraka oko ploče,
- direktnim isijavanjem topline iz grijača prema ploči.

Akrilne ploče griju se vrućim zrakom u električnim pećima do temperature 190°C. Točna temperatura zagrijavanja ovisi o vrsti materijala i debljini. Ploče ostaju u peći 15 – 30 minuta nakon čega se prenose na kalupe za oblikovanje. Naj češće se koriste dvije vrste peći za zagrijavanje, a to su vertikalne i horizontalne peći.

Vertikalne peći su obično rađene tako da vrući zrak poganjen ventilatorima struji kroz peć. U bočnim stranicama peći nalaze se električni grijači, a na vrhu peći nalaze se ventilatori koji osiguravaju strujanje zraka kroz peć. Zrak struji kroz bočne stranice peći te se u njima zagrijava. Tako zagrijani zrak prolazi središnjim dijelom peći gdje se nalaze ovješene akrilne ploče. Ove peći pretežno se koriste za zagrijavanje većih dimenzija akrilnih ploča, naj češće za zagrijavanje ploča dužine od 1,2 m pa sve do 2,5 m. Obično se rade s tri staze na kojima se nalaze pomične prihvatne škare na koje se učvršćuju akrilne ploče. Primjer jedne takove peći prikazan je na slici 12. Prednost ovih peći je ta što je kod njih moguće odjednom zagrijavati više akrilnih ploča, čija temperatura se može točno regulirati, te kod tih peći nije moguće da dođe do pregrijavanja i uništenja akrilnih ploča.

Slika 12: Vertikalna peć s 3 staze za zagrijavanje ploča



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

Horizontalne peći naj češće se koriste za zagrijavanje manjih akrilnih ploča koje se koriste za izradu manjih tuš kada. Konstruirane su tako da se na gornjoj strani peći nalaze električni grijači koji direktnim isijavanjem topline zagrijavaju akrilnu ploču koja se nalazi horizontalno ispod grijača. Na ovim pećima moguće je zagrijavati jedino jednu po jednu ploču. Kod ovih peći lako može doći do pregrijavanja i uništenja akrilne ploče ukoliko ploča predugo ostane u peći.

5.4.2 Odabir strojeva za termo formiranje

Kada je ploča zagrijana na temperaturu oblikovanja, ploča postaje kao guma i u takvom stanju moguće ju je oblikovati na kalupu primjenom vakuuma. Osim vakuuma moguće ju je oblikovati i primjenom potiska. Tijekom formiranja, krajevi vruće ploče su pričvršćeni u profilni okvir koji drži ploču vodoravno iznad kalupa (Slika 13). Kalup se tada podiže u ploču kako bi se formirali rubovi kade. Nakon toga se zrak u prostoru između ploče i kalupa izvlači vakuum pumpama, uzrokujući razvlačenje materijala iz ravnine u kalup. Tako oblikovana akrilna ploča naziva se ljuska (ljuska krajnjeg proizvoda).

Vrlo je važno da je površina kalupa čista bez ikakvih tragova nečistoća, te da u kalupu ili na samoj akrilnoj ploči nema zrnaca prašine. Ukoliko se prilikom termo formiranja u kalupu pojave sitne čestice, one se jednostavno preslikavaju na gornju površinu akrilne ljuske, te zbog toga površina ljuske više nije glatka već su vidljiva sitna izbočenja.

Nakon privlačenja ploče na kalup, ista ostaje na kalupu dok se ne ohladi do željene temperature, kako bi zadržala oblik kalupa. Hlađenje se može potpomoći instaliranjem električnih ventilatora ili širokopojasnih zračnih mlaznica. Ljuska kade može se maknuti s kalupa nakon hlađenja na 75°C. Važno je ne dozvoliti hlađenje ljuske ispod 70°C, jer ispod te temperature se razvijaju napetosti koje stežu ljusku na kalup i mogu uzrokovati lomljenje ruba ljuske.

Slika 13: Stavljanje zagrijane ploče akrila na napravu za oblikovanje vakuumom



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

Kao završni dio operacije hlađenja, ljuska se stavlja na napravu za hlađenje, gdje ostaje 5 – 10 minuta, da bi se zadržala ravnina ruba. Time se izbjegava svako iskrivljenje koje bi se inače pojavilo.

Tako opisani proces oblikovanja ljuske kade moguće je raditi na nekoliko tipova strojeva za termo formiranje: ručno upravljani strojevi, polu automatski strojevi i automatski strojevi za termo formiranje.

- **Ručno upravljani strojevi za termo formiranje** - Ovo su naj jednostavniji i najjeftiniji strojevi za termo formiranje kod kojih se cjelokupni proces upravljanja strojem radi ručno pomoću kuglastih ventila te ručnim zatvaračima gornjeg okvira. Radnici zagrijanu akrilnu ploču vade iz peći za zagrijavanje i stavljaju je na kalup. Ručno zatvaraju gornji okvir naprave te time učvršćuju rubove akrilne ploče za stroj. Nakon toga radnik otvaranjem i zatvaranjem ručica ventila podiže kalup u zrak kako bi dobio vanjski rub kade, te zatim izvlači zrak iz kalupa stvarajući potlak, koji uzrokuje plastičnu deformaciju akrilne ploče prema obliku kalupa. Nakon što se ploča dovoljno ohladi, isključuje se potlak u kalupu, te se lagano upuhuje zrak u kalup kako bi se akrilna ljuska što lakše odvojila od kalupa. Nakon toga spušta se kalup u donji početni položaj, otvara se gornji okvir naprave, te se iz kalupa vadi oblikovana akrilna ljuska.
- **Polu automatski strojevi za termo formiranje** - Ovi strojevi su konstrukcijski jako slični ručnim strojevima za termo formiranje. Razlika je u tome što upravljanje strojem odrađuje automatika. Umjesto ventila s ručicama postavljeni su elektro ventili, otvaranje i zatvaranje gornjeg okvira, te stezanje okvira vrši se pneumatskim cilindrima. Na stroj su postavljeni termo senzori koji očitavaju temperaturu akrilne ljuske na kalupu, te prema tome uključuju i isključuju ventilatore za brže hlađenje akrilne ljuske. Kod ovih strojeva (slika 14) zadatak radnika je da iz peći za zagrijavanje izvade akrilnu ploču i stave je na kalup. Nakon toga uključuju automatiku stroja i dalje stroj sve radi sam. Prednost ovih strojeva je što stroj uvijek kod iste definirane temperature prestaje s procesom termo formiranja i otpušta ljusku kade iz kalupa, čime se postiže ujednačenija i bolja kvaliteta gotovog proizvoda.

