Analiza modela upravljanja zalihama robe s ograničenim vijekom trajanja

Mihaljević, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:159333

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ana Mihaljević

ANALIZA MODELA UPRAVLJANJA ZALIHAMA ROBE S OGRANIČENIM VIJEKOM TRAJANJA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB,rujan, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA MODELA UPRAVLJANJA ZALIHAMA ROBE S OGRANIČENIM VIJEKOM TRAJANJA

ANALYSIS OF PERISHABLE ITEMS INVENTORY MANAGEMENT

Mentor: Dr. sc. Diana Božić

Student: Ana Mihaljević, 0135228332

ZAGREB, rujan, 2015.

Sažetak

U ovom završnom radu prikazani su modeli upravljanja zalihama robe s posebnim osvrtom na zalihe ograničenog vijeka trajanja. Nakon uvoda u kojem su navedeni problem, svrha i ciljevi rada, drugo poglavlje daje poseban osvrt na modele i metode u upravljanju zalihama dok su u trećem poglavlju prikazane specifičnosti kod upravljanja zalihama robe koja ima ograničen vijek trajanja. Za prikaz i analizu modela upravljanja zalihama robe ograničenog vijeka trajanja, u četvrtom poglavlju uzeti su realni podaci od tvrtke Konzum. Točnije, provedena je analiza naručivanja robe ograničenog vijeka trajanja (dobavljač Dukat) kojom su prikazani svi izazovi s kojima se susreću logističari pri upravljanju zalihama takve robe.

KLJUČNE RIJEČI: upravljanje zalihama, roba ograničenog vijeka trajanja, modeli upravljanja zalihama.

Summary

This final work presents a models of inventory management with special emphasis on perishable items. After an introduction in which are outlined the problem, the purpose and the objectives of the work, the second chapter gives an overview of the models and methods in inventory management while the third chapter presents some specific characteristics in the inventory management of perishable items. To view and analyze inventory management goods limited life model, in the fourth chapter are taken real data from the company Konzum. More precisely, an analysis of ordering perishable items (supplier Dukat) was conducted which showed the challenges faced by the logistics inventory management of such goods.

KEXWORDS: inventory managment, perishable goods, model of inventory management

SADRŽAJ:

1. UVOD 1
2. OPĆENITO O METODAMA UPRAVLJANJA ZALIHAMA 2
2.1. Metode upravljanja zalihama 2
2.1.1. Metoda planiranja potreba za materijalom 3
2.1.2. Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta 5
2.1.3. Planiranje resursa poslovnog sustava 7
2.1.4. Sustav proizvodnje "upravo na vrijeme" 10
2.2. Opći matematički modeli upravljanja zalihama 12
2.2.1. Matematički modeli upravljanja zalihama s poznatom potražnjom 13
2.2.2. Matematički model upravljanja zalihama sa slučajnom potražnjom 13
2.2.3. Modeli upravljanja zalihama s više različitih proizvoda 14
2.2.4. Modeli upravljanja zalihama bazirani na ostalim metodama i operacijskim istraživanjima 15
2.2.5.1. Modeli upravljanja zalihama s ograničenjima 15
2.2.5.2. Dinamički modeli upravljanja zalihama 17
2.2.6. Automatski model upravljanja zalihama 18
3. SPECIFIČNOSTI UPRAVLJANJA ZALIHAMA ROBE OGRANIČENOG VIJEKA TRAJANJA 21
3.1. Izazovi pri upravljanju zalihama robe ograničenog vijeka trajanja 21
3.2. Utjecaj TTI pokazatelja na upravljanje zalihama robe ograničenog vijeka trajanja . 22
3.2.1. TTI tehnologija tipa 1 25
3.2.2. TTI tehnologija tipa 2 27
3.2.3. Prednosti i nedostaci korištenja TTI tehnologija 28
4. ANALIZA MODELA UPRAVLJANJA ZALIHAMA ROBE OGRANIČENOG VIJEKA TRAJANJA- STUDIJA SLUČAJA 31
4.1. Upravljanje zalihama robe ograničenog vijeka trajanja tvrtke Konzum 31
4.2. Primjer upravljanja zalihama robe ograničenog vijeka trajanja 35
5. ZAKLJUČAK 39
Literatura 40

Popis kratica 41
Popis slika 42
Popis tablica 43
Popis grafikona 44

1. UVOD

Upravljanje zalihama predstavlja složen i kompleksan zadatak za svakog pojedinog logističara. Cilj je osigurati zalihe u pravoj količini na odgovarajućoj lokaciji u opskrbnom lancu u potrebnom trenutku, s tim da troškovi zaliha moraju biti što manji.

Dizajn, razvoj i implementacija računalnih sustava s ciljem nadzora zaliha proizvođača započeo je 1960-tih godina, čime su se značajno smanjile pogreške pri upravljanju zalihama nastale ručnim unošenjem i sortiranjem, administrativnim i ostalim problemima ručnog unosa podataka. Pojavom prvih metoda upravljanja zalihama došlo je do značajnog smanjenja kako troškova tako i vremena. Jedna od glavnih pretpostavki uspješnog sustava upravljanja zalihama je imati zalihu određene robe u cilju zadovoljenja buduće potražnje. Takvu zalihu je relativno jednostavno planirati za proizvode s neograničenim vijekom trajanja, no s druge strane oni proizvodi koji imaju ograničen vijek trajanja i samim tim posebne uvjete skladištenja i čuvanja, zahtijevaju detaljniju analizu i pomnije planiranje upravljanja zalihama. U prvom poglavlju ovoga rada prikazane su pojedine metode planiranja upravljanja zalihama koje se koriste u posljednjih tri desetljeća kao i najzastupljeniji matematički modeli. Drugo poglavlje rada prikazuje izazove pri upravljanju zalihama robe ograničenog vijeka trajanja te opisuje korištenje TTI tehnologija. Nakon teorijske obrade upravljanja zalihama robe organičenog vijeka trajanja u trećem poglavlju,u četvrtom poglavlju prikazano je upravljanje zalihama robe ograničenog vijeka trajanja tvrtke Konzum na primjeru njihove suradnje s dobavljačem Dukat s kojim dotična tvrtka posluje na dnevnoj bazi i ostvaruju visoki godišnji promet.

2. OPĆENITO O METODAMA UPRAVLJANJA ZALIHAMA

Pojam zalihe označava više tipova dobara koji su uskladišteni u svrhu zadovoljenja budućih potreba potrošača i kako bi omogućile normalan tijek poslovanja.

Postoji mnogo razloga držanja zaliha, među kojima su osnovni[1]:

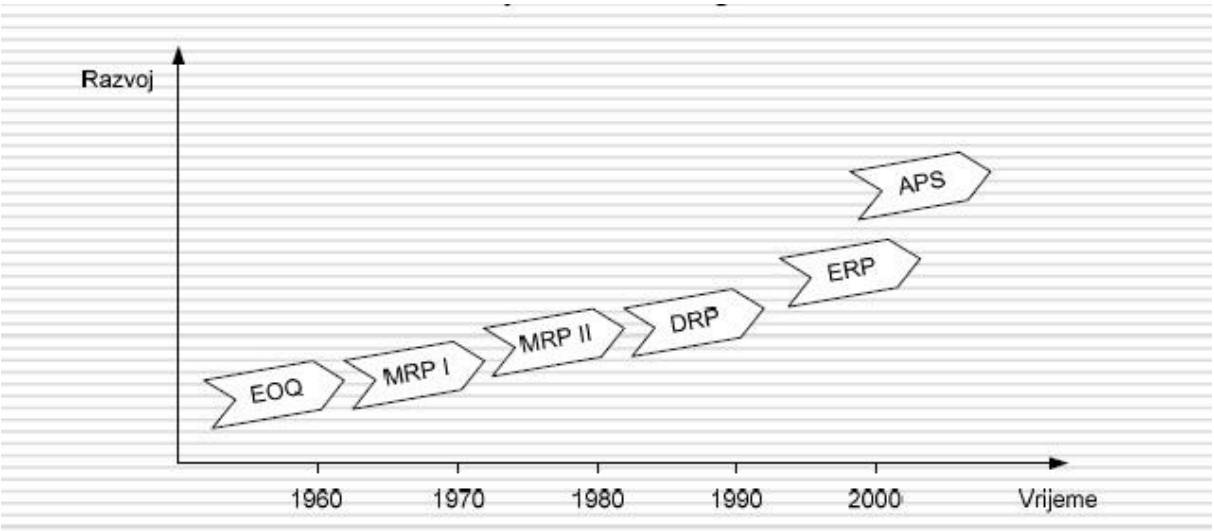
1. Realizacije narudžbe za približno konstantnu potražnju
2. Prirodi potražnje između dvije narudžbe
3. Predviđene tržišne promjene, kao posljedica sezonskih oscilacija potražnje kao i predviđenoga povećanja cijene

U načelu, može se zaključiti kako je cilj svake tvrtke stjecanje profita što se postiže zadovoljnim kupcima, a kupac će biti zadovoljen ako dobije proizvod kakav želi u trenutku kada to želi. Kako bi drugi uvjet bio zadovoljen, organizacija mora imati pripremljene proizvode za kupca. Nijedna organizacija ne može imati neograničen broj zaliha. Prevelike zalihe generiraju velike troškove i gubitak profita, dok s druge strane preniska razina zaliha može dovesti do gubitka kupca.

2.1. Metode upravljanja zalihama

Mnoge se tvrtke susreću s problemima koji otežavaju pronalaženje optimalne politike upravljanja zaliha: nepredvidljivošću potražnje, dugim vremenom isporuke, nepouzdanim procesom dobave, velikim brojem artikala, kratkim vremenom potražnje za određenim proizvodom. Prvi razvijeni sustavi upravljanja zalihama su uglavnom bili pisani u programskim jezicima Cobol i Fortran i bili su dio informatičkog sektora tvrtke i samim tim su bili nekompatibilni[2]. Pregled razvoja sustava za upravljanje zalihama dan je na slici 1, a u nastavku su objašnjeni neki od njih.

[1] Vidačić S. : A trading company's inentory management model, University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics, Varaždin, Croatia, str.37
[2] Žic S.: Optimizacija upravljanja zalihama dobavljačkih lanaca, doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, 2014., str.24



Slika 1. Razvoj sustava logističkog planiranja [2]

2.1.1. Metoda planiranja potreba za materijalom

Metoda planiranja potreba za materijalom (eng. *Material requirements planning* – MRP) se počela koristiti 1970-ih godina na osnovi rada dr. Josepha A. Orlickya, američkog inženjera zaposlenog u IBM-u[3]. To je ustvari vremenski pomaknut računalni sustav koji je zadužen za planiranje i nadzor proizvodnje i zaliha u tvrtkama, te obuhvaća aktivnosti od naručivanja materijala do isporuke gotovih proizvoda.

MRP metoda planiranja određuje vrstu, količinu i termin kad su sirovine potrebne kako bi se proizvodnja mogla nesmetano odvijati. Način na koji se određuje potrebna količina je sljedeća: ukupna količina sirovina i poluproizvoda potrebnih za proizvodnju s određenim terminom isporuke se uspoređuje s dostupnim količinama na zalihama i količinama u dolasku te se određuje termin početka proizvodnje. Nužno je da sve potrebne sirovine i poluproizvodi trebaju biti dostupni u tom terminu te se ovaj postupak ponavlja za svaku isporuku za svaki proizvod.

Za rad ovog sustava nužni su sljedeći elementi[4]:

[3] Ibid, str. 24
[4] Ibid, str.24

- glavni plan proizvodnje (eng. *Master production schedule* – MPS): utvrđuje se temeljem narudžbi uvećanih za planirane buduće potrebe i u pravilu se planira u vremenskim intervalima od jednog tjedna.
- sastavnica (eng. *Bill of material* – BOM): popratni dokument uz nacrt i predstavlja osnovni oblik prikazivanja strukture proizvoda i dijelova. Svrha ovog dokumenta je određivanje svih sastavnih jedinica koje čine jedan proizvod na način da se struktura definira pripadnošću pojedinog entiteta nižeg stupnja složenosti nadređenom sklopu sve do finalnog proizvoda. Sastavnice se mogu koristiti kako bi se odredila ukupna potreba za određenim konstrukcijskim jedinicama zadane količine gotovih proizvoda. Nakon određivanja ukupnih količina i tipova potrebnih proizvoda mogu se odrediti sigurnosne zalihe.
- status zaliha (eng. *Iventory status file* – ISF): objedinjava podatke od dostupnim zalihama svakog pojedinog proizvoda. Uobičajeno, dokumenti statusa zaliha posjeduju i zapise od uobičajenom vremenu dobave pojedinog proizvoda računajući od vremena naručivanja do zaprimanja na skladište.

