

Automatizovana detekcija nedostatka zaliha u maloprodaji

Goran Avlijaš, Radoslav Avlijaš

Fakultet za menadžment
Univerzitet Singidunum
Beograd, Srbija
gavlijas@singidunum.ac.rs

Sadržaj — Nedostatak zaliha predstavlja jedan od najvećih problema lanaca maloprodaje, jer direktno rezultira propuštenom prodajom, smanjenjem profita i potencijalnim gubitkom kupaca. Ranije su mogućnosti detekcije nedostatka zaliha bile ograničene na fizičko proveravanje asortimana i evidentiranje artikala koji nedostaju. Iako navedeni metod daje pouzdane podatke, on predstavlja izuzetno skupu i praktično neizvodljivu tehniku za praćenje više stotina objekata i više hiljada različitih artikala. Razvoj ICT tehnologije omogućio je integraciju sistema snabdevanja i maloprodaje i otvorio vrata automatizovanoj detekciji nedostatka zaliha. Ovaj rad ima za cilj predstavljanje modela automatizovane detekcije nedostatka zaliha koji može značajno unaprediti efikasnost lanca snabdevanja i uticati na povećanje prometa i profita maloprodajnog lanca i proizvođača.

Gljučne riječi—nedostatak zaliha; automatizovana detekcija; maloprodaja;

I. UVOD

Dugoročno zadovoljstvo predstavlja osnovni preduslov za izgradnju lojalnosti kupaca i potrošača određenom brendu i maloprodajnom lancu. Na sličan način, lojalnost i zadovoljstvo kupaca predstavlja jedan od najvažnijih faktora povećanja prometa i profitabilnosti svake kategorije proizvoda [1]. Iako je održavanje dovoljnog nivoa zaliha i osiguranje dostupnosti svakog artikla jedan od najboljih načina da se poveća zadovoljstvo i lojalnost kupaca, fenomen nedostatka zaliha (eng. out of stock) i dalje predstavlja isuviše učestalu pojavu u sektoru maloprodaje proizvoda široke potrošnje [2].

Dosadašnja istraživanja ovog fenomena u svetu pokazala su da stope nedostatka zaliha mogu značajno varirati u zavisnosti od regiona i kategorije proizvoda, ali većina spada u rang između 5 i 10%. Prema izveštaju iz 2002. godine koji predstavlja kompilaciju svetskih istraživanja na temu rasprostranjenosti, uzroka i reakcija kupaca na nedostatak zaliha u maloprodaji, procenjeno je da prosečno 8,3% svih artikala u asortimanu nije dostupno kupcu u trenutku kupovine [3]. Istraživanja sprovedena u Evropi pokazala su da je stopa nedostatka zaliha uglavnom nešto viša od svetskog proseka i da varira između 10 i 15% [2].

Kada su u pitanju posledice, rezultati istraživanja su pokazali da kupovinom konkurentskog brenda usled nedostatka zaliha traženog artikla u istom maloprodajnom objektu, proizvođač može izgubiti i do 50% svojih kupaca. Sa druge strane, odlaskom potrošača po željeni artikal u konkurentski maloprodajni objekat, lanac maloprodaje može izgubiti i do 14% svojih kupaca [4]. Navedene posledice u finansijskom smislu ogledaju se kroz smanjenje prometa koje nastaje kao rezultat propuštene prodaje tokom perioda nestašice artikla i dugoročnih gubitaka na ostalim kategorijama, a procenjuju se na oko 4% ukupnog obima prodaje [3].

Ovaj rad ima za cilj istraživanje mogućnosti modela automatizovane detekcije nedostatka zaliha uz pomoć naprednih informacionih i komunikacionih tehnologija. Uz pomoć dostupnih istorijskih podataka od prodaji, snabdevanju i asortimanu, model omogućava kontinualno praćenje stanja lagera i detekciju nedostatka zaliha u svakom maloprodajnom objektu, u bilo kom trenutku. Prvi deo rada treba da prikaže dosadašnje rezultate empirijskih istraživanja problema nedostatka zaliha, a drugi deo predstavi predloženi model automatizovane detekcije nedostatka i rezultate njegove primene na bazi stvarnih podataka.