Slika 14: Polu automatski stroj za termo formiranje



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

- **Automatski strojevi za termo formiranje** - Kod ovih strojeva naj veća razlika u odnosu na ručne i polu automatske strojeve je ta što ovi strojevi sami zagrijavaju akrilne ploče te im nisu potrebne peći za zagrijavanje. Strojevi ploče zagrijavaju pomoću keramičkih infra crvenih grijača. Na svakom grijaču moguće je posebno regulirati vrijeme i snagu grijanja, čime je omogućeno zagrijavanje akrilne ploče po točno definiranim zonama. Takovim zagrijavanjem akrilnih ploča moguće je u konačnici dobiti naj kvalitetnije termo formirane akrilne ljuste. Na takovim strojevima gotovo uvijek se koriste aluminijski kalupi s mogućnošću zagrijavanja i hlađenja kalupa, što je još jedna dodatna prednost prilikom izrade akrilne ljuste. Glavni nedostatak ovih strojeva je nabavna cijena, koja je dosta visoka u odnosu na ručne i polu automatske. Ovi strojevi najčešće se koriste kod serijske proizvodnje. Kada se jednom podese svi parametri, moguća je vrlo brza i kvalitetna proizvodnja, što je preduvjet za gotov proizvod vrhunske kvalitete. Automatski stroj za termo formiranje prikazan je na slici 15.

Slika 15: Automatski stroj za termo formiranje



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

5.4.3 Odabir linije za nanošenje poliester

Nakon procesa termo formiranja akrilnih ljuski, slijedeći tehnološki proces je ojačavanje akrilnih ljuski poliesterskom smolom i staklenim vlaknima. Postoje dva tipa proizvodnih linija za nanošenje poliester: ručna i automatska linija. Na kojem od ta dva tipa će se izvršiti ojačavanje poliesterom ovisi o nekoliko faktora:

- broju komada koje treba napraviti,
- dimenzije i oblik akrilnih ljuski,
- ujednačenost potrošnje poliesterske smole i staklenih vlakana,
- brzina proizvodnje.

Ručna linija najčešće se koristi kod izrade uzoraka, pojedinačnih dimenzija kada te kod malih serija istog tipa kade. Kod nje radnik prema vlastitom iskustvu i znanju nanosi poliestersku smolu i staklena vlakna na ljusku. Zbog ručne izrade količina materijala utrošenog za ojačavanje, te debljina slojeva može varirati od jednog do drugog komada. Ručna linija gotovo uvijek se koristi kod izrade kada s posebnim zahtjevima dodatnog ojačavanja rubova kade.

Automatska linija najčešće se koristi kod većih serija istog modela kade. Potrošnja poliesterske smole i staklenih vlakana je ujednačena, te ju je moguće regulirati za svaki tip kade. Jednom snimljeni program za pojedini model kade moguće je dodatno korigirati, odnosno povećati ili smanjiti količinu poliesterske smole ili količinu staklenih vlakana, ubrzati ili usporiti sami proces nanošenja poliesterske smole i staklenih vlakana, te korigirati još neke druge parametre. Još jedna velika prednost je što kod automatske linije nanošenje poliestera i staklenih vlakana radi robotska ruka, zatvorena u kabini za špricanje, te radnik nije u direktnom doticaju s parama stirena koje se prilikom nanošenja izdvajaju iz poliesterske smole, dok kod ručne linije radnik je uvijek izložen tim parama.

Prije samog nanošenja poliesterske smole na akrilnu ljusku potrebno je pripremiti poliestersku smolu. Priprema poliesterske smole je jednaka i za ručnu i za automatsku liniju.

Priprema poliesterske smole započinje aktivnostima vezanim na ojačavanje. U tu svrhu, priprema se smjesa u miješalicama koje se obično nalaze s vanjske strane pogona. Smjesa se priprema u jednoj miješalici te se pomoću pumpe prebacuje u drugu miješalicu. Iz druge miješalice smjesa se pomoću pumpe, preko filtera, cjevovodima transportira do kabina za ojačavanje. Smjesa cirkulira cjevovodom što znači da se dio odvaja za potrebe ojačavanja a dio se opet vraća natrag u miješalicu, čime se sprječava eventualno stvrdnjavanje smjese u cjevovodu. Miješalice su izrađene iz nehrđajućeg čelika sa duplim stjenkama. U zimskom periodu smjesa se u miješalici zagrijava na $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ kako bi se osigurala radna temperatura potrebna za normalno nanošenje. Sama smjesa sastoji se od slijedećih komponenti:

- 50% smjese čini poliesterske smole,
- 47% smjese čini kalcijev karbonat CaCO_3 ,
- 3% smjese čini titan dioksid.

Nakon što je pripremljena smjesa poliesterske smole, može se pristupiti procesu nanošenja poliesterske smole i staklenih vlakana na ljusku kade. Sami proces nanošenja gotovo je identičan i na automatskoj i na ručnoj liniji, pošto i robotska ruka i radnik koriste iste glave za zalijevanje. U nastavku opisan je proces nanošenja poliesterske smole na akrilnu ljusku.