Središnji dio MRP sustava je računalni program koji se kontinuirano izvršava te se sve izmjene vezane za proizvode pohranjuju, a ukoliko dođe do značajnijih odstupanja, vrše se i prilagodbe planova. Planiranje kod MRP sustava temelji se na neograničenim proizvodnim kapacitetima. Za određene poslovne procese ovakav pristup može biti prihvatljiv, ali za proizvodnju, uglavnom nije zadovoljavajuće točan te se javlja nemogućnost poštivanja ugovorenih rokova isporuke. MRP sustavi se koriste u tvrtkama svih veličina, a najzastupljeniji su kod onih tvrtki čiji proizvodi su u ranim fazama životnog vijeka proizvoda. Tipična struktura MRP sustava je prikazana na slici 2.



Slika 2. Prikaz sastavnih dijelova MRP sustava [5]

2.1.2. Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta

Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta (eng. *Manufacturing Resources Planning* – MRP II) nasljednica je MRP metode na temelju koje je i razvijena. Ona, za razliku od prve metode, koja se samo bavila planiranjem materijalnih potreba, uvodi u postupak planiranja i ostale cjeline poslovnog sustava poput financija, razvoja proizvoda i nabave. Cilj ovakvog proširivanja je odrediti potrebne kapacitete proizvodnje, kontrolirati tijek proizvodnje i odrediti potrebe za nesmetanu proizvodnju. MRP II metoda utječe na procese planiranje proizvodnje i samim tim i na upravljanje zalihama, kontrolu kvalitete, računovodstvo i financije te ljudske resurse[5]. Organizacija ove metode i tijek informacija unutar nje prikazani su na slici 3.

[5] Ibid, str.25



Slika 3. Prikaz MRP II sustava i protoka informacija kroz njega [5]

Objedinjavanje poslovnih funkcija koje su preostale omogućava točnije planiranje i bolju usredotočenost proizvođača na poslovne ciljeve. Ovi sustavi često imaju ugrađene simulacijske modele što omogućava korisnicima provođenje analiza i ispitivanje različitih scenarija kako bi se odredili optimalni planovi. MRP II sustav mogu simulirati ishode odluka na poslovni sustav kao cjelinu, ali i na pojedine poslovne funkcije unutar poslovnog sustava. Izlazni podaci ove metode koriste se u financijskim, operativnim, proizvodnim i drugim izvještajima.

Najveća prednost ove metode u odnosu na njenu prethodnicu je u mogućnosti određivanja zauzetosti kapaciteta proizvodnje. Prilikom rada sustava često dolazi do uskih grla zbog kašnjenja ugovorenih planova ili povećanih troškova. U tom slučaju MRP II sustav planiranja utvrdi preopterećenje proizvodnih kapaciteta tijekom realizacije plana proizvodnje, te samim time planer može na vrijeme izvršiti reorganizaciju poslovanja. To naravno nije njegova jedina prednost. Uz mogućnost točnog planiranja potreba za radnom snagom, s točno definiranim proizvodnim sustavom uz poznavanje plana proizvodnje, sustav vrši ne samo broj potrebnih djelatnika po danima već može određivati i traženu stručnu spremu i potrebne vještine zaposlenika u budućem razdoblju. To značajno olakšava i povećava sigurnost u

proces zapošljavanja i planiranja budućih potreba za zaposlenicima, što točno planiranje potreba za radnom snagom svrstava u najvažnije prednosti ovog sustava.

Budući da se s vremenom povećao broj konkurenata na tržištu, korištenje MRP II sustava dobilo je poseban značaj. Kako ova metoda zagovara točno planiranje kapaciteta proizvodnje, klijentima se može potvrditi prije same isporuke robe kako će ona biti proizvedena i isporučena na vrijeme, a u slučaju nekog zastoja tijekom operacije, sustav može obavijestiti planera o novonastaloj situaciji, te bi se, ukoliko isporuka ne može biti obavljena unutar dogovorenih termina, obavještavalo kupce o pomaku isporuke. Time se značajno povećava zadovoljstvo kupca ali i sama prihvaćenost MRP II sustava. Za razliku od MRP sustava planiranja, kod MRP II su računala međusobno povezana te se informacije iz integriranih poslovnih funkcija tvrtke slažu u jedna cjeloviti plan optimizirajući način izvođenja aktivnosti i povećavajući sigurnost realizacije plana[6].

MRP II sustav planiranja razvijen je s ciljem da uvede red i osigura provođenje proizvodnje u složene proizvodne sustave. No, kako je razvijen na principu MRP sustava znači kako koristi zastarjele metode i dalje, a jedina razlika u odnosu na proizvodnju prije jest činjenica kako se sada može relativno lako otkriti koje su to neučinkovite metode proizvodnje te se lako može utjecati na njih. Dakle, MRP II omogućavaju donošenje taktičkih, ali ne i strateških odluka, s tim kako neće osiguravati značajno smanjenje proizvodnih cijena ali mogu povećavati koeficijent obrtaja zaliha.

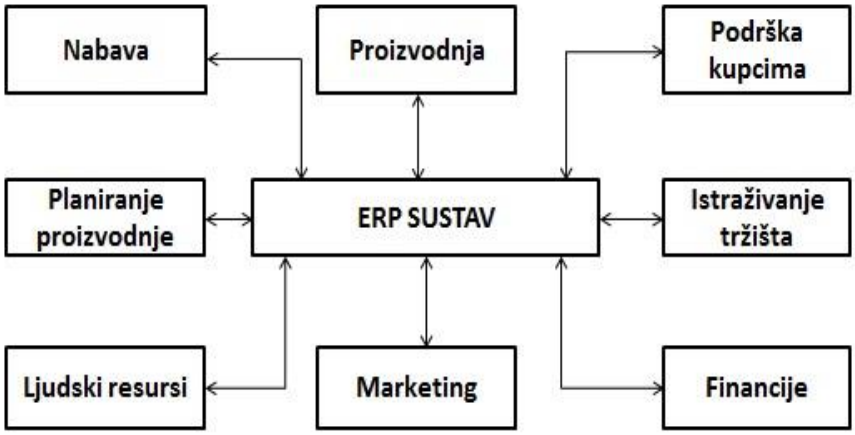
2.1.3. Planiranje resursa poslovnog sustava

Planiranje resursa poslovnog sustava (eng. Enterprise resource planning- ERP) je izraz uveden od strane Gartner Group of Stamford[7], Connecticut, SAD. Ovaj sustav podrazumijeva računalni sustav koji povezuje sve poslovne aktivnosti i procese unutar cijelog poslovnog sustava te su u njega ugrađena brojna rješenja koja se u poslovnim sustavima bez uvedenog ERP sustava mogu primjenjivati odvojeno poput programskih paketa za projektni menadžment, upravljanje dobavljačima i kupcima, upravljanje podacima o proizvodima itd[8].

[6] Ibid, str 26
[7] Gartner Group je vodeća svjetska savjetodavna tvrtka koja se bavi istraživanjima koristeći se pritom različitim informacijskim tehnologijama.
[8] Žic S.: Optimizacija upravljanja zalihama dobavljačkih lanaca, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, 2014., str.27.

Cilj ERP sustava je osiguranje pravovremenih informacija o dobavi, proizvodnji, troškovima i isporukama proizvoda, a pružaju podršku kupcu, proizvodnji, smanjenju troškova, kontroli zaliha itd. te ujedno koordiniraju planove i termine procesa poslovnog sustava kako bi se na vrijeme mogli rasporediti resursi materijala odnosno sirovina, zaposlenika, proizvodnih kapaciteta, financija itd. Postoje i takozvani ERP sustavi više razine koji posjeduju module za unaprjeđenje dizajna proizvoda što omogućuje unaprjeđenje i razvoj proizvoda uz istovremenu izmjenu postojećih sastavnica, a sve to prije pokretanja proizvodnje unaprijeđenog proizvoda[9].

Osnovni koncept ERP sustava planiranja je centralna pohrana podataka nužnih za donošenje odluka u upravljanjem poslovnim sustavom u realnom vremenu. Razvijeni ERP sustavi uobičajeno posjeduju 30 i više modula za pohranu, povezivanje u analizu podataka, a najčešće korišteni su vidljivi na slici 4.



Slika 4. Prikaz modela ERP sustava, [5]

Prvenstveno je namjena ovih sustava bila povezivanje poslova prodaje i predviđanja prodaje s proizvodnjom, no s vremenom se ta tehnologija razvijala te su ugrađeni brojni drugi moduli poput logistike i moduli za povezivanje poslovnog sustava u dobavljački lanac. Zahvaljujući mogućnosti povezivanja i trenutačne razmjene podataka preko interneta, ovi

[9] Ibid, str.28

sustavi omogućavaju tvrtkama automatizaciju i integraciju većine poslovnih procesa, razmjenjivanje podataka i postupaka rada unutar cijelog poslovnog sustava čime se omogućava trenutni pristup informacijama. Proizvodnja se tada provodi kontinuirano, počevši od dizajna proizvoda, preko nabave potrebnih sirovina za proizvodnju, same proizvodnje i upravljanja zalihama, sve do distribucije i servisiranja na terenu.

Među mnogobrojne prednosti ERP sustava spadaju[10]:

- Brži obrtaj proizvodne imovine: uz pomoć ERP sustava, procesi kao što su planiranje proizvodnje i nabava su automatizirani pa se smanjuju troškovi zaliha do 40%.
- Povećanje zadovoljstva kupaca: pružajući pravodobne informacije ERP sustavi omogućuju povećanje ispunjenja narudžbi što rezultira zadovoljstvom kupaca i njihovim zadržavanjem.
- Veća preciznost zaliha: automatizirani nadzor i kontrola zaliha zamjenjuje fizičko prebrojavanje u proizvodnim sredinama. ERP sustavi omogućavaju točnost zaliha veću od 98% uz minimalne potrebe fizičkog nadzora.
- Vremenske uštede: ERP sustav može skratiti vrijeme proizvodnje grupiranjem sličnih poslova i osiguranjem koordinacije ljudi, alata i strojeva. Planiranjem maksimalne raspoloživosti opreme i učinkovitog održavanja strojeva i zastoji uzrokovani kvarovima što utječe na povećanje prihoda bez dodatnih troškova.
- Povećana kvaliteta proizvoda: ERP sustav s kvalitetno integriranim proizvodnim modulom povećava učinkovitost proizvodnje te ujedno smanjuje škart i dorade.
- Pravovremena naplata: ERP sustav može automatski ispisivati listu dospjelih dugovanja i obavijestiti kupce da im se do podmirenja dugovanja blokira isporuka proizvoda.

Jednako važne prednosti ERP sustava su poboljšanje i standardizacija poslovnih procesa, pristup informacijama u stvarnom vremenu, povećanje fleksibilnosti, smanjenje troškova održavanja jer su razni samostalni sustavi zamijenjeni jednim ERP sustavom, optimizacija dobavljačkog lanca, povećanje prodaje i dobiti, razvoj poslovanja, smanjenje vremena od narudžbe do isporuke, smanjenje operativnih troškova, povećanje konkurentnosti proizvoda te povećanje kontrole proizvodnje.

[10] Ibid, str.29

Kod ERP sustava planiranja, odgovornost svakog pojedinca je znatno veća nego u sustavima bez velikih međuzavisnosti i integriranosti. Pogreške jednog zaposlenika kod unosa podataka u sustav očitavaju se i mogu utjecati na odluke u bilo kojem drugom modulu sustava. Pored tog nedostatka, ovi sustavi planiranja su vrlo skupi i zahtijevaju dug proces uvođenja i prilagođavanja zaposlenika, ali ukoliko su uspješno uvedeni omogućavaju ubrzavanje poslovnih procesa, smanjuju pojavu uskih grla i preklapanja poslova te u konačnici osiguravaju značajne uštede u vidu financijskih i ostalih resursa.

