

JOSIP NAD

Konex d.o.o, Varaždin
josip.nad@konex.hr

INFORMATIČKA PODRŠKA ZA OSTVARIVANJE SLJEDIVOSTI U PROIZVODNJI

Sažetak

U radu je prikazan princip informatičke podrške potrebne za ostvarivanje željene razine sljedivosti u proizvodnji. Sljedivost zadnjih godina postaje obavezni pojam u svim vrstama proizvodnje i kontinuirano se pojavljuju zahtjevi za potpunim povezivanjem procesa vezanih za ulaz sirovine sa procesima transformacije i procesima distribucije/prodaje gotovog proizvoda. Sljedivost mora biti omogućena u oba pravca: od dobavljača sirovine prema kupcu gotovog proizvoda, u slučaju potrebe za povlačenjem određene količine proizvoda iz potrošnje, te u smjeru od kupca do dobavljača, u slučaju potrebe za otkrivanjem uzroka loše kvalitete proizvoda.

Za ostvarivanje sve većih zahtjeva za sljedivošću, neophodna je snažna informatička podrška, čiji će principi biti predstavljeni na primjeru jedne skandinavske proizvodne firme.

Ključne riječi: *proizvodnja, sljedivost, informatička podrška*

1. UVOD

Današnji potrošački trendovi postavljaju pred proizvodne firme sve veće i strože zahtjeve za ostvarivanjem sljedivosti. Da bi se takvi strogi zahtjevi sljedivosti mogli kvalitetno ostvariti, informatička podrška mora biti na iznimno visokoj razini. Istu je moguće ostvariti zahvaljujući tehnološkom napretku, ali pri tome se mora imati na umu ravnoteža želja i financijskih mogućnosti.

Informatička podrška se može dobiti na nekoliko načina, ovisno o broju uključenih sustava. U proizvodnim je firmama redovito u upotrebi više IT sustava te se za ostvarenje jednoznačne sljedivosti mora koristiti međusobno povezivanje tih sustava, kada govorimo o integriranom sustavu sljedivosti. Integrirani sustavi se najčešće sastoje od jednog poslovnog (ERP) sustava i nekoliko proizvodno-procesnih sustava. Integrirani sustav mora osigurati automatsku izmjenu podataka između ERP sustava i sustava za praćenje proizvodnog procesa:

- skupljanje podataka
- obrada podataka
- prikaz podataka

Sve ključne točke u procesu, počevši od prijema materijala od dobavljača pa sve do isporuke proizvoda kupcu, moraju biti opremljene odgovarajućom opremom te pogodnim programima za prikupljanje podataka iz procesa. Naravno, sve to mora biti zaokruženo jasno definiranim ciljem, čiji je osnovni parametar željena razina sljedivosti. Razina sljedivosti mora biti optimirana obzirom na tehničke mogućnosti praćenja proizvodnih detalja, pri čemu se svakako mora voditi računa i o ekonomski faktor. Naime, iskustva govore da linearno povećavanje zahtjeva za detaljima uzrokuje eksponencijalno povećavanje budžeta potrebnog za nabavu opreme i samu implementaciju cijelog sustava.

2. PREDUVJETI

Iz definicije sljedivosti koja govori o sposobnosti praćenja povijesti bilo kojeg elementa procesa putem zapisanih informacija, sasvim je jasno vidljivo da je sljedivost kombinacija nekoliko poslovnih disciplina. U razvoj i primjenu sustava sljedivosti mora biti uključeno više odjela poduzeća. Osim odjela kvalitete, u projekt moraju biti uključeni logistika i proizvodnja te svakako i IT odjel. Da bi se cijeli ciklus pokrenuo, potrebno je prvo donijeti čvrstu, jasnu i nedvosmisleno poslovnu odluku da se kreće sa razvojem i implementacijom koncepta sljedivosti. Na osnovu odluke se zatim moraju definirati neposredne odgovornosti svih uključenih odjela i pojedinaca.

Kada se govori o praćenju sljedivosti u proizvodnji, neizbježna je potreba za korištenjem kvalitetnog ERP sustava [5] u kojem se vodi detaljna evidencija o svim proizvodnim proizvodnim recepturama, počevši od detaljne specifikacije svih sastojaka proizvoda sve do ključnih tehnoloških detalja:

- proizvodno vrijeme
- proizvodna linija

Proizvodne recepture su kasnije osnova za kreiranje proizvodnih dokumenata (radnih naloga), pomoću kojih se evidentiraju svi potrebni detalji proizvodnje.