Nanošenje smjese i staklenih vlakana odvija se u pogonu za ojačavanje. U pogonu za ojačavanje postavljena je kabina za zalijevanje kada s isisavanjem zraka. Kroz kabinu prolazi

transportna linija za transport ljuski kada. Pored kabine nalazi se jedan dio uređaja za zalijevanje kada dok je drugi dio sproveden unutar kabine. Na kraju uređaja nalazi se glava za zalijevanje kojom rukuje jedan radnik. Do glave za zalijevanje crijevima za dovod doprema se smjesa. Unutar glave za zalijevanje miješa se pripravljena poliesterska smola sa katalizatorom. Maseni udio katalizatora u pripravljenoj smjesi je 1 %. Staklena vlakna miješaju se sa smolom u zraku odnosno na ljusci kade.

U kabini se uvijek nalazi samo jedna ljuska kade, a prosječno vrijeme špricanja (zadržavanja u kabini) je oko 5 minuta, što ovisi o obliku i dimenziji kade.

Uz ručni uređaj za nanošenje, koristi se i automatska kabina (robot) za nanošenje smjese (slika 16). Automatski uređaj za nanošenje smješten je u zatvorenu kabinu s ventilacijom. Ventilacija provedena unutar sustava ojačavanja opremljena je sklopkom protoka u ventilacijskom kanalu koja onemogućava korištenje sustava dok nije uključena ventilacija. Time se sprječava povećanje emisije stirena iznad predviđenih maksimalnih koncentracija. Upravljačka jedinica robota nalazi se van kabine pa radnik koji njome rukuje nije izložen parama stirena, kao što je slučaj kod ručnog nanošenja.

Slika 16: Kabina za automatsko nanošenje smjese za ojačanje



Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; proizvodni pogon

Nakon što je završen proces nanošenja poliesterske smole i staklenih vlakana na akrilnu ljusku, slijedi proces istiskivanja zraka iz nanosene smjese, te ujedno i zaglađivanje same površine smjese. Taj proces naziva se valjčanje ili kaširanje.

Nakon zalijevanja kade, kada se transportnom trakom prebacuje u komoru za *valjčanje*. U komori se smjesa poliesterske smole i staklenih vlakana mora utvrditi valjčanjem. Radnici ručno posebnim valjcima prelaze preko cijele površine kade kako bi se iz smjese istisnuo sav zarobljeni zrak, te kako bi se smjesa što bolje zalijepila za akrilnu ljusku. Samim procesom valjčanja postiže se i što glađa površina smjese. Prosječno vrijeme potrebno za valjčanje jedne kade je oko 5 minuta. Nakon što je završen proces valjčanja kada se dalje transportira na sušenje.

Nakon valjčanja kada transportnom linijom ide na *sušenje* u tunel u kojem se održava neka prosječna temperatura zraka od 40 – 45 °C. U tunelu za sušenje su horizontalno jedna iznad druge postavljene transportne linije po kojima kada lagano putuje s ulaza prema izlazu tunela. U tunelu se zadržava 10 – 15 kada u vremenu 50 – 60 minuta nakon špricanja. Nakon sušenja kada izlazi iz tunela za sušenje, te odlazi na liniju za obrezivanje i bušenje.

5.4.4 Obrezivanje i bušenje

Nakon sušenja ojačanja, kada se mora obrezati i obrusiti, odnosno mora se odstraniti višak materijala po vanjskom rubu kade. Za obrezivanje se koriste ručni cirkulari i strojne kružne pile namijenjene specijalno za obrezivanje vanjskog ruba kade. Kada se postavi na rotirajući stol, te se kružnom pilom odreže višak materijala na vanjskom rubu kade. Nakon što je višak materijala odrezan, brusnim papirom je potrebno obrusiti oštri vanjski rub kade. Nakon toga se kada okreće na pravu stranu te se ručnim električnim bušilicama s krunskim svrdlom buše rupe za izljev i preljev kade.

Postoji i strojni način obrezivanja ruba kade i bušenja rupa. Kod strojnog načina kada se nakon sušenja postavlja na stol 5-osnog CNC stroja te se u jednom potezu radi obrezivanje ruba kade i bušenje rupa za izljev i preljev. Takovim postupkom osigurano je puno kvalitetnije obrezivanje i brušenje, odnosno točnost dimenzija je puno bolja nego kod ručnog obrezivanja. Kod izrade određenih modela kada ovo obrezivanje se isključivo radi na CNC stroju jer ručnim obrezivanjem nije moguće dobiti tražene dimenzije i tolerancije.

5.4.5 Završna kontrola i pakiranje

Nakon obrezivanja kada dolazi na stol za završnu kontrolu. Na stolu se prema uputi za kontrolu kontroliraju određene dimenzije nakon obrezivanja i brušenja, kontrolira se dozvoljeni progib prirubnice kade, kontrolira se čvrstoća kade, odnosno kvaliteta spoja akrilne ljuske i poliesterskog sloja za ojačavanje. Nakon toga se vizualnom kontrolom kontroliraju sve vidljive površine, te ukoliko kada zadovoljava svim zahtjevima kontrole može se nastaviti s pakiranjem. Završene kade se pakiraju u kartonsku ambalažu koja štiti proizvod od oštećenja prilikom transporta, označavaju se, slažu se na palete i odvoze viličarom u skladište.

Vrlo važne informacije menadžerima i voditeljima proizvodnje upravo daje završna kontrola kvalitete, jer prema njihovim informacijama o kvaliteti proizvoda menadžeri mogu pravovremeno reagirati i promijeniti neke stvari ukoliko je to potrebno.