Visina potrebnih ulaganja u ove sustave postiže visoku razinu što najbolje pokazuje primjer tvrtke Ownes- Corning koja je investirala više od 100 milijuna USD kako i u roku od dvije godine uvela ERP sustav. Tvrtka Chevron je uložila isti iznos, a tvrtka Microsoft oko 25 milijuna USD uz period uvođenja od 10 mjeseci. Međutim, očekivane prednosti ERP sustava su velike pa je tako Microsoft njime zamijenio 33 različita financijska sustava u svojih 26 podružnica s očekivanim uštedama od 18 milijuna dolara godišnje, a Chevron očekuje ukupni povrat investicije temeljem ušteda ostvarenih putem ERP sustava u dvije godine[11].

2.1.4. Sustav proizvodnje "upravo na vrijeme"

Sustav proizvodnje "upravo na vrijeme" (eng. *Just in Time* – JIT) predstavlja značajan odmak od tradicionalnog načina proizvodnje s ciljem smanjenja svih oblika škarta nastalih u proizvodnji pri čemu dolazi do promjena u načinu korištenja zaliha. Ključni čimbenik ovog sustava je pouzdanost, počevši od dobavljača sirovina pa sve do kraja opskrbnog lanca, odnosno proizvođača[12]. Cjelovit sustav dakle obuhvaća proizvodnju sirovina i poluproizvoda kod dobavljača, njihove isporuke u promatrani sustav te detaljan plan proizvodnje u njemu. Svi dogovoreni termini se moraju poštovati, u suprotnom bi došlo do zastoja u proizvodnji, stoga nabava mora vrednovati i prihvatiti samo pouzdane dobavljače. Dobava sirovina se više ne vrši na ulazno skladište nego izravno u proizvodne pogone, stoga ne postoji potreba za ulaznim skladištem i kontrolom kod ugradnje. A kako bi isporuke sirovina bile cjelovite, odgovarajuće kvalitete u traženoj količini i dinamici, cijeli proces nadgledaju i vode nadzorni inženjeri. Ključnu ulogu ima i naručitelj, koji ukoliko ima neke otklonjive primjedbe, redovito i pravovremeno savjetuje i nadzire proizvodni proces odnosno njegovu prilagodbu s ciljem osiguravanja tražene kvalitete manjeg postotka škarta.

[11] Ibid, str. 27
[12] Ibid, str.29

Zaključno prethodnom, prvi i najvažniji korak je pronaći pouzdanog dobavljača. Nakon što je takav dobavljač certificiran kao dobavljač kvalitetnih proizvoda i s mogućnošću pravovremene dobave, tvrtka ugrađuje sustav obavještavanja koji ima ulogu informiranja dobavljača o količini i tipu proizvoda koje treba isporučiti. Sljedeći korak JIT sustava je skraćivanje pripremnih vremena proizvodnih kapaciteta. Nužne izmjene alata sustava ponekad predugo traju, stoga ovaj sustav nastoji proizvoditi u čim većim serijama kako bi se trošak po jedinici proizvodnje smanjio. Ovaj princip rezultira isporukama u dužim periodima jer se proizvodi više nego što je nužno, povećavaju se zalihe te se povećava količina škarta jer se zbog velike količine proizvoda u seriji greške otkrivaju kasnije. Ovaj sustav funkcionira na osnovnom principu koji se temelji, kao što je već navedeno na skraćivanju rokova izmjena i podešavanja proizvodnih kapaciteta kako bi se mogle proizvoditi manje serije s niskim troškovima po jedinici proizvoda. Taj postupak se najčešće vrši na način da se snima originalna izmjena ili podešavanje te tim osposobljenih inženjera pregledava snimke te na temelju nje predlaže unaprjeđenja. Uobičajeno se nakon određenog broja iteracija, vremena koja su inače trajala više sati skraćuju na minute.

Uz JIT sustav usko je vezan Kanban sustav koji se temelji na radu sa karticama koje se nazivaju kanban kartice. Kanban kartica predstavlja poziv stroja da mu prethodni stroj dostavi točno određenu količinu proizvoda kako bi mogao nastaviti s proizvodnjom. Ovaj način se zove povlačni odnosno „pull“ sustav jer se putem kanban kartica povlači potrebna količina proizvoda za nastavak proizvodnje na sljedećem proizvodnom kapacitetu. Ono što je ključno u ovom postupku je kako je ovim pristupom onemogućeno povećavanje i zadržavanje zaliha u proizvodnji jer se one stvaraju tek po narudžbi višeg po redoslijedu proizvodnog kapaciteta. Također se koristi i za naručivanje proizvoda za što se koriste barkod čitači i druge informatičke tehnologije. Od velike je važnosti da dobavljač potvrdi prijem i termin isporuke. Koristeći ovaj sustav, tvrtke mogu ostvariti značajna smanjenja u razini zaliha odnosno postići jako nultu razinu zalihe, što je osnovna odlika JIT sustava[13].

[13] Ibid, str.31.

2.2. Opći matematički modeli upravljanja zalihama

Upravljanje zalihama u opskrbnom lancu jedne tvrtke sastoji se od dva osnovna parametra: količina narudžbe (x) i vrijeme između dvije narudžbe (t)[14].

Volumen narudžbe (x) je količina dobara koji su naručeni od dobavljača koja ovisi o[15]:

- Trenutnoj količini robe na skladištu
- Uvjetima isporuke dobavljača
- Planiranoj prodaji s uključenim razdobljem čekanja na dobavljačevu isporuku

Odrediti vrijeme između dvije narudžbe nije veliki problem. Ako je ostvarena planirana prodaja, vremenski intervali između dvije narudžbe jednak je vremenu dobavljačeve isporuke. Ako se prodaja smanjila ili povećala, vrijeme između dvije narudžbe je kraće odnosno duže nego standardna vrijeme isporuke dobavljača. Stoga, optimalan model upravljanja zalihama mora omogućiti optimalnu količinu narudžbe i vrijeme između dvije narudžbe, koordinaciju zaliha, ponude i potražnje, zajedno s troškovima skladištenja i nedopustivih negativnih zaliha[16].

Matematički modeli upravljanja zalihama imaju veoma složen karakter i iz tog razloga su pojednostavljeni kako bi približno opisali određene zadatke upravljanja.

Optimalno upravljanje zalihama pomoću pojednostavljenih matematičkih modela sastoji se od sljedeća dva zadatka[17]:

1. Nužno je odrediti ukupnu potražnju u određenim vremenskim razdobljima u cilju zadovoljenja zahtjeva opskrbnog lanca.
2. Nužno je odrediti ukupnu potražnju i vrijeme potrebno kako bi se zadovoljili zahtjevi opskrbnog lanca.

Količina nužnih zaliha mora biti predviđena, a ta predviđanja mogu biti utemeljena na podacima iz prošlosti ili podacima iz narudžbi, na analizi troškova i slično, ili na kombinaciji svih ovih parametara.

[14] Vidačić S. : A trading company's inventory management model, University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics, Varaždin, Croatia, str.38.
[15] Ibid, str.38
[16] Ibid. Str.39
[17] Ibid, str.39

2.2.1. Matematički modeli upravljanja zalihama s poznatom potražnjom

Definicija matematičkih modela upravljanja zalihama sa konstantnom potražnjom počinje sa sljedećim poznatim podacima[18]:

A –volumen potražnje za proizvode u određenom vremenskom intervalu (T)

C^1 -troškovi skladištenja po jedinici proizvoda i po jedinici vremena su poznati i proporcionalni količini robe u skladištu

C^2 -troškovi neuspješnog zadovoljenja potražnje, ako je takav neuspjeh dozvoljen

C –troškovi jedne narudžbe

Rješenje za probleme upravljanja zalihama, u ovom slučaju se uglavnom sastoji od postupka pronalaženja veličina za sljedeće[19]:

F(x) - ciljana funkcija $F(x)= \frac{TC^1}{2} x + \frac{CA}{x}$

x* -optimalna veličina narudžbe $x^* = \sqrt{2\frac{AC}{TC^1}}$

t* -optimalno vrijeme između dvije narudžbe $t^* = \frac{T}{A}\sqrt{2\frac{AC}{TC^1}}$

F(x*) –količina ukupnih troškova kada je primijenjena optimalna politika upravljanja zalihama $F(x^*) = \sqrt{2ATC^1}$.

2.2.2. Matematički model upravljanja zalihama sa slučajnom potražnjom

Potražnja u opskrbnom lancu može biti različitih veličina i određena je sa vjerojatnošću p(x). Ako je potražnja (x) manja od razine zaliha (y), onda su troškovi opskrbe (C_1) po jedinici proizvoda. Ako je (x) veći od razine zaliha (y), nedostatak proizvoda stvara troškove interventne kupnje (C_2) po jedinici proizvoda[20].

[18] Ibid, str.40.
[19] Ibid, str.40
[20] Ibid, str.42

Troškovi skladištenja su mali u odnosu na (C_1) i (C_2), vremensko razdoblje može biti zanemareno i proces upravljanja može biti okarakteriziran kao neovisan o vremenu[21].

Ukupni troškovi prema tome iznose[22]:

$$f(y) = C_1 + \sum_{X=0}^{y} (y - x)p(x) \; + \; C_2 + \sum_{x=y+1}^{\infty} (y - x)p(x)$$

Minimum F(y*) teži vrijednosti (y*) dok je zadovoljen sljedeći uvjet[23]:

$$\sum_{x=o}^{y*=1} p(x) < \frac{C_2}{C_1 + C_2} < \sum_{x=0}^{y*} p(x)$$

2.2.3. Modeli upravljanja zalihama s više različitih proizvoda

Jedan od problema upravljanja zalihama je pronaći optimalnu razinu zaliha za više različitih proizvoda koji se zajedno drže na skladištu.

Općenito se može reći kako u opskrbnom lancu postoji više različitih n proizvoda i kako je njihova potražnja u pojedinim periodima poznata, te nazvana A_1, A_2,..., Aj,...,An po proizvodu.

Tako se mogu za takve proizvode definirat tri vrste troškova[24]:

C_oj -direktni troškovi proizvodnje-prodaje po jedinici proizvoda (j)

C_1j -troškovi pripreme i organizacije proizvodnje-prodaje za serije proizvoda

C_2j -troškovi skladištenja po jedinici uskladištenog proizvoda (j), koji se iskazuju kao postotak (pj) vrijednosti robe u skladištu.

[21] Ibid, str.42
[22] Ibid.str.42
[23] Ibid, str.42
[24] Ibid, str.42

Nužno je odrediti optimalnu količinu zalihe, za određeni period, a da pritom troškovi budu što manji.

Optimalna količina zaliha za određeni period dana je izrazom[25]:

$$xj^* = \sqrt{\frac{2C_1jAj}{PjC_oj}}$$

Minimalni troškovi određeni su izrazom[26]:

$$(min)F(x) = F(x*) = \sum_{j=1}^{n}(C_ojAj + \frac{C_1j}{xj*}Aj + \frac{pj}{2} + (C_ojxj* + C_1j)$$

2.2.4. Modeli upravljanja zalihama bazirani na ostalim metodama i operacijskim istraživanjima

Za rješavanje složenih problema u upravljanju zalihama koriste se i kombinacije raznih metoda i istraživanja kao što su linearno programiranje, dinamičko programiranje i druge slične metode. Njihova primjena je značajna u poljima proizvodnje, distribucije i potrošnje materijalnih dobara.

Složenost problema koji se pojavljuju pri upravljanju zalihama najčešće se može prikazati na dva načina[27]:

1. Prisustvo određenih ograničenja u sustavu opskrbe
2. Dinamički karakter sustava opskrbe sa značajnim utjecajem troškova održavanja zaliha na ukupne troškove sustava.

2.2.5.1. Modeli upravljanja zalihama s ograničenjima

Prilikom rješavanja problema optimalnog upravljanja zalihama, često može doći do problema da optimalna veličina narudžbe ne može biti realizirana zbog ograničenja nekih od resursa kao što je npr. nedostatak skladišnog prostora. Zato postoje određeni matematički modeli koji se bave tim problemom.