U slučaju logistike i lanca opskrbe, sljedivost zahtijeva praćenje jediničnih pakiranja (pakovina), serija ili serijskih brojeva. Svako kretanje pakovine je potrebno evidentirati, a zapisi nastali praćenjem moraju osigurati jednoznačno dolaženje do potrebnih informacija traženih zahtjevima sljedivosti:

- što je uzrok loše kvalitete (koja sirovina, dobavljač ili proizvodni proces)
- gdje su završili proizvodi koje treba povući sa tržišta

Implementacija sustava sljedivosti redovno zahtijeva značajnu financijsku investiciju, čija se isplativost ne može uočiti na prvi pogled, niti se može mjeriti na bilo koji način. Jedan dio investicije se odnosi na poslovnu organizaciju i prilagodbu korištenog ERP sustava, a drugi dio se odnosi na nabavu potrebne tehničke infrastrukture i opreme.

Od tehničkih je preduvjeta potrebno npr. osigurati dovoljan broj skenera i procesnih pisaača za označavanje pakovina, ali vjerovatno i projektiranje potpuno novih procesnih mjerenja i načina sakupljanja procesnih podataka.

3. PROCESI

Poslovnih procesa u proizvodnji ima mnogo i isti se mogu analizirati na različite načine, obzirom na vrstu proizvodnje i svrhu analize. U svrhu ovog rada, poslovni procesi vezani za sljedivost se dijele u pet grupa:

- prijem materijala od dobavljača
- ulazak materijala u proces transformacije
- proces transformacije
- izlazak materijala/proizvoda iz procesa transformacije
- isporuka proizvoda kupcima

U nastavku će svih pet procesa biti detaljnije razrađeno. Za sve procese je karakteristično da se evidencija svih materijalnih kretanja mora voditi maksimalno detaljno, ali optimirano obzirom na logističke (financijske) mogućnosti. Idealno bi bilo svaki oblik pakiranja voditi u sustavu pod svojim jedinstvenim brojem, ali budući da to nije uvijek moguće, potrebno je donijeti poslovnu odluku o razini pakiranja za koju se traži sljedivost.

Primjer 1: ukoliko se neki materijal prima od dobavljača u kontejnerima, onda se svaki kontejner treba voditi u sustavu kao zasebna jedinica sa svojim jedinstvenim brojem.

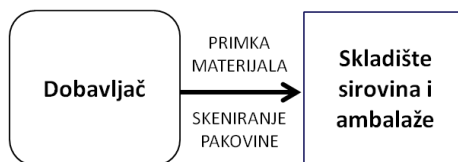
Primjer 2: ukoliko se neki materijal prima od dobavljača u bačvama koje su zajedno dopremljene na paleti, onda se donosi odluka da li će jedinstvena jedinica pakiranja biti paleta ili bačva.

Primjer 3: ukoliko se proizvod pakira u nekoliko različitih oblika (potrošačko pakiranje, trgovačko pakiranje i distribucijsko pakiranje), onda se poslovnom odlukom određuje da li će se samo jedna (i koja) vrsta pakiranja voditi kao zasebna jedinica, ili će se voditi evidencija o dvije (tri) vrste pakiranja. Tada bi se govorilo o višerazinskim pakovinama

3.1 Prijem materijala od dobavljača

Prilikom zaprimanja robe na skladište, cilj je zaprimiti materijal u formi u kojoj je zapakiran (prema primjeru 1). Ukoliko tehnički uvjeti to omogućuju, zaprimanje se treba obaviti jednostavnim skeniranjem etikete na paleti/kontejneru/bačvi/kutiji ... Ukoliko skeniranje nije omogućeno, zaprimanje se obavlja "ručno", što je redovno puno složeniji proces i traži neuporedivno više vremena i vještine od osobe koja radi zaprimanje.

Slika 1 - Prijem materijala od dobavljača



Osim tehničkih preduvjeta, postoji i jedan poslovni: sa svim dobavljačima treba dogovoriti proces dostavljanja materijala uz prikladnu etiketu koja sadrži sve potrebne informacije u pogodnom obliku za skeniranje. Tu se uočava drugi mogući problem: što ako dobavljači nisu u stanju dostaviti robu sa odgovarajućim etiketama? U tom slučaju je potrebno omogućiti ispis željene etikete na mjestu zaprimanja robe. Nakon ispisa etikete i njenog priljepljivanja na pakovinu, može se obaviti skeniranje u svrhu zaprimanja materijala, čime je ujedno omogućena detaljna evidencija takve pakovine u daljnjim koracima proizvodnog procesa.