5.5 Planiranje proizvodnje

Da bi menadžeri mogli pratiti i upravljati cijelim tijekom proizvodnje kupaonske kade, te da bi se knjigovodstveno mogao knjižiti sav repromaterijal i rad utrošen tijekom proizvodnje, potrebno je za svaki tip proizvoda izraditi njegovu proizvodnu dokumentaciju. Prva stvar kod izrade proizvodne dokumentacije je izrada njegove kartice proizvoda.

5.5.1 Izrada kartice proizvoda

Prilikom otvaranja nove kartice proizvoda, prva stvar koju je potrebno napraviti je odrediti njegovu šifru proizvoda po kojoj će knjigovodstveno biti praćen tijekom cijele proizvodnje. Nikada ne mogu biti otvorene dvije kartice proizvoda s istom šifrom proizvoda. Nakon što je program potvrdio otvaranje nove šifre proizvoda u slijedeće polje upisuje se naziv proizvoda.

U ostala polja vezana na opći dio kartice proizvoda upisuju se podaci vezani na sami proizvod, a to su: osnovna jedinica mjere, boja, model, šifra kategorije artikla, šifra grupe proizvoda, materijal proizvodnje, nositelj troška te ostali podaci vezani na sami izgled i dimenzije proizvoda. Primjer kartice proizvoda dan je na slici 17.

Sama kartica proizvoda podjeljena je na slijedeće dijelove:

- Opće,
- Fakturiranje,
- Popunjavanje zaliha,
- Planiranje,
- Uvoz/Izvoz,
- Deklaracija,
- Praćenje artikla,
- Skladište,
- Dimenzije.

Slika 17: Primjer kartice proizvoda

6020000#8729;Kada Korana 170 bijela

Opće

Br.: 6020000

Opis: Kada Korana 170 bijela

Opis 2:

Osnovna jedinica mjere: KOM

Boja: BIJELA 1A28

Model:

Automatski proš. tekstovi:

Montažna sastavnica: Ne

Šifra kategorije artikla: GP-KADE

Šifra grupe proizvoda: KADE-P

Materijal proizvodnje: AKRIL

Nositelj troška: 21602

Širina sifona: 52mm

Pozicija sifona:

Prirubnica:

Zapremnina (lit.):

Širina ulaza:

Radius:

Zalihe:

Kol. na narudžbenici: 0

Kol. na radnom nalogu: 0

Kol. u recima komponente: 0

Kol. na nalogu za prodaju: 0

Biokirano:

Datum zadnje promjene: 16.11.16.

Prikaži više polja

Fakturiranje: Prosječan | 850,00 | P-25-KADE | P-KADE

Popunjavanje zaliha: Radni nalog

Planiranje: Šarža za šaržu | Nikad

Uvoz/Izvoz:

Deklaracija:

Praćenje artikla:

Skladište:

Dimenzije:

Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; Microsoft Dynamics NAV – sustav za upravljanje poslovanjem

U svaki dio kartice upisuju se svi ostali podaci vezani na sami proizvod, odnosno na njegovo praćenje tijekom cjelokupnog proizvodnog procesa, sve do skladištenja i prodaje krajnjem kupcu. Dio podataka automatski se sam generira nakon popunjavanja „Općeg“ dijela kartice, a ostvareno je tako što prve tri znamenke šifre proizvoda točno definiraju grupu proizvoda, te definiranjem osnovnih podataka u općem dijelu kartice definiraju se daljnje podvrste te knjižna grupa i mjesto troška. Nakon popunjavanja kartice artikla kreće se na slijedeću fazu, a to je izrada proizvodne sastavnice.

5.5.2 Izrada proizvodne sastavnice

Na osnovu kartice proizvoda, pod istom šifrom i nazivom, otvara se proizvodna sastavnica (slika 18). U proizvodnu sastavnicu upisuju se sve komponente od kojih je proizvod sastavljen. Za svaku komponentu upisuje se njena utrošena količina, postotak škarta ako se unaprijed zna, šifra povezivanja s proizvodnim postupkom, šifra lokacije utroška te šifra kategorije artikla.

Slika 18: Proizvodna sastavnica

Vrsta	Br.	Opis	Količin...	Šifra JM	Šifra varijante	% škarta	Šifra povez. ...	Šifra lokacij...	Šifra kateg...
Artikl	5022640	PP kada ojač. Korana 170x75 Nova bijela	1	KOM		0	224	411	PP-KADE
Artikl	3090019	Štancani kutnik K-3, 420x449 (veliki)	4	KOM		0	225	411	MAT-AMB
Artikl	3091058	Kartonski plašt 1700x750, BEZ LOGA (kada Kupa)	1	KOM		0	225	411	MAT-AMB

Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; Microsoft Dynamics NAV – sustav za upravljanje poslovanjem

Kao komponente mogu biti artikli zaprimljeni u proizvodnju kao osnovni repromaterijal ili kao polu proizvod (u nazivu artikla početak naziva uvijek počinje s dva štampana slova PP). Ukoliko je komponenta polu proizvod, to znači da taj artikl ima isto svoju karticu proizvoda, te svoju proizvodnu sastavnicu. Svaka proizvodna sastavnica polu proizvoda može u sebi sadržavati određeni repromaterijal ili određeni polu proizvod iz prethodne faze proizvodnje. Proizvodna sastavnica početnog polu proizvoda u sebi uvijek sadrži kao komponente osnovni repromaterijal. Na osnovu komponenata i količina upisanih u proizvodnu sastavnicu vrše se razne druge operacije kao što su: radni nalozi za proizvodnju, knjiženje komponenata, izračun potrebnih zaliha materijala, izračun kalkulacija troška proizvoda itd...