II. PROBLEM NEDOSTATKA ZALIHA

Pojam „nedostatak zaliha“ opisuje situaciju u kojoj artikal koji se nalazi u asortimanu maloprodajnog objekta nije dostupan kupcu u željenom trenutku prodaje. Stopa nedostatka zaliha izražava se kao procentualni odnos broja artikala koji nisu dostupni kupcu i ukupnog broja artikala u asortimanu maloprodajnog objekta. Iako postoji veliki broj istraživanja vezanih za reakcije kupaca na situacije nedostatka zaliha, na drugoj strani ne postoji nedovoljno istraživanja o uzrocima ovog problema. Dosadašnja relevantna empirijska istraživanja vezuju uzroke nedostatka zaliha za sledeća tri procesa:

1) Loše naručivanje može podrazumevati naručivanje nedovoljnih količina artikala ili zakasnelo poručivanje. Lošim predviđanjem maloprodaje mogu pogrešno proceniti tražnju za artiklom i naručivati nedovoljne količine, što je česta praksa kod artikala na promociji. Sličan princip može važiti i za centralni magacin.

2) Loše dopunjavanje podrazumeva postojanje artikla u objektu, ali ne i na policama. Ovo može biti posledica neadekvatno alociranog prostora na rafovima ili loše vođenje inventara u priručnom skladištu. Na nivou centralnog skladišta mogu postojati nedovoljne zalihe za zadovoljavanje tražnje, pa se narudžbine maloprodaje brišu.

3) Loše planiranje podrazumeva nekoliko mogućih uzroka: kada je artikal izlistan iz asortimana, a informacija nije stigla do maloprodaje; kada proizvođač ne pošalje adekvatnu robu ili pogreši količinu; kada postoji nedostatak zaliha, a proizvođač nije u mogućnosti da proizvede dovoljne količine da bi zadovoljio tražnju.

Na svetskom nivou utvrđeno je da 47% svih uzroka čine uzroci lošeg naručivanja, 35% lošeg dopunjavanja, a 18% lošeg planiranja. Od 47% uzroka lošeg naručivanja, 35% predstavlja loše predviđanje, a 13% loše poručivanje od strane maloprodajnog objekta. Od 35% uzroka lošeg dopunjavanja, loše skladištenje u objektu čini 25%, a loše skladištenje u centralnom magacinu 10% uzroka. Što se tiče planiranja, 14% uzroka čini loše upravljanje, a 4% ostali uzroci [3].

Pojam nedostatka zaliha ne podrazumeva samo situaciju kada određenog artikla nestane u maloprodajnom objektu ili centralnom magacinu nego i situaciju kada artikal nije izložen na polici. Problem nedostatka zaliha u objektu predstavlja predmet izučavanja upravljanja lancima snabdevanja više od trideset godina, tako da postoji određen broj modela koji se bave ovom tematikom. Sa druge strane, problem dopunjavanja polica uglavnom predstavlja predmet izučavanja marketinga iz perspektive reakcije potrošača [5].

Iako su akademska istraživanja identifikovala i klasifikovala više od deset mogućih reakcija potrošača na nedostatak zaliha, menadžerska istraživanja mere pet primarnih reakcija koje će potrošači ispoljiti kada se suoče sa nestašicom artikla koji su nameravali da kupe. Svih pet reakcija podrazumevaju negativne posledice koje dovode do direktnih ili indirektnih gubitaka i za maloprodaju i za proizvođače. Međutim, neke reakcije donose veće direktne gubitke bilo za maloprodaju, bilo za proizvođača. Pet osnovnih reakcija i posledica prikazne su u tabeli I.

TABELA I. REAKCIJE POTROŠAČA I MOGUĆE POSLEDICE [5]

Reakcija potrošača	Prosek u svetu	Posledica po maloprodaju	Posledica po proizvođača
1. Kupovina artikla u drugom objektu	31%	Propuštena prodaja	Nema posledice
2. Kupovina supstituta drugog brenda	26%	Trošak jeftinije zamene	Propuštena prodaja
3. Kupovina supstituta istog brenda	19%	Delimičan trošak ako se kupac odluči za jeftiniju zamenu	
4. Odlaganje planirane kupovine	15%	Loš novčani tok i obrt zaliha	Loš novčani tok i fluktacija tražnje
5. Odustajanje od kupovine	9%	Propuštena prodaja	