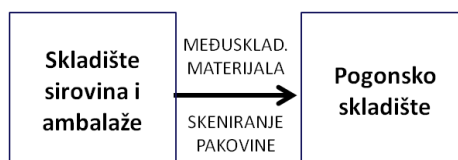
3.2 Ulazak materijala u proces transformacije

Da bi se ostvarila željena sljedivost, potrebno je voditi detaljnu evidenciju o potrošnji materijala. Takva evidencija se može voditi pomoću informacija o pakovinama. Ponovno se radi o potrebi evidencije skeniranjem pakovine, da bi se izbjegao ručni unos podataka. U cijelom procesu ulaska materijala u proces transformacije, obično se govori o dva koraka:

- pripremanje materijala (opskrba pogonskih skladišta)
- evidencija potrošnje materijala

Pripremanje materijala se obavlja na osnovu definiranih potreba iz proizvodnje. Te se potrebe obično formiraju u obliku rezervacije za preskladištenjem materijala, te se na osnovu toga materijal po potrebi preskladištava iz glavnog skladišta u pogonsko skladište, gdje bi trebao biti na raspolaganju za potrošnju.

Slika 2 - Preskladištenje materijala



Kao i prethodni korak prijema na skladište, i preskladištenje se treba raditi skeniranjem pojedinačnih pakovina.

Sljedeći korak u procesu je evidencija potrošnje materijala u proizvodnji. Potrebno je evidentirati vezu materijala i proizvodne linije koja obavlja pretvorbu, te sve to zapisati vezano uz određeni proizvodni nalog. U svim slučajevima kad se radi o potrošnji više pakovnih jedinica na jedan proizvodni nalog, potrebno je omogućiti skeniranje pakovine.

Slika 3 - Potrošnja materijala



U slučajevima kad se jedna pakovina troši na nekoliko proizvodnih naloga, treba optimirati proces i donijeti odluku da li će se voditi "direktna" evidencija na osnovu podataka dobivenih iz procesnih mjerenja, ili će se voditi automatska evidencija zasnovana na FIFO principu i vremenskoj markici.

3.3 Proces transformacije

U procesu transformacije/pretvorbe se od utrošenih sirovina dobija proizvod spreman za prodaju. Proces transformacije se može voditi direktno ili uz pomoć poluproizvoda. U slučaju da se koriste poluproizvodi, iste je potrebno voditi kao zasebne stavke na skladištu. Osim toga je potrebno imati dva odvojena proizvodna naloga, jedan za poluproizvod i jedan za gotovi proizvod. Poluproizvod se nakon proizvodnje evidentira količinski na pogonskom skladištu, te se poslije iz tog skladišta poluproizvod izdaje na proizvodni nalog za gotovi proizvod.

Slika 4 - Proizvodnja i potrošnja poluproizvoda



U slučaju da se poluproizvod zasebno pakira, moguće je i za njega koristiti pakovine. Potrebno je omogućiti zasebno označavanje svake pakovine, te skeniranje pakovine prilikom potrošnje na nadređeni proizvodni nalog. Ukoliko se koriste određena mjerenja (npr. mjerenje mase), takve podatke je potrebno uključiti u evidenciju proizvedenih pakovina, odnosno u sva materijalna knjiženja.

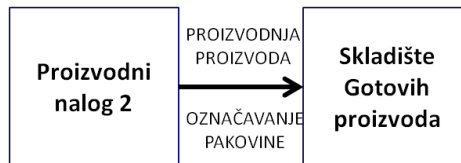
U slučaju da se poluproizvod ne pakira, moraju se koristiti tzv. serije, pri čemu se jednom serijom može smatrati npr. dnevna proizvodnja ili količina određena tehnološkim procesom. U tom slučaju je potrebno omogućiti mjerenje količine i takvi podaci bi se trebali koristiti u evidenciji proizvodnje/potrošnje poluproizvoda.

3.4 Izlazak materijala/proizvoda iz procesa transformacije

Za praćenje izlaska proizvoda iz procesa transformacije, obavezno se koristi označavanje svake pakovine i evidentiranje istih u sustav. Evidencija treba sadržavati sve relevantne

proizvodne detalje, od proizvodne linije i broja proizvodnog naloga, sve do vremena završetka proizvodnje odnosno vremena pakiranja.

Slika 5 - Proizvodnja i označavanje proizvoda



Na osnovu tih podataka se poslije lako dolazi do evidencije svih utrošenih materijala u procesu proizvodnje određenog skupa pakovina.

3.5 Isporuka proizvoda kupcima

Proces isporuke kupcima se obično odvija u dva koraka:

- distribucija proizvoda: otpremanje iz tvornice u distribucijsko skladište
- prodaja: otprema proizvoda iz distribucijskog skladišta kupcima

Izdavanje materijala iz skladišta gotovih proizvoda za potrebe procesa distribucije se najlakše obavlja pomoću skeniranja. Sve pakovine koje se transportiraju u distribucijsko skladište se pojedinačno skeniraju.