5.5.3 Otvaranje radnog naloga za proizvodnju

Radni nalog za proizvodnju otvara se na osnovu potreba za proizvodom, koje se obično generiraju iz dva izvora. Jedan izvor su lansirani prodajni nalozi, a drugi su neke postavljene minimalne količine zaliha na skladištu gotovih proizvoda. Određeni proizvodi


rade se za zalihu i kao takovi stavljaju se na skladište gotovih proizvoda, dok se određeni proizvodi rade po potrebama iz otvorenih prodajnih naloga.

Nakon što je utvrđena potreba za određenim artiklom, referent za radne naloge otvara određeni radni nalog (slika 19). Prilikom otvaranja novog radnog naloga program automatski generira novi broj radnog naloga.

Ostali podaci koji su vidljivi na radnom nalogu su:

- naziv proizvoda,
- broj komada,
- naziv kupca za kojeg se proizvod radi,
- broj prodajnog naloga,
- mjesto troška na kojem se proizvod radi,
- komponente od kojih je sastavljen proizvod,
- količina utrošenog materijala svake komponente,
- postotak škarta koji se je javio tijekom proizvodnje

Slika 19: Primjer radnog naloga za proizvodnju

Br. radnog naloga RN-18/07457  Otidi na karticu RN

Artikl: **603Q065 Tuš kada Tempo 170x75 bijela, Aqua Finish** **Količina: 20 KOM**
0

Kupac: , / (ZALIHA) Dimenzije (DxŠxV): 170x75x6,5 cm Boja: bijela

Mjesto izvođenja: **Strojna grupa SG-1601 Montaža tuš kanalice**
Skladišteni na lokaciju: **513/16** Skladište got.proizvoda i tr.robe GS

Br. proizv. postupka 603Q003 Br. operacije 10 Početni datum 24.01.18 8:40
Završni datum 25.01.18 14:00

IZRAČUN VREMENA:

Vrijeme pripreme	0 MIN	izlaz količina	Škart količina	Vrijeme izrade	Datum	Predao	Zaprimio
Vrijeme izvođenja	25 MIN						
Potrebno vrijeme	500 MIN						

PREĐANO NA SKLADIŠTE:



izlaz količina	Škart količina	Vrijeme izrade	Datum	Predao	Zaprimio
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____


Zamjene materijala:

Zamijenjeni artikl	Artikl korišten u proizvodnji	Količina	Datum	Potpis
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Potrebe za materijalom

Br. artikla	Šifra varijante	Opis	Količina po kom	% škarta	Očekivana količina	Šifra JM
533Q065		PP tuš kada obrezana Tempo 170x75, Aqua Finish	1		20	KOM
3080227		Stiropor EPS 60, 4000x1250x1000, sirovi blok	0,029		0,58	M3
3030427		Folija hidroizolacijska Jaeger, plava 135 cm	4,3		86	M
3030429		PU 2K montažna pjena, 400 ml	3		60	KOM
3380891		Ljepilo Cosmo PU-221.590, komponenta A	0,664		13,28	KG
3380892		Ljepilo Cosmo PU-265.120, komponenta B	0,166		3,32	KG
3030431		Botact D-15 impregnacija, 10 lit. - UGRADNJA	0,077		1,54	L
3030439		Butilna traka Illbruck ME 403, 10x1.5 mm	5		100	M
3380847		OttoColl M500, 310 ml, ljepilo-brtvilo	0,25		5	KOM
3091405		Kartonska kutija za tuš AquaFinish 170x75 (70mm)	1		20	KOM

 Otidi u komponente RN  Otidi u temeljnicu RN

Promijeni status RN u DOVRŠEN 

Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; Microsoft Dynamics NAV – sustav za upravljanje poslovanjem

Tako pripremljeni radni nalog izdaje se u proizvodnju, te na osnovu njega proizvodnja kreće s izradom proizvoda. Ukoliko tijekom proizvodnje dođe do promjene određene komponente, odnosno do zamjene komponente, na radni nalog je potrebno ručno upisati šifru i količinu druge korištene komponente. Ukoliko dođe do škarta određenih komponenata tijekom proizvodnje, i te količine potrebno je posebno naznačiti u radnom nalogu. Nakon završetka proizvodnje radnik koji je radio na proizvodu upisuje u radni nalog broj završenih komada, datum izrade, te svoj potpis ili žig. Tako popunjeni radni nalog predaje se dalje na knjiženje.

5.5.4 Knjiženje radnog naloga

Nakon završetka proizvodnje popunjen i potpisan radni nalog predaje se na knjiženje. Ukoliko je bilo određenih zamjena materijala te određena količina škarta, referent prema upisanim podacima mijenja u programu određene stavke količine, dodaje postotak škarta ako ga je bilo, upisuje količinu dovršenih proizvoda, te ukupno vrijeme potrebno za izradu. Nakon toga vrši se knjiženje radnog naloga. Knjiženjem naloga raspisuje je utrošeni materijal te se proizvodi knjiže na određeno skladište ili određenu proizvodnju ukoliko se radi o poluproizvodu. Ukoliko je izvršena proizvodnja kompletne količine prema radnom nalogu, nakon knjiženja radni nalog se zatvara i stavlja u dovršene naloge, te se arhivira. Ukoliko nije dovršena sva količina prema radnom nalogu, isti se ne zatvara već se vraća natrag u proizvodnju, kako bi se po njemu nastavila proizvodnja preostale količine proizvoda.

5.6 Upravljanje zalihama

Jedna od bitnih stvari tijekom cjelokupnog proizvodnog procesa je upravo i upravljanje zalihama. Kako bi se svi poslovi mogli na vrijeme izvršiti potrebna je pravovremena nabava repromaterijala za proizvodnju. Nabavu repromaterijala vrši služba nabave.