Pored direktnih gubitaka u vidu propuštene prodaje, lanci maloprodaje i proizvođači trpe dodatne indirektno gubitke usled smanjenog zadovoljstva potrošača, što za rezultat ima manje poverenje u datu maloprodaju i brendove. Kada nestašica dovede do kupovine u drugom objektu, potrošač dobija priliku da isproba drugi objekat. Teorija ponašanja potrošača ukazuje da proba prethodi usvajanju, a samim tim učestale nestašice otvaraju mogućnost za trajnu promenu objekta. Kada nestašica prouzrokuje kupovinu konkurentskog brenda, potrošač koji proba drugi proizvod takođe može trajno promeniti brend.

Drugi ključni izvor indirektnih gubitaka potiče iz neefikasnosti lanca nabavke. Potrošači koji menjaju brendove, veličine i objekte, kao i oni koji odlažu kupovinu daju netačnu sliku menadžerima, koji od lanca nabavke očekuju da isporučuje dobre količine i kombinacije proizvoda. Istraživanje dinamike sistema ukazuje da se netačni signali koji stižu iz maloprodaje pojačavaju duž lanca nabavke. Istraživanja su pokazala je da dugoročno zanemarivanje problema nedostatka zaliha vodi ka greškama u postavljanju optimalnog asortimana proizvoda [6].

III. MERENJE NEDOSTATKA ZALIHA

Prepoznavanje nedostatka zaliha kao jednog od ključnih problema sektora maloprodaje direktno je uslovljeno merenjem ovog fenomena. Većina sprovednih studija je empirijska i bazirana na fizičkim proverama, gde istraživač posećuje maloprodajni objekat i izveštava o dostupnosti određenih kategorija proizvoda. Imajući u vidu da prosečni maloprodajni objekat nudi preko 5,000 artikala, provera ovog tipa je ograničena na mali broj artikala. Trajanje je takođe ograničeno i retko traje više od dve nedelje. Visoki troškovi, ograničeno vreme i broj artikala predstavljaju značajne barijere za širu primenu navedne metode detekcije nedostatka zaliha.

Nedostaci fizičke metode detekcije u kombinaciji sa mogućnostima savremenih tehnologija, otvorili su vrata automatskim metodama detekcije i merenja stope nedostatka zaliha. Ovo u najvećem broju slučajeva podrazumeva prikupljanje podataka o prodaji, narudžbinama, povratima i prodajnom asortimanu koji se mogu dobiti iz informacionog sistema maloprodajnog lanca. Nakon prikupljanja svih relevantnih podataka, neophodno je „očistiti“ bazu od nekonzistentnih i suvišnih podataka, a zatim primeniti određena pravila i izvršiti analizu. U literaturi se najčešće pominju tri moguće metode automatske detekcije nedostajućih zaliha:

1) *Detekcija radio talasima (RFID)* omogućava praćenje i lociranje svakog artikla u maloprodajnom objektu, a samim tim i određivanje njegove dostupnosti potrošaču. Da bi ovo bilo moguće, neophodno je obeležiti svaki pojedinačni artikal odgovarajućom etiketom i postaviti čitače u maloprodajnom objektu. Iako su određene studije pokazale značajno smanjenje nedostatka zaliha uz pomoć RFID tehnologije [7], RFID još uvek nije doživeo širu primenu, uglavnom zbog visokih troškova implementacije i spore adaptacije postojećeg IT okruženja [8].

2) *Detekcija trendom prodaje (POS)* zasniva se na upotrebi podataka o prodaji (sa *point-of-sale* terminala) i izradi algoritama kojima se procenjuju trendovi prodaje određenog artikla. Na osnovu istorijskih podataka o prodaji i odgovarajućeg algoritma, definiše se očekivana prodaja u narednom periodu. Kada podaci pokažu značajnije odstupanje od očekivanog ponašanja, događaj se evidentira kao nestašica. U kombinaciji sa fizičkom proverom ovaj metod daje preciznost od 80%, ali isključivo kada se radi o fiksnom asortimanu i artiklima sa brzim obrtom [3].