U ovom koraku procesa je vrlo korisna opcija višerazinskih pakovina. Ako se proizvod proizvodi u kutijama koje se zatim pakiraju u palete, a želi se praćenje prodaje kutija kupcima, onda bi moglo biti prilično zahtijevno očekivati od operatera skeniranje svake pojedinačne kutije. U tu svrhu se u proces uvode višerazinske pakovine, kada se jednim skeniranjem cijele palete omogućava praćenje kretanja svih kutija unutar skenirane palete.

Slika 6 - Distribucija proizvoda



Kada roba stigne u odredišno distribucijsko skladište, moguće je obaviti skeniranje pojedinačnih pakovina, ili je moguće u cijelosti prihvatiti cijelu pošiljku i sve pakovine u njoj. Proces otpreme proizvoda kupcima se također provodi skeniranjem pakovine. U Prodajnom dokumentu se navede tražena količina, a u dokumentu otpreme su navedene pakovine koje su otpremljene kupcu.

Slika 7 - Prodaja proizvoda

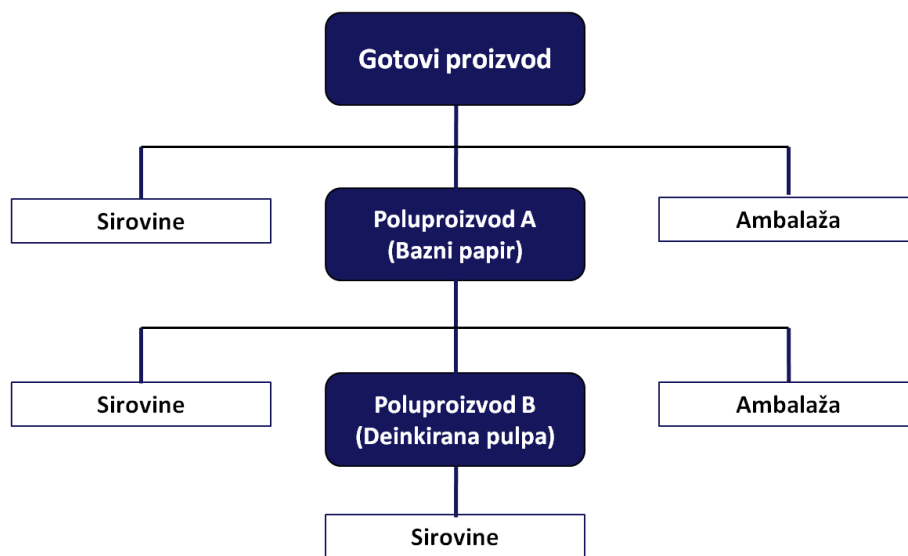


U slučaju višerazinskih pakovina, skenira se ona razina koja se otprema kupcu.

4. PRIMJER RJEŠENJA

Kao primjer projekta kojim je postignuta razina sljedivosti definirana i egzaktno tražena odlukom uprave korporacije, navest će se jedna skandinavska proizvodna firma. Glavni proizvodi su salvete, papirne maramice, papirni ubrusi i toaletni papir. Osnovne sirovine su pulpa (drvenjača) i reciklirani papir, a kao poluproizvodi se pojavljuju deinkirana (obezbojena) pulpa i veliki kolutovi baznog papira. Dva glavna tehnička procesa vezana za sljedivost (skeniranje i označavanje) su riješeni na način da se skeniranje kompletno odrađuje u korištenom ERP sustavu (SAP), dok se označavanje pakovina provodi u specijaliziranom vanjskom sustavu i podaci se naknadno prebacuju pomoću sučelja u ERP sustav. Osnovna struktura proizvoda je prikazana na sljedećoj slici.

Slika 8 - Primjer strukture proizvoda



Sirovine se dopremaju u paletama, kontejnerima ili balama. Pulpa se doprema u balama od cca 1.000 kg. Svaka bala je opremljena RFID čipom, pomoću koga se rade očitavanja prijema i utroška pulpe. Također, ti se podaci istovremeno prenose i posebnom komunikacijom u ERP sustav dobavljača (SAP). Ostale sirovine se dopremaju u kontejnerima ili paletama i pri tome se svaki kontejner/paleta vode kao zasebna pakovina. S većinom dobavljača je postignut dogovor o odgovarajućem označavanju sirovina, te se prilikom prijema materijala od tih dobavljača koristi jednostavno skeniranje. Kod manjeg broja dobavljača dogovor još nije postignut, te se u tom slučaju prilikom prijema materijala prvo printaju odgovarajuće etikete. Etikete se zatim lijepe na palete i nakon toga se palete skeniraju.