5.6.1 Predviđanje potreba repromaterijala

Da bi se zalihe repromaterijala pravovremeno popunile potrebno je sav repromaterijal na vrijeme naručiti. Narudžbe materijala rade se na osnovu predviđanja potreba ili na osnovu trenutnih potreba za repromaterijalom.

Uslijed pojave neplaniranih dodatnih narudžbi gotovih proizvoda javlja se potreba za dodatnim količinama repromaterijala. Potrebno je brzo reagirati i dodatno naručiti sav potreban repromaterijal. Obično se naručuju količine potrebne za izradu određene količine naručenih gotovih proizvoda. Ovdje se ne radi predviđanje već su količine točno određene.

Za izradu standardnih narudžbi potrebna je izrada plana potrebnih količina.

Prilikom izrade plana potrebno je uzeti u obzir nekoliko bitnih faktora:

- prosječna godišnja potrošnja,
- prosječna kvartalna ili mjesečna potrošnja,
- postotak rasta ili pada prodaje,
- trenutna količina repromaterijala na skladištu,
- trenutna količina gotovih proizvoda na skladištu,
- dobavljačevi rokovi isporuke, te moguće korekcije rokova,
- planovi prodaje.

Kada se uzmu u obzir svi ovi navedeni faktori, dobiva se plan potrebnih količina repromaterijala, na osnovu kojeg se izrađuje narudžba.

5.6.2 Nabava repromaterijala

Služba nabave na osnovu plana potrebnih količina, te na osnovu trenutnih potreba za repromaterijalom izrađuje narudžbenice za repromaterijal. Svaka narudžbenica sastoji se od ovih osnovnih podataka: broj narudžbenice, naziv i svi osnovni podaci naručioca, naziv i svi osnovni podaci dobavljača, šifra artikla, naziv artikla, naručena količina, datum narudžbe, zatraženi datum isporuke, način i mjesto isporuke, te još neki dodatni podaci ovisno o tipu repromaterijala koji se naručuje.

Tako pripremljena narudžbenica šalje se najčešće e-mailom ili faksom na adresu dobavljača.

Dobavljač nakon zaprimanja narudžbe povratno šalje svoju potvrdu narudžbe s količinama, cijenama i rokovima isporuke. Ukoliko se služna nabave slaže s svim navedenim na potvrdi narudžbe, potvrđuje to dobavljaču. Ovakav način naručivanja obično se primjenjuje kod plaćanja naručenog repromaterijala prije same isporuke ili nakon isporuke.

Ukoliko se radi o plaćanju repromaterijala prilikom same narudžbe, dobavljač uz potvrdu narudžbe šalje i predračun. Plaćanjem predračuna automatski se prihvaćaju i svi uvjeti s predračuna.

Ovisno o dogovoru s dobavljačem, repromaterijal je nakon izrade potrebno preuzeti na dobavljačevom skladištu ili ga sam dobavljač šalje na skladište naručioca.

5.6.3 Skladištenje repromaterijala

Dolaskom repromaterijala na skladište, repromaterijal se istovaruje iz kamiona ili kombija i stavlja se u slobodan prostor ispred skladište. Skladištar preuzima i potpisuje prateću dokumentaciju odnosno otpremnicu dostavljenog repromaterijala te "CMR" dokument ukoliko je repromaterijal stigao iz neke druge države. Nakon vizualne kontrole repromaterijal se sprema u skladište na za to predviđena mjesta. Ukoliko oznake na repromaterijalu nisu dobro vidljive, postavljaju se dodatne oznake s nazivom artikla, brojem artikla, količinom, te drugim oznakama bitnim za što lakšim i točnijim pronalaskom određenog repromaterijala u skladištu.

Skladištar od strane proizvodnje dobiva nalog za potrebom repromaterijala u proizvodnji. Na osnovu naloga skladištar radi izdatnicu repromaterijala (slika 20) u proizvodnju, te fizički izdaje repromaterijal iz skladišta i prebacuje ga u proizvodnju. Knjiženjem izdatnice repromaterijal se i knjigovotstveno prebacuje s skladišta na proizvodnju.

Slika 20: Primjer izdatnice repromaterijala u proizvodnju

IZ-18/00564

Opće

Broj: IZ-18/00564

Datum dokumenta: 27.01.18.

Datum knjiženja: 27.01.18.

Šifra skladištara: DBL

Izdano u proizvodnju: 411

Skladište izdavanja: 502/01

Proizvodnja kada DR

Skladište repromaterijal...

Izdatnica redak

Find Filter Clear Filter

Šifra artikla	Šifra varijante	Naziv artikla	Količina	Šifra JM	Zalihe na skla...
3010110		Akriil 1750x800x4 bijeli	5 KOM		0

Izvor: Aquaestil plus d.o.o.; Microsoft Dynamics NAV – sustav za upravljanje poslovanjem

5.7 Upravljanje kvalitetom i kontrola

Kao i kod većine srednjih i velikih uspješnih poduzeća i ovdje se sustav upravljanja kvalitetom i kontrola baziraju na normi ISO 9001. Primjenom te norme omogućeno je točno praćenje svih sustava vezanih na kvalitetu proizvoda, te je omogućeno brzo i efikasno djelovanje u cilju otklanjanja svih nedostataka, te brzog i uspješnog unapređenja proizvoda.

Za kontrolu i praćenje kvalitete unutar proizvodnog procesa zadužena je služba kontrole kvalitete. Ova služba zadužena je za stalno praćenje tijekom svih faza proizvodnje, od ulaska repromaterijala u proizvodnju do izlaska gotovog proizvoda iz proizvodnje.