3) *Detekcija kontinualnim stanjima lagera (PI)* zasniva se na upotrebi podataka o prodaji, podataka o naručivanju i distribuciji i asortimanu prodajnog objekta. Na osnovu ukrštanja podataka, moguće je ustanoviti stanje lagera, odnosno dostupnost u svakom trenutku. Ovo podrazumeva da stanje u informacionom sistemu odgovara realnom fizičkom stanju, što iz više razloga često nije slučaj. Kao posledica neusklađenosti javlja se višak stanja u IS (fantomske zalihe) ili višak fizičkog stanja (skriveno stanje), a rezultati istraživanja navode da neslaganje može biti i do 35% [9].

IV. PREDLOŽENI MODEL DETEKCIJE

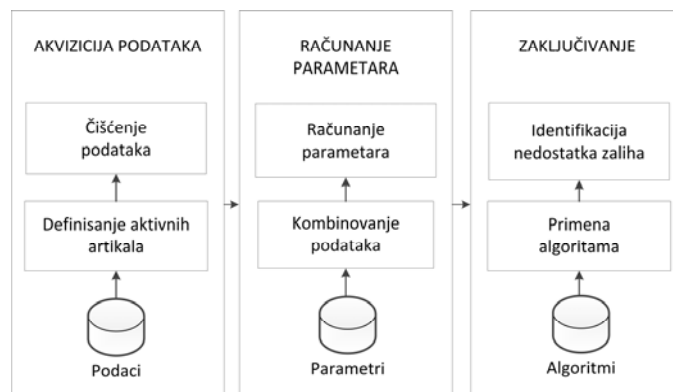
Predloženi model automatske detekcije nedostatka zaliha razvijen je za potrebe velikog maloprodajnog lanca robe široke potrošnje u Srbiji koji aktivno koristi savremene tehnologije za povećanje efikasnosti poslovanja. Cilj modela je omogućavanje brze i pouzdane automatske detekcije nedostatka zaliha na osnovu raspoloživih podataka iz informacionog sistema. Nakon istraživanja razvijeno je nekoliko mogućih alternativa, a kao najbolja pokazala se metoda kontinualnih stanja lagera u kombinaciji sa primenom određenih pravila. Predloženi model grafički je prikazan na slici 1, a sastoji se od sledećih elemenata:

1) *Akvizicija podataka* – prikupljanje podataka o početnom stanju, prodaji, povratima, transferima i isporukama na nivou svakog artikla i maloprodajnog objekta iz centralnog ERP sistema i internih evidencija.

2) *Izračunavanje parametara* – uparivanje prikupljenih podataka i izračunavanje traženih parametara (dani prodaje i mirovanja, stvarna stanja lagera i odstupanja) za svaki artikal i maloprodajni objekat u lancu.

3) *Zaključivanje* – primena određenih algoritama na izračunate parametre prodaje i detekcija nedostatka zaliha na nivou svakog artikla i maloprodajnog objekta. Spajanjem rezultata dobija se ukupna slika na nivou celog sistema.

Imajući u vidu da se radi o desetinama miliona obzervacija nad kojima se vrši uparivanje i statistička obrada, jasno je da model zahteva ozbiljnu softversku i hardversku podršku kako bi se omogućio dovoljno efikasan rad. Iako je kranji cilj postavljanje i funkcionisanje modela u okviru ERP sistema preduzeća, praksa je pokazala da u određenom broju slučajeva obrada podataka nije moguća u samom sistemu, već je neophodno eksportovati podatke u brže alate namenjene statističkoj analizi.



Slika 1. Model automatizovane detekcije nedostatka zaliha

Predloženi model osim što omogućava detekciju nedovoljnih zaliha po objektima u realnom vremenu, omogućava i analizu istorijskih podataka i računanje svih instanci nedostatka zaliha i propuštene prodaje u ranijem periodu na nivou određenog maloprodajnog objekta ili celog sistema. Predloženi model stanje zaliha registruje na nivou artikal-objekat-dan, a stopu nestašica registruje kao procenat od maksimalno mogućeg stanja lagera. Drugim rečima, ako su od maksimalnih 2 artikala u 3 objekta za 2 dana, 2 artikala u po 1 objektu objekta u 1 danu imala stanje lagera = 0, stopa nedostatka zaliha iznosi 17% (2/12). Uprošćena metrika prikazana je u tabeli 2.