[25] Ibid, str.42
[26] Ibid, str.42
[27] Ibid, str.43

Uvjeti pod kojima neka tvrtka prodaje svoje proizvode mogu biti definirani kao sljedeće veličine[28]:

B - ograničeni skladišni kapacitet

A - početna razina zaliha u skladištu

Xj - količina robe koju treba kupiti u razdoblju (j), gdje je j=1,2,...,n

Yj - količina robe koju treba prodati u razdoblju (j)

Pj -prodajna cijena po jedinici proizvoda u razdoblju (j)

Cj -troškovi skladištenja po jedinici proizvoda.

Dobit tvrtke u planiranom razdoblju je definirana sljedećim izrazom[29]:

$$D = \sum_{j=1}^{n} pjyj - \sum_{j=1}^{n} cjxj$$

Ograničenja koja se odnose na prodaju robe prikazana su sljedećim nejednakostima[30]:

$$\sum_{j=1}^{i-1} xj + \sum_{j=1}^{i} yj \leq A$$

$$\sum_{j=1}^{i} xj - \sum_{j=1}^{i} yj \leq B - A$$

Gdje je: xj >=0 i yj >=0, za i=1,2,...,n

J=1,2,...,n

Ovaj prikazani model je statički linearni model upravljanja zalihama za svaki tip robe. Rješenje problema za svaki interval u planiranom razdoblju daje optimalnu količinu robe koja treba biti prodana u tom razdoblju kako bi se ostvario maksimalni profit.

[28] Ibid, str.43
[29] Ibid, str.44
[30] Ibid, str.44

2.2.5.2. Dinamički modeli upravljanja zalihama

Dinamička struktura problema upravljanja zalihama i njegova vremenska struktura su najčešći elementi koji trebaju biti uzeti u obzir pri formiranju matematičkog modela. Općenito, konkretni problem dinamike zaliha je ispitan u ograničenom planiranom periodu koji je podijeljen u intervale, a kako bi mogli prikazati funkcioniranje lanca opskrbe i upravljanja zalihama u intervalima moraju biti uvedeni sljedeći parametri[31]:

- Razina zalihe na početku i na kraju intervala
- Količina i promjene u potražnji u tim intervalima
- Priroda i veličina troškova u intervalima
- Mogućnost proizvodnje ili prodaje proizvoda i uvjeti skladištenja u intervalima

Uzima se za primjer tvrtku koja želi odrediti plan proizvodnje za proizvod za određeno vrijeme u n intervala, gdje je količina potražnje unaprijed poznata za svaki period, tada će matematički model za optimalan plan proizvodnje sadržavati sljedeće varijable[32]:

xj – količina proizvodnje u intervalu

ui – razina zalihe na početku i na kraju intervala

bi – količina potražnje za proizvodom na početku intervala i.

Ciljana funkcija se može prikazati[33] :

$$(\min)F(x,y) = \sum_{i=1}^{n} Ci(xi, ui)$$

Varijable (xi) i (ui) moraju zadovoljiti sljedeća ograničenja[34]:

ui-1 + xi – ui = bi (i = 1,2,..., n) gdje je:

- u_o je data razina potražnje na početku planiranog razdoblja koja mora biti zadovoljena
- Un = 0, razine zalihe na kraju intervala mora biti nula
- Xi, Ui su brojevi.

[31] Ibid, str 45
[32] Ibid, str.45
[33] Ibid, str.45
[34] Ibid, str.45

2.2.6. Automatski model upravljanja zalihama

Kada se govori o automatskom modelu upravljanja zalihama robe ustvari se misli na automatsko generiranje izlaznih narudžbi za robu. Automatski model upravljanja zalihama ustvari predstavlja softver koji prema unesenim podacima sastavlja automatsku narudžbu na temelju prethodnih narudžbi i predviđanja potražnje.

Prema tome osnovni zahtjevi za automatsko generiranje narudžbi za robu su[35]:

1. Računovodstvena baza zaliha sa poslovnim informacijama i analizama prodaje koja mora sadržavati slijedeće podatke: šifru robe za prodaju, datum prodaje i količinu prodane robe.
2. Kriteriji za generiranje narudžbi koji moraju biti fleksibilni unutar zadanih tvrtkinih okvira i definirani u odgovarajućem registru, a pritom se misli na sve kriterije koji moraju biti pregledani i zadovoljeni da bi softver poslao narudžbu. Među njih spadaju dobavljačeva šifra, uvjeti dostave narudžbe, planirano razdoblje prodaje i čimbenik trenda rasta ili pada prodaje
3. Razrađen matematički model upravljanja zalihama.

Automatski model upravljanja zalihama u tvrtkama, kako bi ostvario konstantnu opskrbu i maksimalan profit mora osigurati sljedeće[36]:

1. Minimalno vrijeme potrebno za određivanje količine robe koja treba biti naručena
2. Automatsko generiranje dokumenta za narudžbu za dobavljača i grupu proizvoda.

Kako bi se bolje razumio princip rada automatskog upravljanja zalihama, u nastavku je prikazan pojednostavljeni model baziran na svim uvjetima koji se moraju ispuniti a navedeni su na prethodnoj stranici. Zadatak ovog modela je odrediti optimalnu količinu robe koja mora biti kupljena odnosno Xni = F (Xi, XRi), sa troškovima kupovine i skladištenja koji su konstantni i pritom pretpostavljajući jednog tipa robe od jednog dobavljača[37].

Model može biti opisan sa sljedećim izrazom[38]:

[35] Ibid, str.46
[36] Ibid, str.46
[37] Ibid, str. 46
[38] Ibid, str. 46

$$Xi = \frac{Xi * Ri * Fi}{Pi}$$

gdje:

XNi –optimalnu količinu robe koja mora biti kupljena

XRi –količinu robe dostupnu u zalihama u trenutku generiranja narudžbe

Xi -količinu robe koja se mora kupiti u isporuci

Ni -ukupni broj različitih vrsta robe

Ii -prodaja robe u prethodnom razdoblju planiranja

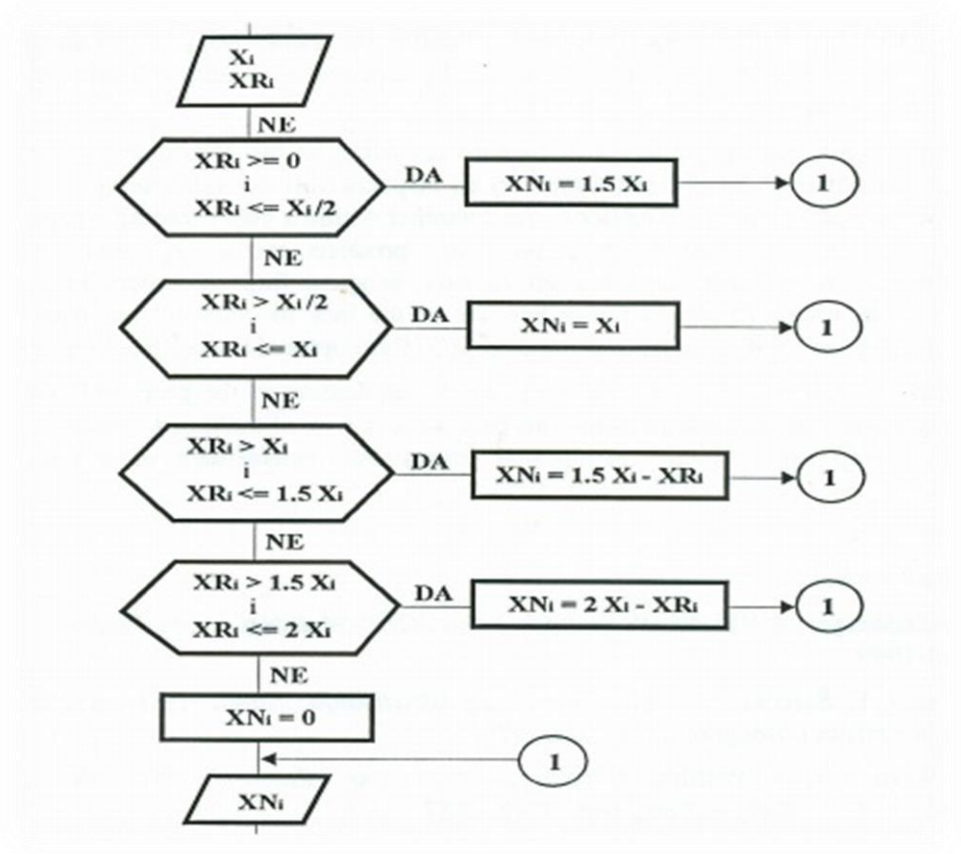
Ri -zajamčena isporuka od strane dobavljača u određenom roku

Fi -planirani koeficijent rasta prodaje u nadolazećem razdoblju

Pi -analiza prethodnog prodajnog razdoblja, počevši od dana narudžbe pa unazad (u danima).

Optimalna količina narudžbe određena je trenutnim stanjem zaliha i može biti prikazana algoritmom iz slike 5.

Bitno je naglasiti kako definirani uvjeti tvrtke mogu biti promijenjeni, prilagodljivo dobavljaču ili poslovnoj politici tvrtke. Prije nego narudžba stigne do dobavljača, potrebno je samo vizualno pregledati narudžbu koju je sustav automatski izbacio.



Slika 5. Jedan dio algoritma za određivanje stvarne količine koja mora biti kupljena, [4]

3. SPECIFIČNOSTI UPRAVLJANJA ZALIHAMA ROBE OGRANIČENOG VIJEKA TRAJANJA

Kako bi se poslovanje održalo pozitivnim u nestabilnim i promjenjivim tržišnim uvjetima nužno je raditi na upravljanju zalihama. Ključ održanja stabilnosti poslovanja je držati odgovarajuću količinu proizvoda na zalihi u cilju ispunjenja budućih zahtjeva korisnika i amortzaciji od sezonskih oscilacija u potražnji, čime se našla sredina između zadovoljenja potreba kupaca i ostvarivanja ekonomske dobiti. U trgovini je pretpostavka kako svaki proizvod u skladištu može biti pohranjen na neodređeno vrijeme u susret budućih potreba kupaca.

Međutim, što je sa onim proizvodnima koji imaju svoj rok trajanja? Mlijeko i mliječni proizvodi, lijekovi, voće, povrće, radioaktivne stvari i slično, spadaju u tu kategoriju i njihovi zahtjevi prilikom upravljanja zalihama su veći i složeniji. Obično se za takve proizvode određuje rok trajanja i prema njemu vrši se naručivanje i upravljanje zalihama takve robe. Stoga, glavni izazov, pri upravljanju zalihama, predstavlja ograničeni životni vijek proizvoda ali i utjecaj uvjeta iz okoline kao što je recimo temperatura ili svjetlost. Sukladno tim čimbenicima, proizvodi u pošiljci mogu doći različitih dobnih kategorija, te se prema tome moraju i prodavati. Utjecaj tih čimbenika teško je procijeniti ljudskim okom ili dodirom jer primjetne promjene na proizvodu se dešavaju uglavnom tek na kraju životnog vijeka proizvoda.

S druge strane danas postoje razne senzorne tehnologije koje omogućavaju brzu procjenu svojstava proizvoda kao što je pokazatelj vremena i temperature (*Time Temperature Integrators* – TTIs). Takvi uređaji omogućuju praćenje utjecaja čimbenika iz okoliša kao što je već navedena temperatura, te mogućnost brzog djelovanja u slučaju problema čime se automatski povećava mogućnost predviđanja točnog vijeka trajanja proizvoda. Naredna poglavlja bavit će se analizom upravljanja zaliha sa TTI tehnologijom i bez nje.