5.7.1 Kontrola repromaterijala

Prilikom ulaska repromaterijala u proizvodnju služba kontrole radi kontrolu kvalitete repromaterijala. Kod proizvodnje kupaonske kade to su akrilna ploča, poliesterska smola, kalcitno vapno, staklena vlakna, bjelilo i ubrzivač. Obično se ne kontrolira sav repromaterijal, već se radi kontrola na određenom broju nasumično odabranih uzoraka. Ukoliko se kvaliteta uzoraka utvrdi ispravna, repromaterijal se pušta dalje u proizvodni proces. Moguće je da se tijekom proizvodnje ustanovi određeni broj neispravnog materijala. Taj materijal se tada odvaja na za to predviđeno mjesto, te se nakon završetka proizvodnje vraća na skladište repromaterijala kao neispravan repromaterijal. Na skladištu se taj materijal skladišti na posebno mjesto te se označuje kao škart. Kontrola kvalitete na osnovu izvještaja od strane proizvodnje radi izvještaj o kvaliteti, odnosno škartu, te ga predaje službi nabave koja prema izvještaju određenu količinu repromaterijala reklamira dobavljaču. Od dobavljača se traži ili financijsko odobrenje za neispravan repromaterijal ili isporuka novog ispravnog repromaterijala.

Ukoliko se prilikom ulazne kontrole kontrolom uzoraka ustanovi ne zadovoljavajuća kvaliteta repromaterijala, sav repromaterijal se vraća na skladište i označava kao neispravan, odnosno škartni materijal. Kod materijala koji nije zadovoljio kvalitetom i vraćen je na skladište, obavijestava se služba nabave, te im se prosljeđuje izvještaj o kvaliteti. Služba nabave na osnovu tog izvještaja reklamira materijal dobavljaču, te traži hitnu isporuku novog ispravnog materijala.

5.7.2 Međufazna kontrola

Tijekom proizvodnog procesa, odnosno između određenih faza proizvodnje vrše se međufazne kontrole. Isto kao i kod kontrole repromaterijala, kontrola poluproizvoda između faza proizvodnje vrši se ovisno o zahtjevima kvalitete. Može se vršiti kontrola nasumično odabranih uzoraka tijekom ili nakon proizvodnje određene serije poluproizvoda, može se vršiti kontrola unaprijed određenog broja uzoraka tijekom proizvodnje, ili kontrola svakog proizvedenog poluproizvoda nakon svake faze proizvodnje. Kod većih serija obično se radi kontrola unaprijed određenog broja uzoraka, dok se kod manjih serija ili kod vrlo visokog zahtjeva za kvalitetom radi kontrola svakog poluproizvoda.

Ukoliko se tijekom kontrole ustanove neispravni poluproizvodi, odmah se o tome obaviještava radnik koji je radio poluproizvod te poslovođa i voditelj proizvodnje. Odmah je potrebno zaustaviti proizvodnju kako ne bi došlo do daljnje proizvodnje neispravnih proizvoda. Nakon detektiranja uzroka nastanka greške u proizvodnom procesu, rade se određene korekcije i ispravci proizvodnog procesa, te se nakon toga nastavlja s radom i kontrolom novih poluproizvoda.

Poluproizvodi na kojima je ustanovljena greška odvajaju se i zbrinjavaju kao neispravni proizvodi, ili ukoliko je grešku na proizvodu moguće ispraviti, proizvodi se vraćaju ponovno u proizvodnju na doradu. Nakon dorade poluproizvod nastavlja daljnji tijek proizvodnog procesa.

5.7.3 Završna kontrola

Nakon što je napravljena zadnja faza u proizvodnom procesu izrade kupaonske kade, a to je bušenje rupa za sifon i preljev, te brušenje vanjskih oštih rubova, pristupa se završnoj kontroli gotovog proizvoda. Završna kontrola sastoji se od:

- vizualne kontrole – vizualnim pregledom provjerava se površina kade,
- kontrola ravnina prirubnice kade – kontroliraju se dozvoljeni progibi na prirubnici kade,
- kontrola čvrstoće dna kade – kontrolira se čvrstoća povezanosti akrilne ljuske i sloja za ojačavanje.

Ako kada prođe sve zahtjeve kontrole kvalitete ide dalje na pakiranje i skladištenje na skladište gotovih proizvoda. Ako se tijekom završne kontrole ustanove greške van

dozvoljenih tolerancija, kada se vraća u proizvodnju na doradu ako je to moguće. Nakon dorade kada se ponovno pregledava, te ako je sve u redu ide na pakiranje i skladištenje. Ukoliko dorada na gotovom proizvodu nije moguća, kada se odvaja kao škartni proizvod. Označuje se posebnom naljepnicom kao škartni proizvod, te se kao takova zbrinjava na otpad. Nakon toga kadu je potrebno i knjigovodstveno proknjižiti kao škart.

6 ZAKLJUČAK

Operativni menadžment u proizvodnji je funkcija koja organizira i nadgleda izradu proizvoda i usluga. Definira se i kao dizajn, provođenje operacija i poboljšanje sistema, kako bi se napravio i isporučio što bolji i kvalitetniji primarni proizvod ili usluga poduzeća.

Operativni menadžeri često ističu da je upravo njihova zadaća najteža i najsloženija, jer od njih se očekuju najkonkretnija rješenja, tj. konkretni proizvodi i usluge koji će cijenom i kvalitetom zadovoljiti potrebe sve zahtjevnijih potrošača. Odabir naj boljeg i naj kvalitetnijeg rješenja ujedno znači i kvalitetnu i dobro organiziranu proizvodnju, što na kraju dovodi do izrade kvalitetnih proizvoda i usluga, te ujedno i do zadovoljnih krajnjih korisnika. Operacijski menadžer pri donošenju odluka mora uzeti u obzir sve tehničke mogućnosti proizvodnog pogona, kvalitetu i osposobljenost djelatnika u proizvodnji, mogućnost primjene novih tehnologija i trendova, primjenu novih kvalitetnijih materijala, te čitav niz drugih faktora u proizvodnji, kako bi ostvario što bolji poslovni rezultat, te samim time opravdao vrlo zahtjevnu poziciju operativnih menadžera u poduzeću.