TABELA II. POJEDNOSTAVLJENA METRIKA DETEKCIJE

Stanje lagera	Objekat 1	Objekat 2	Objekat 3	Objekat n
Art. 1, dan 1	10	45	14	---
Art. 1, dan 2	2	7	0	---
Art. 2, dan 1	0	5	5	---
Art. 2, dan 2	6	1	32	---
Art. n, dan n	---	---	---	---

Osnovna karakteristika maloprodaje robe široke potrošnje i ujedno najveći problem većine modela detekcije je uvođenje velikog broja novih artikala i česta promena asortimana. Praksa je pokazala da ulistavanje i izlistavanje više stotina artikala na mesečnom nivou, često rezultira netačnim asortimanom po objektima. U modelu problem varijabilnog asortimana rešen je algoritmom prema kome artikal može imati nestašicu u određenom trenutku, samo ako se nalazio na lageru u periodu pre i posle tog događaja. Ovim se izbegava greška prema kojoj se period pre ulistavanja i posle izlistavanja artikla iz asortimana može identifikovati kao period nestašice.

Čest problem kod upotrebe metode kontinualnih stanja lagera jeste pouzdanost podataka, odnosno neslaganje realnog stanja lagera i stanja lagera u IS. Kako bi se rešio problem „skrivene zalihe“, onemogućena je prodaja artikala koji postoje fizički, a nema ih na elektronskom stanju. Što se tiče obrnute situacije, odnosno problema „fantomskih zaliha“, model uzima u obzir podatke iz različitih izvora i evidencija, tako da se stanje u IS kontinualno prilagođava i svodi na stvarno fizičko, koje je u slučaju fantomskih zaliha manje usled krađe, otpisa, povrata, transfera ili drugog uzroka.

Za proveru predloženog modela korišćeni su podaci o kretanju robe na uzorku od 50 maloprodajnih objekata u toku prvog kvartala 2012. godine. Rezultati analize su pokazali da je prosečna stopa ukupnih nedostatka zaliha u navedenom periodu iznosila 6.5%. Utvrđeno je da je različitih 8.239 artikala, odnosno 85% asortimana u najmanje jednom danu i najmanje jednom objektu imalo nedostatak zaliha. Daljom analizom je utvrđeno da je stopa nedostatka zaliha bila najveća u 200-700 najprodavanijih artikala, a da u 75% slučajeva nedostatak zaliha traje manje od 7 dana.

Model je pokazao da maksimalna propuštena prodaja uzrokovana nedostatkom zaliha u ovom slučaju može iznositi 5.3% ostvarenog kvartalnog prometa. Ovaj rezultat je nešto viši od svetskog proseka koji iznosi između 1.6 i 4%. Propuštena prodaja određenog artikla izračunava se kao proizvod prosečne dnevne prodaje određenog artikla u periodu kada ga je bilo na stanju i ukupnog broja dana kada određenog artikla nije bilo na stanju. Iako navedni pokazatelj ne uzima u obzir situacije u kojima se kupci odlučuju za zamenski proizvod, ipak može upozoriti na stepen mogućih posledica nedostatka zaliha.

Za još precizniju procenu efekata nedostatka zaliha na smanjenje prometa i profita, neophodna je nešto detaljnija analiza. Umesto obrade podataka na nivou dana, neophodno je spustiti se na na nivo pojedinačnog kupca, odnosno račun, kako bi se ustanovilo (ne)postojanje uticaja nedostatka jednog artikla na povećanu prodaju zamenskog artikla. Iako je ovaj vid analize teorijski bilo moguće izveti na datom skupu podataka, softverska i hardverska ograničenja nisu dozvolila analitiku navedenog nivoa i detaljnosti.

Prezrtovani rezultati ukazuju da posmatrani sistem maloprodajnih objekata dovoljno pažnje posvećuje praćenju najprodavanijih artikala i robnih grupa, koji tradicionalno najčešće nedostaju na policama. U ovu grupu spadaju artikli koji se često nalaze na različitim tipovima promotivnih akcija i za koje tražnja značajno varira tokom vremena. Sa druge jasno je da ukoliko se želi ostvariti maksimalni promet, nije dovoljno voditi računa samo o robnim grupama sa najbržim obrtom. Istraživanja u svetu su pokazala da višestruko iskustvo kupaca sa nestašicom artikala sa sporijim obrtom mogu rezultirati trajnim obavljanjem kupovine u konkurentskom objektu.