3.1. Izazovi pri upravljanju zalihama robe ograničenog vijeka trajanja

Ponajviše zbog ekonomskih dobitaka odnosno gubitaka, trgovačka industrija morala je posvetiti posebnu pozornost upravljanju zalihama robe ograničenog vijeka trajanja. Za 19% odnosno 31% robe u trgovačkoj i farmaceutskoj industriji koja više nije pogodna za prodaju

smatra se kako je istek roka trajanja glavni čimbenik koji je utjecao na to. Novčani gubitci su samim tim neminovni i izvještaji američkih istraživačkih agencija pokazuju gubitke od 30 milijardi dolara zbog pokvarljivosti robe[39]. Što se tiče Europe, istraživanja su pokazala značajne gubitke koji se mjere također milijardama dolara zbog robe koja nije prodana a istekao joj je rok trajanja. U jednom nordijskom maloprodajnom centru, dokazano je kako troškovi kvarenja pokvarljive robe iznose i do 10% ukupne prodaje[40]. Kako onda udovoljiti zahtjevima kupaca i postići s druge strane ekonomsku dobiti? Lako je sa robom neograničenim vijekom trajanja, no ova roba zahtijeva konstantno i složenije pregledavanje i održavanje u skladu s posebnim uvjetima koji su zadani na svakom posebnom proizvodu. Prva može podnijeti zahtjev prodaje u bilo koje vrijeme, te stoga politika upravljanja zalihama neograničenog vijeka trajanja nikako ne može biti primijenjena na robu ograničenog vijeka trajanja. Takva roba zahtijeva iskorištavanje zalihe po modelu „proizvod najkraćeg životnog vijeka mora prvi otići u prodaju“. Veliki utjecaj na politiku upravljanja zalihom ove robe ima sam kupac, koji ako primijeti na policama proizvod kojem uskoro istječe rok trajanja može i hoće zamijeniti taj proizvod za neki drugi, što dovodi do otpisa prvog proizvoda i gubitka zarade. U krajnjem slučaju, kupac će napustiti prodavaonicu i otići u drugu. Provedeno istraživanje je pokazalo kako u slučaju kupovine kruha odnosno njegova nedostataka u danom trenutku, 84% njih kupi drugi tip kruha, 10% ih ode u drugu prodavaonicu a 6 % ih se vrati naknadno[41]. To govori kako za kupce datum isteka roka predstavlja važan čimbenik pri odluci koji proizvod kupiti ili ne, ponajprije zbog zdravstvenih rizika koje takvi proizvodi mogu prouzročiti.

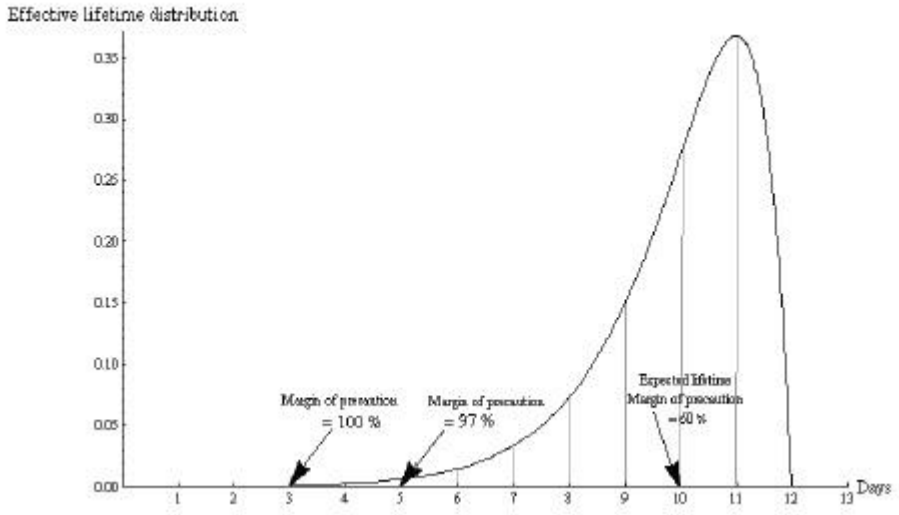
3.2. Utjecaj TTI pokazatelja na upravljanje zalihama robe ograničenog vijeka trajanja

Od svih čimbenika koji djeluju na svojstva pokvarljivih proizvoda, temperatura se smatra najvažnijim od njih. Prilikom rukovanja proizvodom, dolazi do prebacivanja proizvoda iz različitih temperaturnih zona (prilikom proizvodnje, distribucije ili transporta) što dovodi do promjene svježine proizvoda kojim se rukuje.

[39]Chaaben K.: Perishable items Inventory Management and the Use of Time Temperature Integrators Technology, Ecole Centrale Paris, 2010., str.7
[40] Ibid, str.7
[41] Ibid, str.7

Svježina proizvoda mora se održavati tijekom cijelog njegovog životnog vijeka. Jednom kad proizvod dosegne vrh svog životnog vijeka, smatra se neupotrebljivim i predstavlja gubitka za tvrtku ukoliko nije prodan i iskorišten na vrijeme. U praksi, životni vijek proizvoda se može skratiti ili produžiti pri čuvanju na odgovarajućoj temperaturi i praćenju razvoja mikroba koji nastaju pri ovim uvjetima. Vrijeme prije nego mikrobi dosegnu određenu razinu pri kojoj proizvod postaje neupotrebljiv, određuje životni vijek proizvoda. Poštivanje temperaturnih uvjeta za proizvode značajno može utjecati na životni vijek proizvoda, ali kao što je ranije navedeno u određenim slučajevima proizvod se drži iznad svoje temperaturne granice: prilikom prebacivanja proizvoda iz zamrzivača u hladnjaču, iz kamiona u zamrzivač trgovine ali i prilikom otvaranja škrinji u trgovini. Postoje točno određeni uvjeti i vremena tijekom kojih proizvod može biti izvan temperature koja mu je zadana i oni se strogo moraju poštivati. Uzimajući u obzir se to, proizvođači moraju biti veoma obazrivi prilikom određivanja životnog vijeka proizvoda i moraju uzeti u obzir sve navedeno. Kada se odredi vijek trajanja onda se na pakiraju piše datum isteka prema kojem se trgovine ravnaju.

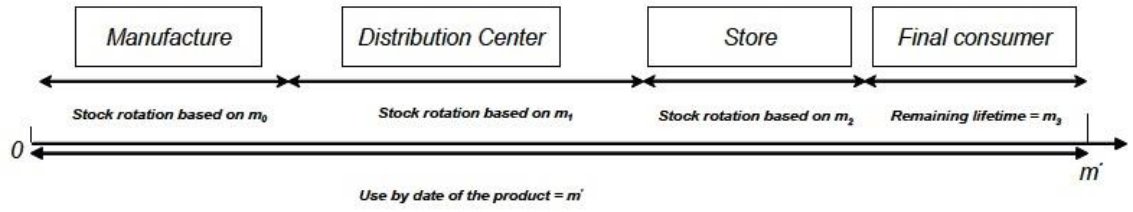
Sljedeći prikazani primjer pokazuje kako datum isteka utječe u praksi na proizvod, prikazujući pritom distribuciju učinkovitosti životnog vijeka svježeg proizvoda.



Slika 6. Primjer distribucije učinkovitog vijeka trajanja proizvoda, [1]

Kao što se vidi na slici 6, očekivani životni vijek proizvoda je 10 dana. Proizvođači mogu popraviti vijek prema formuli d+10 (gdje je d datum početka proizvodnje) kako bi prodali proizvode unutar životnog vijeka. Međutim, situacija nije tako kristalno čista, nego ovisi o uvjetima skladištenja i čuvanja proizvoda. Ako se proizvođači odnosno trgovci vode

krajnjim datum koji iznosi 10 dana u ovom slučaju, tada snose veliki rizik posjedovanja ali i prodaje proizvoda koji možda jest ili nije siguran za korištenje. Kako bi se riješio taj problem, proizvođači moraju pomicati sigurnosnu granicu, kao što je na slici prikazano. Ako je mjera opreza postavljena na 97%, onda, kao što je i vidljivo na slici, datum isteka proizvoda mora biti pet dana. Naravno, sukladno prethodnim tvrdnjama opet postoji rizik prodaje i korištenja proizvoda koji nije siguran. Zato proizvođači postavljaju granicu opreza na 100%, što u ovom slučaju iznosi tri dana. Sukladno tome, proizvođači, distributeri i trgovci moraju planirati svoje zalihe, pošto se konkretno u ovom slučaju, ali i u slučaju velike većine robe ograničenog vijeka trajanja radi o jako kratkom roku trajanja[42]. Slika 7 pokazuje opskrbni lanac između četiri sudionika: proizvođača, distribucijskog centra, trgovine i krajnjeg potrošača. Proizvod u tom lancu možemo promatrati kao kvarljivi po određenim vremenskim jedinicama koje označavamo sa m. Svaki sudionik može održavati proizvod do određenog praga koji se ovisno o sudioniku označava sa m0, m1, m2, m3. Kada proizvod kod bilo kojeg sudionika dosegne svoj prag treba biti uklonjen, s tim da su pragovi uključivanja unaprijed određeni ugovorom.



Slika 7. Podjela životnog vijeka proizvoda između sudionika opskrbnog lanca, [1]

Svrha uporabe datuma roka trajanja je osigurati sigurnost kupca, pružiti upute maloprodajnim trgovina kada proizvod skloniti iz prodaje i pružiti upute korisnicima do kada proizvod održava potrebnu svježinu a kada ga više nije sigurno koristiti. Ova metoda pojačava kvalitetu proizvoda, omogućava visoku razinu sigurnosti ali i zahtijeva konstantno kontroliranje temperature i odgovarajuću rotaciju proizvoda – Prvi unutra - Prvi vani (*First in - First out*) i odgovarajuće kućne uvjete skladištenja.

Shodno tome, svi sudionici opskrbnog lanca danas koriste razne tehnologije, od kojih se ističe TTIs, koji se dijeli na dva tipa: TTIs tipa 1 i TTIS tipa 2.

[42] Ibid, str.9

3.2.1. TTI tehnologija tipa 1

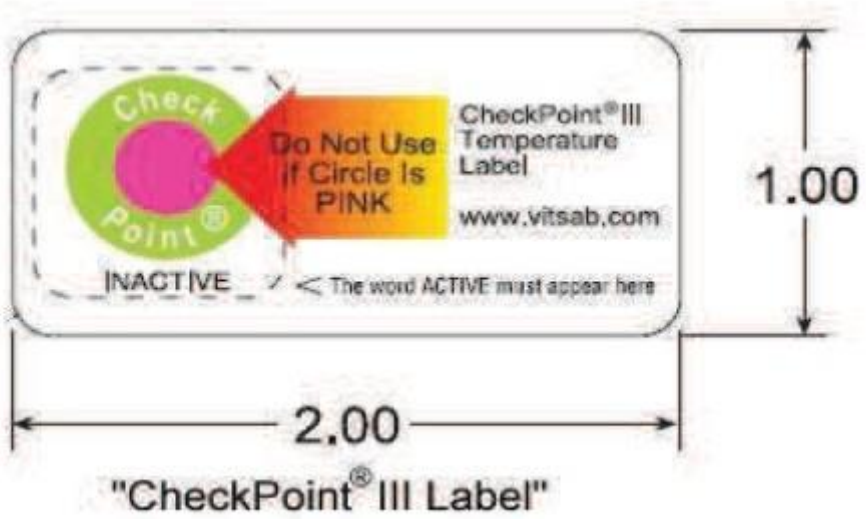
TTI tehnologija tipa 1 je senzor koji u realnom vremenu pokazuje biološku kvalitetu proizvoda i pruža binarne informacije o svježini koja se očitava preko promjene boje prije nego se postigne određena količina mikroba na proizvodu. Što se tiče njihovog dizajna i veličine, potpuno su fleksibilni i mogu se staviti na sami proizvod, kutiju ili paletu. Može se primijeniti na bilo kojem mjestu u lancu opskrbe, ali za cijeli opskrbni lanac a njezino djelovanje počinje čim se prikači na sami proizvod. Ova tehnologija se koristi uz pomoć datuma roka koji je označen na pakiranju, što je nužno i zbog zakonskih propisa ali i zbog sustava izdavanja proizvoda FIFO. Dakle, proizvodi se mijenjaju ili kad TTI promijeni boju ili kada istekne rok trajanja prije nego je senzor promijenio boju[43].