Za praćenje proizvodnje se koriste proizvodni nalozi. Evidencija potrošnje materijala u proizvodnji se uglavnom vodi očitavanjem bar-koda na etiketama. U slučajevima kad se jedna paleta troši na nekoliko proizvodnih naloga, koristi se princip preskladištenja na pogonsko skladište i FIFO princip za praćenje vremena utroška.

Deinkirana pulpa se proizvodi po posebnom proizvodnom nalogu, a budući da se sva proizvedena količina odmah potroši u nastavku procesa, zaključeno je da nije potrebno detaljnije praćenje po serijama.

Kolutovi baznog papira se prate pomoću posebnih proizvodnih naloga, te se nakon proizvodnje posebno označavaju i vode u sustavu kao pojedinačne pakovine. U proizvodnom procesu se vodi mjerenje mase svakog koluta i ta se informacija koristi pri označavanju pojedinačnih kolutova. Nakon provedenog označavanja podaci se šalju u ERP sustav, te su u

takvom obliku pogodni za detaljnu evidenciju, izvještavanje i kasnije skeniranje prilikom potrošnje na liniji za proizvodnju gotovih proizvoda.

U slučajevima proizvodnje manjih kolutova, obično se nekoliko kolutova pakira zajedno, te se tada koristi višerazinska pakovina. Svaki kolut se u sustavu evidentira kao jedna pakovina, te se još i skupno pakirani kolutovi vode kao dodatna pakovina.

Gotovi proizvodi se pakiraju u nekoliko različitih vrsta pakiranja (korisničko, trgovačko, distribucijsko i transportno pakiranje). Zasebno označavanje se vodi za trgovačko i distribucijsko pakiranje, ali se samo distribucijska pakiranja (palete) vode u ERP sustavu kao posebne pakovine.

Prijenos podataka iz vanjskog sustava za označavanje pakovina u ERP sustav je potpuno online, te se palete gotovih proizvoda mogu skenirati odmah nakon označavanja, bilo radi direktne otpreme kupcu, bilo radi smještaja u skladišni prostor.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisan proces kojim se može osigurati zadovoljavajuća razina sljedivosti u oba logistička pravca:

- od dobavljača sirovine prema kupcu gotovog proizvoda, u slučaju potrebe za povlačenjem određene količine proizvoda
- u smjeru od kupca do dobavljača, u slučaju potrebe za otkrivanjem uzroka loše kvalitete proizvoda.

Prikazani su poslovni i tehnički uvjeti za pokretanje i implementaciju projekta sljedivosti, te razrada pet glavnih procesa vezanih za sljedivost u proizvodnim firmama. Sadašnji stupanj tehnološkog napretka omogućava da se uz razumnu financijsku investiciju dođe do sasvim zadovoljavajuće razine sljedivosti. Osnovni tehnički elementi koji se moraju koristiti su označavanje i skeniranje pakovina. Obzirom da se o svakoj pakovini i svakom njenom kretanju vodi detaljna evidencija u sustavu, potrebno je osigurati dovoljnu količinu memorije ali i vrhunski ERP sustav.

LITERATURA

- [1] ... *Implementing Traceability in the Food Supply Chain*, CIES The Food Business Forum, 2005.
[2] D. Severance, J. Passino, *IT u primjeni*, Mate d.o.o., Zagreb, 2009.
[3] D. Burrus, *Flash Foresight*, HarperCollins, USA, 2011.
[4] J. Nađ, *Poslovno informatička podrška za tri razine kvalitativnih procesa u proizvodnji*, HDK, 2011.

IT SUPPORT FOR TRACEABILITY ESTABLISHING IN MANUFACTURING

Summary

The paper presents the principle of IT support required to achieve the necessary level of consistency in production. Traceability is no longer unique to pharmaceutical and food companies, but in recent years the term became mandatory in all types of production. New requirements for connecting processes related to raw material input, transformation process and the process of distribution/sales of finished products are continuously appeared. Traceability must be enabled in both directions: from raw material supplier to the purchaser of the finished product, in case of need for the withdrawal of certain products from consumption, and in the direction of the purchaser to the vendor, if necessary to discover the causes of poor quality products.

In order to achieve increasing demands for traceability, strong IT support is needed. Principles of IT support will be presented on the example of one Scandinavian production company.

Keywords: *Manufacturing, Traceability, IT support*