V. ZAKLJUČAK

Nastojanje analitičara da procene tražnju za svaki artikal u maloprodajnom asortimanu predstavlja osnovu za razvoj naprednih softverskih alata i budućnost koja treba da omogući ranu detekciju i predupređenje situacije nedostatka zaliha. Ipak neke od uslova neophodnih za njihov razvoj jednostavno nije lako obezbediti u izuzetno dinamičnom i nepredvidivom maloprodajnom okruženju. Dobar primer za to predstavljaju često netačna stanja lagera i trendovi prodaje koje nije moguće uklopiti u statističke raspodele. Zbog toga se heuristički pristupi rešavanju razmatranog problema mogu pokazati kao veoma korisni.

Svaki model detekcije koji je u osnovi baziran na heurističkoj osnovi ne može garantovati optimalno rešenje i kao takav zahteva kontinualni razvoj. Kvalitet takvog modela

uvek će zavisiti od kvaliteta ulaznih informacija i odabranih atributa koji se uzimaju u razmatranje. Ipak, sa većom količinom ulaznih podataka i većim brojem izvora, mogućnost greške svodi se na nivo koji je prihvatljiv za većinu maloprodajnih organizacija. U tu svrhu neophodno je napraviti izbor između preciznosti modela i efikasnosti takve procene u smislu angažovanih resursa.

Čak i u slučajevima kada postoji mogućnost greške određenog stepena, predloženi model može ukazati na propuste u planiranju i praćenju nabavke i distribucije određenih robnih grupa i pružiti informaciju o stepenu efikasnosti snabdevanja maloprodajnog lanca. Osim primarne svrhe, model može poslužiti kao polazna tačka u kreiranju naprednog sistema automatizovnog poručivanja, koje će se u budućnosti pokazati kao ključno sredstvo za ostvarenje prednosti u nemilosrdnom konkurentskom okruženju.

LITERATURA

- [1] F. Colacchio, O. Tikhonova., J. Kisis, "Consumer Response to Out-Of-Stock: Decisionmaking process and influencing factors", ECR Europe Conference, 2003, Berlin.
- [2] R. Berger, Full-Shelf Satisfaction. Reducing out-of-stocks in the grocery channel. Grocery Manufacturers of America (GMA), 2002.
- [3] T. W. Gruen, D.S. Corsten., S. Bharadwaj, "Retail Out-of-Stocks: A Worldwide examination of Extent Causes and Consumer Responses". The Food Institute Forum, 2002.
- [4] M. Emmelhainz, L. Emmelhainz, J. Stock, "Consumer Responses to Retail Stock-outs, Journal of Retailing", Vol. 67, No.2, 1991, pp.138-147.
- [5] K. Campo, E. Gijsbrechts and P. Nisol, "Towards understanding consumer response to stock-outs". Journal of Retailing, Vol. 76, No.2, 2000, pp.219-242.
- [6] E. T. Anderson, G.J. Fitzsimons & D. Simester, "Measuring and mitigating the costs of stockouts". Management Science, 52(11), 2006, 1751-1763,
- [7] B. Hardgrave, M.Waller, S. Walton, "Does RFID Reduce Out of Stocks? A Preliminary Analysis", Sam M. Walton College of Business, 2007.
- [8] D. Regodić, "Logistika", Univerzitet Singidunum, Beograd, 2011.
- [9] A. Raman, N. DeHoratius, and Z. Ton, "Execution: The Missing Link in Retail Operations", California Management Review, 43 (3), 2001, 136-152.

ABSTRACT

Automatic Detection of Out of Stock in Retail Business

Goran Avlijaš, Radoslav Avlijaš

Out of stock is one of the major problems in the grocery retail business, as it leads to lost sales and decreased consumer loyalty. Previously, the detection of an out of stock was limited to physical verification and tracking of missing items. Although this method provides reliable data, it is very expensive and practically infeasible technique for tracking multiple stores and thousands of different items. The development of ICT technologies has enabled the integration of information from supply chain and retail and opened the door to automated detection of out of stock. This paper presents model for automated detection of out of stock items that can significantly improve the efficiency of the entire supply chain and increase the turnover and profit of retailer and manufacturer.