CheckPoint i *eO* uređaji, prikazani na slikama 8 i 9, izrađeni od strane Vitsaba i Cryologa predstavljaju primjere TTI tipa 1. Razvijeni su mnogi prototipi TTI-a a svi oni se temelji na enzimatskim promjenama (smanjenje PH vrijednosti preko kontrolirane enzimatske hidrolize na supstratima lipida, što dovodi do promjene boje na senzoru) i mikrobiološkim promjenama (zakiseljavanje TTI medija odabranim bakterijama mliječne kiseline što uzrokuje promjenu boje u indikatoru).



Slika 8. Primjer TTI tehnologije tipa 1- Vitslab, [1]

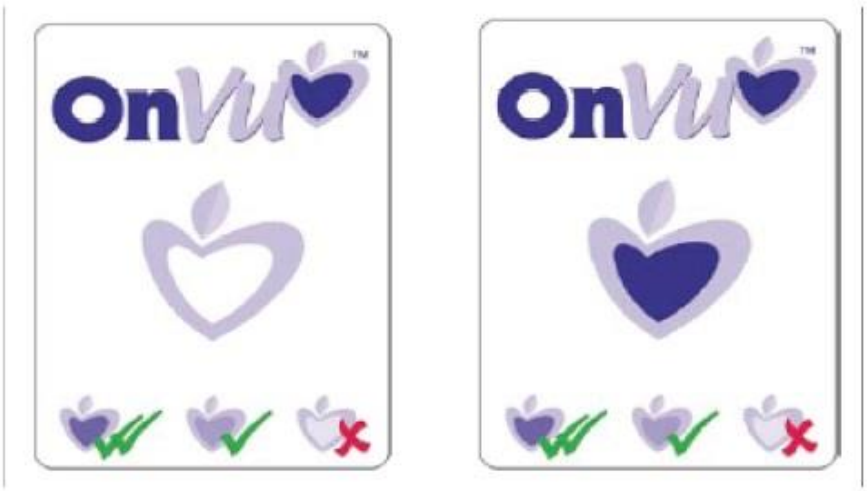
[43] Ibid, str.11



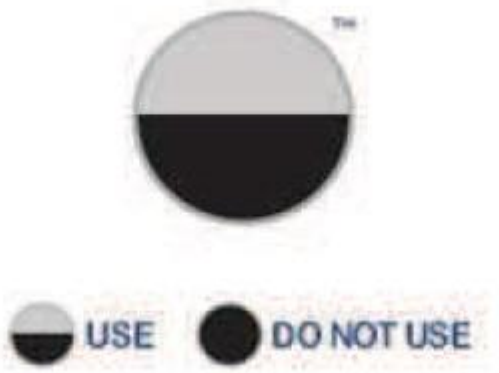
Slika 9. Primjer TTI tehnologije tipa 1- Cryolog, [1]

Ova tehnologija može biti parametrizirana na jednu razinu mikroba s visokom razinom točnosti, ali i na više razina.

Postoji još primjera TTI tehnologija tipa 1 među kojima se ističu oznake tvrtke *Ciba I Fresh Point* tvrtke koji su u mogućnosti promijeniti boju dva puta te time iskazati trajnost proizvoda. Na slici 10 prikazan je senzor koji boju mijenja dva puta, ali postoje još i indikatori čiji senzori vizualnim signalom ukazuju na potencijalni istek roka trajnosti, kao sto je prikazano na slici 11.



Slika 10. Primjer tehnologije tipa 1- Ciba, [1]



Slika 11. Primjer tehnologije tipa 1-FreshPoint, [1]

Sve u svemu, velike su prednosti ove tehnologije jer pruža kupcima odličan uvid u svježinu proizvoda, čak i mnogo bolje nego to datum isteka roka radi. No, ono što može biti zbunjujuće za kupce jest taj tip tehnologije koji je prikazan na slici 11 gdje bi prijelaz boje mogao nagnati kupce da kupuju samo najsvježije proizvode i tada bi u drugi plan pali oni još uvijek iskoristivi ali nešto stariji proizvodi.

Prema istraživanjima, „Fresh" etikete koriste se u europskim supermarketima, uključujući Monoprix u Francuskoj, Continente u Španjolskoj i Sainsbury u Velikoj Britaniji, a koristi ih i američka vojska pri kontroliranju gotovih jela[44].

3.2.2. TTI tehnologija tipa 2

TTI tehnologija tipa 2 koristi promjene u temperaturi koje bilježi i na temelju njih, a koristeći se mikrobiološkim modelom, određuje preostali životni vijek proizvoda. Koristi se *RFID- Radi Frequency Identification* odnosno Identifikacijom stanja putem radio frekvencije, a bitno je napomenuti kako se upotrebljava u značajno manjoj mjeri nego TTI tehnologija tipa 1. Ono što je još važno za uočiti je to kako ova tehnologija ne treba za uporabu datum isteka roka. Primjer je prikazan na slici 12.

[44] Ibid, str.14



Slika 12. Primjer TTI tehnologije tipa 2, [1]

3.2.3. Prednosti i nedostaci korištenja TTI tehnologija

TTI tehnologije imaju mnogobrojne prednosti koje su prepoznali proizvođači, ali i svi ostali članovi opskrbnog lanca. Među uobičajene prednosti ubrajaju se[45]:

- TTI uređaji mogu produžiti životni vijek proizvoda pomjerajući granicu sigurnosti koju su postavili proizvođači u namjeri da odrede datum isteka roka. Također proizvodi koji se pokvare prije datuma isteka mogu biti odmah uočeni sa TTI uređajima i uklonjeni iz inventara.
- TTI uređaji mogu smanjiti troškove povezane sa zastarjelom robom i otpisom robe. Uređaji TTI tipa 1, smanjuju granicu sigurnosti za proizvod, samim time se smanjuje i iznos otpisanih proizvoda i naravno posljedica je povećana količina proizvoda u skladištu ili za prodaju. Rezultat je povećana prodaja i povećan profit. Kao jedan od primjera navodi se već spomenuta francuska tvrtka Monoprix, koja koristi Fresh- Check pokazatelje za gotovo 200 njihovih proizvoda tijekom posljednjih 15 godina. Glavna motivacija za uvođenje TTI pokazatelja tipa 1 je dati Monoprix ogromnu prednost jer su ovi pokazatelji ugrađeni samo na Monoprixove proizvode koji se prodaju uz druge konkurentne proizvode i brandove. Koristeći se TTI pokazateljima tipa 2, uspostavlja se odnos FIFO, koji proizvode s najbližim datumom isteka stavlja

[45] Ibid, str.15

prve na prodaju, ali i treba obratiti pozornost da sukladno kraćem ili duljem roku trajanja, pošiljke s takvim proizvodima se šalju u bliže ili dalje trgovine.

- TTI pokazatelji mogu otkriti slabosti vezane uz zloupotrebu temperature u cijeloj distribucijskoj mreži tako da se na vrijeme mogu donijeti odluke koje mogu ispraviti nastale štete.
- Volumen i rotacija zaliha mogu biti poboljšani na osnovi promjena boje ili preostalog životnog vijeka radije nego na fiksnim informacijama roka trajanja.
- Mnogobrojne tvrtke poput Wal-Marta, Carrefour i Metra koriste digitalnu tehnologiju, uključujući RFID kako bi pratili svoje hladnjake i zamrzivače te time povećaju prodaju, smanjuju zalihe te postižu transparentnost u lancu opskrbe.
- TTI tehnologija tipa 2 nudi mogućnost stalnog praćenja temperature kao i brzu reakciju na određene probleme nastale u vezi s tim, prije nego što nastane nepovratno oštećenje proizvoda.
- Određene prijevozne tvrtke poput DHL također koriste RFID pri prijevozu voća i povrća ali i ostalih proizvoda ograničenog vijeka trajanja, te time ostvaruju veliku konkurentnu prednost nudeći svojim korisnicima sigurnost u proizvode.

Kako postoje prednosti, tako postoje i određeni nedostaci koji su navedeni u nastavku:

- Položaj senzora: površina pokazatelja (koji je pričvršćen na proizvod ili na paletu) za jednostavnu čitljivost znači da oni reagiraju na promjene u temperature u okolini proizvoda, koje su uobičajeno ekstremnije nego one na proizvodu. Veza između površinske temperature na proizvodu i temperature proizvoda varira od proizvoda do proizvoda. Dakle, nedostatak se očituje u prilagodbi rezultata pokazatelja i stvarnog stanja, što je teško postići.
- Troškovi implementacije: Za TTI tipa 1, trošak po jednoj jedinici proizvoda može biti značajan u odnosu na vrijednost tog proizvoda ako se radi o potrošačkim pakiranjima. Također, plaće radnika i troškovi obuke za korištenje ove tehnologije mogu biti glavni razlog njenog nekorištenja. Za TTI tipa 2, svi ukupni troškovi uključujući troškove čitača, prerade informacije, plaće radnika, te troškove obuke također mogu biti odlučujući faktor .
- Zakonska pravila: Postoji potencijalni sukob između TTI tehnologija i korištenja datuma isteka roka jer TTI nije službeno priznata kao zakonska

metoda praćenja kvalitete proizvoda. Štoviše u nekim zemljama, obavezno je korištenje datuma isteka roka.

- Točnost: Za većinu aplikacija ugrađenih u hladni lanac, točnost TTI pokazatelja od $\pm$ 0.5 ˚C ili bolje je očekivana. No potrebno je precizno podešavanje temperature prije stavljanja u uporabu jer svi proizvodi neispravno podešeni proizvodi neće ispravno raditi i imat će pogrešan datum isteka.

4. ANALIZA MODELA UPRAVLJANJA ZALIHAMA ROBE OGRANIČENOG VIJEKA TRAJANJA- STUDIJA SLUČAJA

U zadatku završnog rada navedeno je kako će se napraviti komparativna analiza modela upravljanja zaliha robe ograničenog vijeka trajanja za proizvoljno odabrane artikle u tvrtkama Konzum i Metro. Međutim, spletom okolnosti u periodu izrade ovog završnog rada tvrtka Metro nije bila u mogućnosti ustupiti svoje podatke za analizu pa je u narednim poglavljima obrađena studija slučaja upravljanja zalihama robe ograničenog vijeka trajanja tvrtke Konzum na primjeru dobavljača Dukat.

4.1. Upravljanje zalihama robe ograničenog vijeka trajanja tvrtke Konzum

Kako bi se što bolje razumjele modeli naručivanja robe ograničenog vijeka trajanja za realni primjer uzet je model naručivanja robe iz poznate hrvatske tvrtke Konzum.

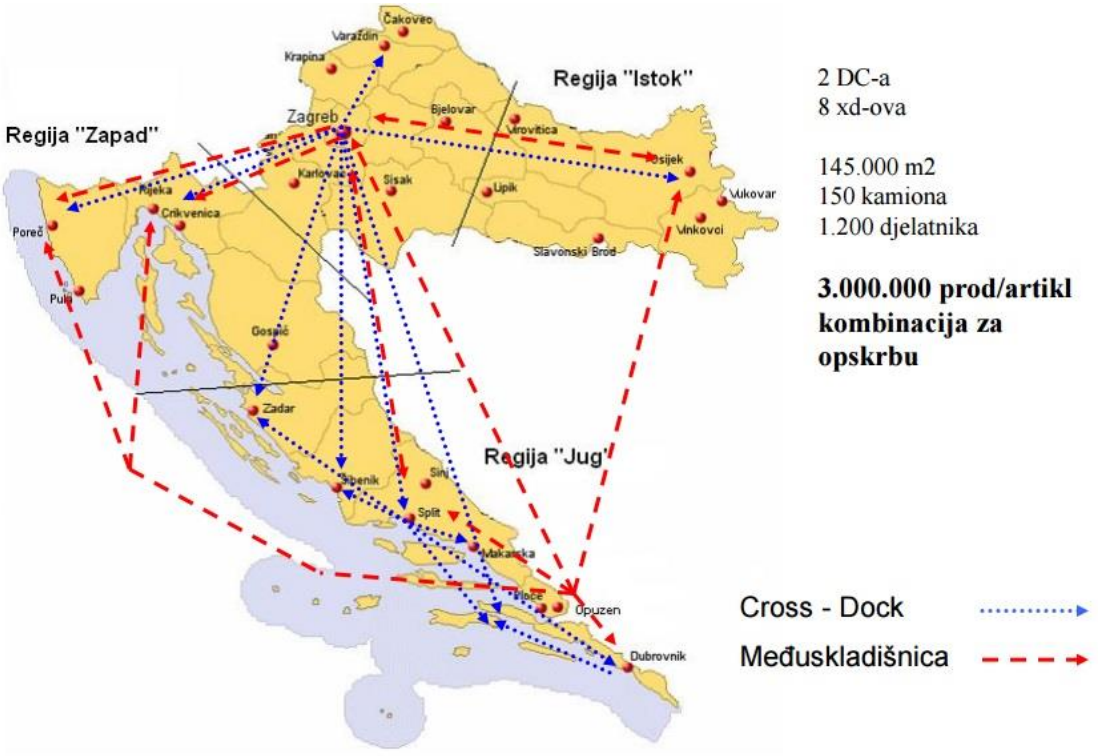
Konzum je vodeći trgovački lanac u Hrvatskoj sa 700 prodavaonica u kojima svakodnevno kupuje više od 650000 kupaca. Osim u Republici Hrvatskoj, Konzum se bavi prodajom i u Bosni i Hercegovini te Srbiji. Na području Republike Hrvatske postoje dva velika distribucijsko-logistička centra, a ostale njegove specifičnosti vide se iz slike 13.