Na primjeru proizvodnje jedne kupaonske kade od plastičnih masa prikazan je cijeli proizvodni proces, od početne ideje, izrade modela, izrade kalupa, tijeka proizvodnje, knjigovodstvenog dijela, do završne kontrole i skladištenja. U svakom tom dijelu proizvodnog procesa važnu ulogu zauzimaju upravo operativni menadžeri, te njihove vještine i znanje u vođenju, te donošenju važnih odluka tijekom cijelog proizvodnog procesa. Pravilnim odabirom tipa kalupa, odabirom odgovarajućih strojeva za termo formiranje, te odabirom ručne ili automatske linije za nanošenje poliestera, operacijski menadžeri određuju tijek proizvodnog procesa. Glavni cilj im je postizanja optimalne proizvodnje, s naj manje mogućim troškovima, a zadržavanjem i dalje vrhunske kvalitete gotovih proizvoda, kojima će omogućiti prodaji što lakše plasiranje proizvoda na tržište, te ostvarenje što većeg profita.

LITERATURA

Knjige i časopisi

1. Barković, D.: Uvod u operacijski management, Ekonomski fakultet Osijek, 2011.
2. Bošnjaković, M.: Numerički upravljani alatni strojevi, Školska knjiga
3. Buble, M.: Menadžment, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet Split, 2009.
4. Drljača, M.: Razvoj modela TQM-a uspješnih organizacija, 2014
5. Gugić, J., Par, V., Njavro, M., Dvornik-Gosaić, J.: Primjena modela točke pokrića za poslovno odlučivanje u proizvodnji maslina, Pomologia Croatica, Vol. 15 – 2009.
6. Karić, M.: Mikroekonomika, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2009.
7. Keller, G.: Dizajn/Design, Vjesnik, Zagreb, 1975.
8. Kotler, P., Upravljanje marketingom, 9. izdanje. Zagreb: Mate, 2001.
9. Lazibat, T.: Sustavi kvalitete i hrvatsko gospodarstvo ekonomski pregled, 2003,
10. Osmanagić, B.: Operativno planiranje, Školska knjiga, 2002.
11. Renko, N.: Marketing malih i srednjih poduzeća, Naklada Ljevak, Zagreb, 2010.
12. Rusan, I., *DNC upravljanje*. = Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2010.
13. Roco, S.: Upravljanje proizvodom, kreiranje marke i dizajn, Visoka poslovna škola Zagreb s pravom javnosti, Zagreb, 2015., <http://www.vpsz.hr/media/files/Rocco-S-PROIZVOD-I-DIZAJN-skripta.pdf>
14. Sikavica, P., Organizacija, Školska knjiga, Zagreb, 2011.
15. Šerić, N. : Razvoj I dizajn proizvoda I upravljanje markom, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet Split,
16. Škrtić, M.: Operativni menadžment, Sveučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011.

Ostali izvori

1. Peter M. Senge – Peta disciplina; (<http://www.unizd.hr/>), pristupljeno 08.02.2018.
2. Točka pokrića; (<http://plaviured.hr/>), pristupljeno 10.02.2018.
3. Model točke pokrića; (<http://www.rif.hr>), pristupljeno 10.02.2018.
4. Microsoft; (<https://support.office.com>), pristupljeno 10.02.2018.

5. Metode i tehnike; (<http://www.link-elearning.com>), pristupljeno 15.02.2018.
6. Upravljanje zalihama; (<https://www.scribd.com>), pristupljeno 15.02.2018.
7. Hrvatska znanstvena bibliografija; ; (<http://www.bib.irb.hr>), pristupljeno 15.02.2018.
8. Peta disciplina; (<http://www.hrsvijet.net>), pristupljeno 08.02.2018.
9. Hrvatski zavod za norme; (<http://www.hzn.hr>), pristupljeno 17.02.2018.

POPIS SLIKA

<i>Slika 1: Poduzeće kao sustav sastavljen od tri temeljne poslovne funkcije</i>	4
<i>Slika 2: Grafički prikaz točke pokrića</i>	18
<i>Slika 3: Glavni plan proizvodnje</i>	23
<i>Slika 4: Ganttov dijagram</i>	25
<i>Slika 5: Mrežni dijagram</i>	26
<i>Slika 6: 3D model kupaonske kade</i>	32
<i>Slika 7: Tehnički nacrt kupaonske kade</i>	33
<i>Slika 8: Model kade rađeno u slojevima</i>	35
<i>Slika 9: Obrada modela za kalup na 5-osnom CNC stroju</i>	37
<i>Slika 10: Primjer poliesterskog kalupa</i>	38
<i>Slika 11: Primjer aluminijskog kalupa</i>	39
<i>Slika 12: Vertikalna peć s 3 staze za zagrijavanje ploča</i>	41
<i>Slika 13: Stavljanje zagrijane ploče akrila na napravu za oblikovanje vakuumom</i>	42
<i>Slika 14: Polu automatski stroj za termo formiranje</i>	44
<i>Slika 15: Automatski stroj za termo formiranje</i>	45
<i>Slika 16: Kabina za automatsko nanošenje smjese za ojačanje</i>	47
<i>Slika 17: Primjer kartice proizvoda</i>	50
<i>Slika 18: Proizvodna sastavnica</i>	51
<i>Slika 19: Primjer radnog naloga za proizvodnju</i>	53
<i>Slika 20: Primjer izdatnice repromaterijala u proizvodnji</i>	56

POPIS TABLICA

<i>Tablica 1: Odgovornosti operativnog menadžera</i>	10
--	----