Komponente lanca opskrbe u Konzume sastoje se od:

1. Infrastrukture
    - Distribucijska mreža
    - Logistička mreža
2. Procesi i tehnologija
    - Sustav za predviđanje potražnje
    - Upravljanje zalihama
    - Upravljanje radom u skladištu
    - Upravljanje radom u transportu
3. Ljudi
    - Odabir, razvoj znanja i vještina
4. Suradnja s dobavljačima
    - Zajedničko planiranje
    - K-link

- Optimizacija pakiranja
- Zajednički transport

Konzum ima dva logističko-distribucijska centra, od kojih se jedan nalazi u Zagrebu na Žitnjaku i ima ukupnu površinu od 52 257 m², dok se drugi logističko-distribucijski centar nalazi u Dugopolju i ima ukupnu površinu veću od 80 000 m². Također, Konzum posjeduje i osam Cross- dock[46] centara (na slici označeni kao XD centri).



Slika 13. Infrastruktura distribucijske mreže Konzuma, [5]

.

[46] Cross-dock centar je postrojenje u opskrbnom lancu koje prima robu od dobavljača, sortira je u alternativne grupe i odmah otprema u skladu sa zahtjevom nizvodnih sudionika lanca opskrbe.

Upravljanje zalihama u Konzumu se vrši preko automatskog naručivanja robe i to:

- Automatsko naručivanje robe od dobavljača do centralnih skladišta
- Automatsko naručivanje od centralnih skladišta prema prodavaonicama (maloprodaja i veleprodaja)
- Automatsko naručivanje za ambulantne dobavljače

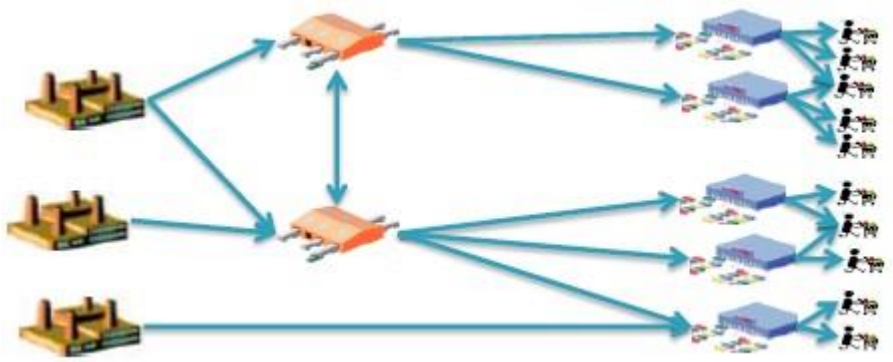
Pritom, pri naručivanju je važno voditi računa o sljedećim parametrima:

- Zaliha u prodajnom mjestu
- Predviđanje potražnje
- Raspored narudžbi
- Logistički uvjeti naručivanja



Slika 14. Ovisnost razine zalihe o vremenu, [5]

Narudžba za prodavaonice vrši se na sljedećem principu: promatra se trenutno stanje zalihe u prodavaonici i već naručene robe (robe u dolasku), koji je čvor izvor nabave, raspored naručivanja te ostali parametri narudžbe: minimalna zaliha, maksimalna zaliha, sigurnosna zaliha, logistički uvjeti naručivanja, ABC dopuna uz obavezno predviđanje potražnje kupaca. Narudžba za skladišta radi se na sličnom principu samo što se promatraju i predviđeni izlazi prema ostalim čvorovima (prodavaonicama i(ili) manjim skladištima).



Slika 15. Naručivanje robe prema informatičkom modelu višerazinske opskrbne mreže, [5]

Koristeći se matematičkim modelom, Konzumovi zaposlenici u sektoru prodaje planiraju tjednu potražnju unutar vremenskog razdoblja od jednog tjedna prema sljedećoj formuli:

$$F_{t+1} = \alpha \cdot y_t + (1-\alpha)F_t \qquad 0 < \alpha < 1$$

Gdje je: $\propto$ - konstanta izglađivanja

F_1 - prognostička vrijednost za prvo razdoblje, inicijalna prognostička vrijednost (najčešće je jednaka prvoj stvarnoj vrijednosti ili aritmetičkoj sredini niza)

Postignuti rezultati očituju se u sljedećem:

- smanjenje sistemskog otpisa robe za 35 %
- smanjenje prekomjerne zalihe za 40%
- smanjenje pogreške predviđanja realne potražnje i do 50% u periodima s izraženim sezonskim oscilacijama prometa
- smanjenje pogreške predviđanja ukupne potražnje za artiklom i do 65% u periodima s izraženim sezonskim oscilacijama prometa
- povećana produktivnost referenta i za 3,5 puta u broju prodavaonica te za 7 puta u količini robe koja ide preko centralnih skladišta.

4.2. Primjer upravljanja zalihama robe ograničenog vijeka trajanja

U narednom tekstu na primjeru proizvoda tvrtke Dukat (mlijeko i mliječne prerađevine) bit će prikazan primjer planiranja zaliha robe ograničenog vijeka trajanja.

Tvrtka Konzum može naručiti robu tako da ona dođe u skladište ili da dođe direktno u prodavaonicu. U ovom tekstu prikazan je primjer naručivanja robe u prodavaonicu koja se nalazi u turistički atraktivnom području za vrijeme ljetne sezone kako bi se prikazale sezonske oscilacije u samom naručivanju. Kako bi se što bolje razumjela politika naručivanja proizvoda Dukat moraju se znati slijedeći podaci:

- Dukat je okarakteriziran kao pouzdan dobavljač što znači kako su mu isporuke redovne, točne i na vrijeme odnosno da u većini slučajeva nema zakašnjelih i oštećenih isporuka.
- Konzum koristi sustav automatskog naručivanja i za proizvode tvrtke Dukat.
- Od trenutka kreiranja narudžbe u centralnom skladištu Konzuma do njezinog stizanja u prodavaonicu potrebno je najviše 48 sati.

U ovom primjeru prikazan je cjelokupni pregled narudžbi od 29.06.2015. -01-08.2015. (Tablica 1.).

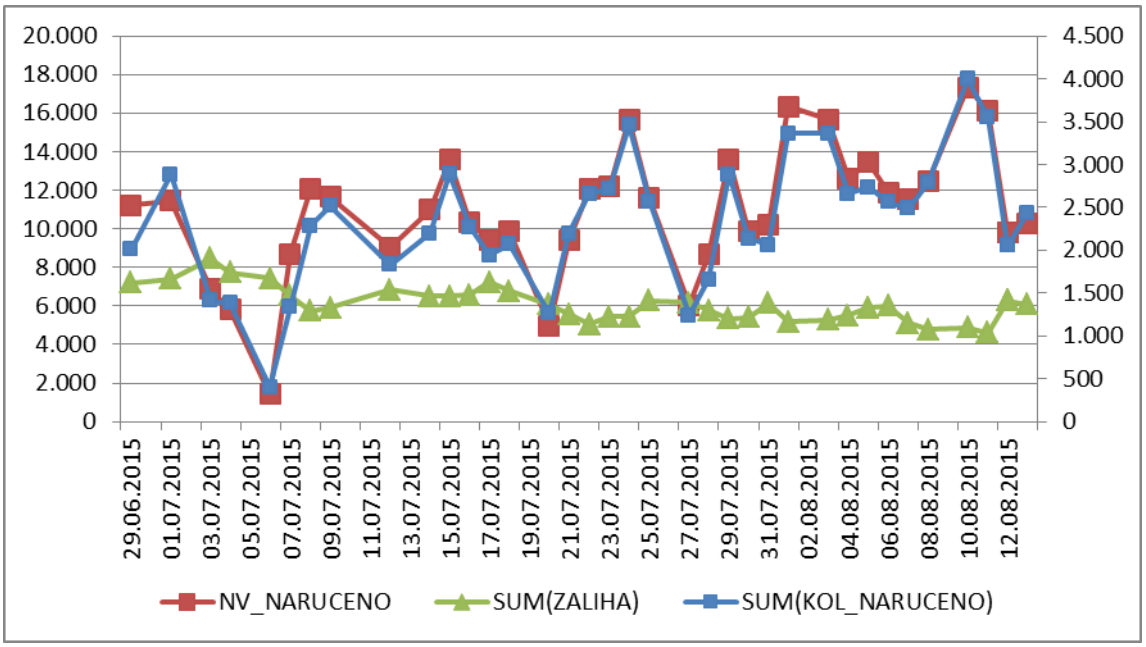
Tablica 1. Sumarni pregled svih narudžbi od 29.06.-13.08.2015.

ID	DATUM_NARUDZBE	SUM(KOL_NARUCENO)	NV_NARUCENO	SUM(ZALIHA)
12331993	29.06.2015	2.007	11.213	7.206
12421255	01.07.2015	2.887	11.448	7.396
12511377	03.07.2015	1.409	6.873	8.455
12550215	04.07.2015	1.379	5.797	7.733
12585070	06.07.2015	405	1.421	7.422
12635045	07.07.2015	1.333	8.699	6.531
12700010	08.07.2015	2.282	12.091	5.737
12724586	09.07.2015	2.514	11.649	5.917
12851009	12.07.2015	1.833	9.034	6.822
12900354	14.07.2015	2.196	10.981	6.508
12945510	15.07.2015	2.889	13.568	6.513
12990969	16.07.2015	2.272	10.317	6.565
13035082	17.07.2015	1.942	9.430	7.251
13083164	18.07.2015	2.070	9.843	6.778

ID	DATUM_NARUDZBE	SUM(KOL_NARUCENO)	NV_NARUCENO	SUM(ZALIHA)
13122218	20.07.2015	1.262	4.986	6.061
13176383	21.07.2015	2.198	9.409	5.559
13236537	22.07.2015	2.658	12.056	5.038
13222621	22.07.2015	2.658	12.056	5.038
13270967	23.07.2015	2.722	12.176	5.441
13315962	24.07.2015	3.456	15.686	5.440
13361954	25.07.2015	2.566	11.586	6.277
13407688	27.07.2015	1.242	6.034	6.180
13459277	28.07.2015	1.658	8.652	5.763
13508727	29.07.2015	2.884	13.609	5.358
13554437	30.07.2015	2.138	9.878	5.400
13600147	31.07.2015	2.062	10.225	6.142
13645673	01.08.2015	3.360	16.345	5.170
13688574	03.08.2015	3.363	15.660	5.286
13740381	04.08.2015	2.662	12.628	5.502
13810287	05.08.2015	2.731	13.444	5.904
13786284	05.08.2015	2.731	13.444	5.904
13815969	06.08.2015	2.563	11.892	5.990
13874200	07.08.2015	2.491	11.520	5.120
13860884	07.08.2015	2.491	11.520	5.120
13911243	08.08.2015	2.789	12.444	4.768
13956529	10.08.2015	3.999	17.330	4.868
14010065	11.08.2015	3.551	16.099	4.626
14072631	12.08.2015	2.057	9.815	6.282
14054539	12.08.2015	2.057	9.815	6.282
14079724	12.08.2015	2.057	9.815	6.282
14102180	13.08.2015	2.433	10.263	6.056

Izvor: Konzum

Iz grafikona 1. je vidljivo kako razina zaliha sa vremenom odmicanja postaje sve manja, odnosno 29.06.2015. iznosila je 7.206 a na kraju ciklusa, 13.08.2015. iznosila je 6.056. S druge strane količina naručene robe je porasla na 2.433 13.08.2015. dok je 29.06.2015. iznosila 2.433. Vrhunac narudžbe bio je 10.08.2015. kada je narudžba iznosila 3.999 komada.



Grafikon 1. Grafički prikaz svih narudžbi od 29.06.-01.08.2015.

Izvor: izradio autor

Pošto Konzum ima sustav automatskog naručivanja robe, on može predvidjeti ove sezonske oscilacije ukoliko prati povijesne podatke. Dakle, svake godine u ljetnoj sezoni, prodavaonice na moru imaju pojačan promet i sukladno tome vrši se naručivanje robe.

Proces naručivanja robe započinje utvrđivanjem manjka robe. Sustav automatskog naručivanja robe, kada primijeti kako će određene količine proizvoda Dukat nestati u dogledno vrijeme, obavještava zaduženu osobu kako je vrijeme za novu narudžbu te na temelju prethodnih narudžbi odnosno predviđene potražnje sastavlja novu narudžbu. Sustav umanjuje stanje zalihe za onaj broj proizvoda koji je prodan kupcu. Konzum ima i sektor zadužen za upravljanje zaliha koji nakon što sustav automatskog naručivanja sastavi narudžbu, pregleda narudžbu, ali je bitno naglasiti kako u manje od 2 % slučajeva dolazi do određene ručne korekcije narudžbe koju je sustav izradio. Sustav automatskog naručivanja funkcionira u svim prodavaonicama Konzuma te kada zaliha proizvoda tvrtke Dukat padne na minimalnu razinu, prodavaonice svaka za sebe sastavljaju narudžbu i šalju je u centralno skladište. Centralno skladište te narudžbe spaja u jednu narudžbu i šalje dobavljaču. Dakle, prvi korak je kreiranje narudžbe koju u ovom slučaju kreira softver. Ovisno o ugovorenim uvjetima poslovanja, dobavljač isporučuje robu centralnom skladištu. Ugovoreni uvjeti odnose se na rokove isporuke, rokove plaćanja, uvjete prodaje i popusta i sl. Ako se primjerice određena količina proizvoda naruči od dobavljača Dukat u ponedjeljak, tu istu narudžbu dobavljač Dukat ispostavlja u centralno skladište sljedeći dan ujutro u 6. U pravilu,

ta ista roba u prodavaonicu stiže najkasnije idući dan ujutro, što znači da od trenutka kreiranja elektronske narudžbe za robu do trenutka njezina pristizanja u prodavaonicu prođe najviše 48 sati. Kada dobavljač zaprimi narudžbu on kontaktira Konzum o primitku narudžbe te ga obavještava ima li svu naručenu robu, a ukoliko ih nema ponudi mu druge opcije kao neki drugi zamjenski proizvod ili mu dostavlja samo onu robu koju ima u skladištu. Kada Dukat ispostavi narudžbu u centralno skladište, zaposleni moraju pregledati cijelu narudžbu te potvrditi kako su pristigli svi proizvodi u dobrom stanju ili obrnuto. Ukoliko je roba ispravna odgovorna osoba potpisuje otpremnicu te preuzima robu, a ukoliko roba nije ispravna onda se ispunjava komisijski zapisnik i takva se roba vraća dobavljaču. Pošto je riječ o temperaturno osjetljivoj robi, mora se voditi računa da se temperatura ne mijenja ni prilikom pregleda, ali i dobavljač mora voditi računa o tome prilikom prijevoza što mu je i ugovorna obaveza. Ako roba pristigne u neadekvatnom stanju, sve troškove snosi dobavljač pošto nije ispunio svoju obavezu (osim ako ugovorom nije drugačije naznačeno). Nakon pregleda roba, roba se mora komisionirati[47] te smjestiti u za nju adekvatni prostor te otpremiti u prodavaonice. Prilikom tretiranja takve robe, nužno je na što moguću manju mjeru smanjiti doticaj radnika i robe, kao i otvaranje i zatvaranje vrata hladnjače i slično zbog već gore navedenih razloga. Uzmimo za primjer kako određeni proizvod ima rok trajanja 7 dana, a znamo kako robi treba 48 sati da bi pristigla u prodavaonicu, taj proizvod stigne sa preostalim životnim vijekom od pet dana. Ako se uzme u obzir i činjenica kako takvi proizvodi prilikom prijevoza mogu mijenjati temperature zbog nepravilnih prekrcaja i slično, rok se može još dodatno smanjiti. Zato se za svaki proizvod moraju uzeti u obzir upute napisane na njemu, a koje su vezane za temperaturu. Tako se velika većina proizvoda mora čuvati na temperaturi od +4 do +8˚C. . Takva roba zahtijeva dodatno svakodnevno praćenje zbog svog vijeka trajanja, te u trenutku kada roba dođe do datuma isteka roka trajanja povlači se iz trgovine te ide u otpis. Svaka roba koja ide u otpis predstavlja trošak, a značajni gubitci se ostvare na taj način. Ako je datum isteka trajanja proizvoda primjerice 03.09. roba se povlači iz prodavaonica 02.09. Kako bi što više smanjili gubitke vezane uz otpis, Konzum za svaku robu, uključujući i proizvode Dukat, kojoj se bliži istek roka trajanja a nije prodana, organizira akcijska sniženja odnosno smanjuje cijenu proizvoda. Oni proizvodi, koji se ne prodaju ni na taj način, odlaze u otpis odnosno uništavaju se.

[47] Komisioniranje označava proces koji se obavlja u skladištima komandne robe i uključuje sve aktivnosti koje prate izdvajanje traženog asortimana robe prema vrsti i količini robe u cilju ispunjenja narudžbi korisnika.

5. ZAKLJUČAK

Jedan od najvećih izazova za proizvođače ali i za ostale sudionike opskrbnog lanca je upravljanje zalihama robe ograničenog vijeka trajanja. Logističari u tvrtkama u stalnoj su potrazi za modelom i metodom koja će uspostaviti dobru vezu između zadovoljstva kupca i smanjenja količine otpisanih odnosno neiskorištenih proizvoda kada su u pitanju kvarljivi proizvodi.

Ograničeni vijek proizvoda uvelike doprinosi složenosti upravljanja zalihama. Taj vijek i predstavlja glavni izazov zajedno s ekološkim uvjetima koji djeluju na proizvod iz okoline kao što su temperatura i svjetlost. Zato se u ovom radu posebno razmatra utjecaj temperature na proizvode ograničenog vijeka trajanja te djelovanje uređaja TTI tehnologija koje mogu produžiti period korištenja proizvoda ali prvenstveno mogu točno odrediti do kada je proizvod siguran za uporabu. Stoga su u radu objašnjene sve prednosti i nedostaci korištenja takvih tehnologija te navedene pojedine tvrtke koje ih koriste. Razvoj matematičkih modela objašnjenih u prvom poglavlju uvelike je pomogao razvoju pri upravljanju zalihama robe ograničenog vijeka trajanja, ali važno je svaki dan istraživati reakcije proizvoda na uvjete iz okoline što zahtijeva stalnu kontrolu i samim tim iziskuje veće troškove. Na konkretnoj studiji slučaja u četvrtom poglavlju, na primjeru Konzuma prikazano je kako jedna tvrtka upravlja svojim zalihama proizvoda ograničenog vijeka trajanja (u ovom radu konkretno mlijeka i mliječnih prerađevina dobavljača Dukat) te su dani odgovori na pitanja tko, kada i koliko naručuje.

Kao što je već više puta rečeno, upravljanje zalihama ovakvih proizvoda predstavlja veoma složen posao koji zahtjeva iscrpnu svakodnevnu kontrolu i preispitivanje svježine proizvoda. Stoga je razvoj takvih tehnologija poput TTI ključan korak u pojednostavljenju toga cijelog procesa odnosno upravljanja zalihama robe ograničenog vijeka trajanja.

Literatura

Knjige, doktorske disertacije, članci i prezentacije:

1. Chaaben K.: Perishable items Inventory Management and the Use of Time Temperature Integrators Technology, Ecole Centrale Paris, 2010.
2. Ivaković, Č.,Stanković, R., Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
3. Jacobs,R.F.: Operations and Supply Chain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.
4. Vidačić S.: A trading company′s inventoy management model, University of Zagreb, faculty of Organization and Informatics, Varaždin, Croatia, 1999.
5. Žic S.: Optimizacija upravljanja zalihama dobavljačkih lanaca, doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, 2014.
6. Konzum: Matematički alati u lancu upravljanja, prezentacija PMF Zagreb, 2014.

Internetski izvori:

1. http://e-student.fpz.hr
2. http://logistic.about.com

Popis kratica

MRP (Material requirements planning) planiranje potreba za materijalom

MPS (Master production schedule) glavni plan proizvodnje

BOM (Bill of material) sastavnica

ISF (Iventory status file) status zaliha

MRP II (Manufacturing Resources Planning) planiranje proizvodnih kapaciteta

ERP (Enterprise resource planning) planiranje resursa poslovnog sustava

JIT (Just in time) sustav proizvodnje “upravo na vrijeme“

TTI (Time Temperature Integrators) pokazatelji vremena i temperature

Popis slika

Slika 1. Razvoj sustava logističkog planiranja.....3

Slika 2. Prikaz sastavnih dijelova MRP sustava.....5

Slika 3. Prikaz MRP II sustava i protoka informacija kroz njega.....6

Slika 4. Prikaz modela ERP sustava.....8

Slika 5. Jedan dio algoritma za određivanje stvarne količine koja treba biti kupljena.....20

Slika 6. Primjer distribucije učinkovitog vijeka trajanja proizvoda.....23

Slika 7. Podjela životnog vijeka proizvoda između sudionika opskrbnog lanca.....24

Slika 8. Primjer TTI tehnologije tipa 1- Vitslab.....25

Slika 9. Primjer TTI tehnologije tipa 1- Cyrolog.....26

Slika 10. Primjer tehnologije tipa 1- Ciba.....26

Slika 11. Primjer tehnologije tipa 1- FreshPoint.....27

Slika 12. Primjer tehnologije tipa 2.....28

Slika 13. Prikaz infrastrukture distribucijske mreže Konzuma.....32

Slika 14. Prikaz ovisnost razine zalihe o vremenu.....33

Slika 15. Naručivanje robe prema informatičkom modelu višerazinske opskrbne mreže.....34

Popis tablica

Tablica 1. Sumarni pregled svih narudžbi od 29.06.-13.08.2015……35

Popis grafikona

Grafikon 1. Grafički prikaz svih narudžbi od 29.06.-01.08.2015.....37

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000
Zagreb
Vukelićeva
4

METAPODACI

Naslov rada: Analiza modela upravljanja zalihama robe s ograničenim vijekom trajanja

Autor: Ana Mihaljević

Mentor: dr.sc. Diana Božić

Naslov na drugom jeziku (engleski):
Analysis of Perishable Items Inventory Management

Povjerenstvo za obranu:

- prof.dr.sc. Mario Šafran , predsjednik
- dr.sc. Diana Božić , mentor
- dr.sc. Ivona Bajor , član
- doc.dr.sc. Ratko Stanković , zamjena

Ustanova koja je dodjelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za inteligentne transportne sustave

Vrsta studija: sveučilišni

Naziv studijskog programa: Inteligentni transportni sustavi i logistika

Stupanj: preddiplomski

Akademski naziv: univ. bacc. ing. traff.

Datum obrane završnog rada:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Analiza modela upravljanja zalihama robe s ograničenim vijekom trajanja**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 3.9.2015

(potpis)