Neke mogu nosti primene IT kod viljuškara sa manuelnim upravljanjem

MOM ILO D. MILJUŠ, Univerzitet u Beogradu,
Saobraćajni fakultet, Beograd

Stručni rad
UDC: 621.868:004
DOI: 10.5937/tehnika1604593M

eonu viljuškar sa vozačem je skladišno-pretovarni uređaj koji je u velikoj meri angažovan u realizaciji niza aktivnosti u intralogistici kao procesima. Stalni ciljevi u ovoj oblasti, usmereni su ka ubrzanju realizacije i povećanju pouzdanosti/tačnosti skladišno-pretovarnih aktivnosti, sa jedne i smanjenju logističkih troškova, sa druge strane. Sve to je iniciralo značajna istraživanja koja su istorijski posmatrano rezultirala, pre svega, nizom unapređenja u domenu tehničko-eksploatacionih karakteristika viljuškara. Pošto je povećanje brzine kretanja samih viljuškara i zahvatnih uređaja (viljuški) u znatnoj meri limitirano kako tehničkim faktorima tako i pravnim ograničenjima u sferi bezbednosti, istraživane su nove mogućnosti povećanja brzine rada kroz skraćivanje vremena realizacije pojedinih aktivnosti i drugih rešenja kod viljuškara. Poslednjih godina intenziviran je i prisutan spektar primene savremenih IT rešenja kod ovih viljuškara radi ostvarenja navedenih ciljeva. Ovaj rad daje prikaz tendencija u ovom domenu.

Ključne reči: viljuškar, informacione tehnologije, intralogistika, racionalizacija

1. UVOD

U oblasti intralogistike je stalno prisutna težnja za unapređenjem logističkih aktivnosti u skladištu i unutrašnjem transportu, racionalizacijom tokova materijala, povećanjem proizvodnosti transportno-manipulativnih uređaja i smanjenjem troškova njihovog rada. To se, izmeću ostalog, može ostvariti eliminacijom ili smanjenjem vremenskih gubitaka koji su posledica nepostojanja pravovremenih i kvalitetnih informacija (npr. vozač viljuškara nema odgovarajuće informacije o lokacijama paleta, mestima zahvatanja i odlaganja, optimalnim rutama, i dr.) [1].

U literaturi ima dosta istraživanja koja se bave automatizacijom procesa generisanja, prikupljanja, obrade i razmene podataka o transportno-manipulativnim aktivnostima, posebno kod sistema automatski vođenih vozila (engl. Automatic Guided Vehicle Systems – AGVS) i njihove podgrupe, autonomno vođenih viljuškara [2], [3] [4], [5]. U praksi je veoma teško obezbediti potpunu automatizaciju procesa i primenu AGVS-a kako zbog visoke cene ovih sistema tako i niza drugih faktora koji su posledica karakteristika, uslova realizacije i zahteva poslovnih procesa. Iz tog razloga,

transportno-manipulativne aktivnosti se u nizu slučajeva realizuju primenom viljuškara sa manuelnim upravljanjem [6]. Međutim, kod ovakvog načina upravljanja u značajnoj meri su prisutni brojni subjektivni faktori koji utiču na kvalitet i brzinu razmene podataka a time i na realizaciju logističkih aktivnosti. Da bi se uticaj ovih faktora smanjio, u praksi se sve više primenjuju različita rešenja koja se zasnivaju na savremenim informacionim tehnologijama – IT. Ijom se primenom ostvaruju preduslovi za kvalitetnije, pouzdanije i efikasnije realizovanje pojedinih aktivnosti u procesu rada viljuškara. U literaturi [7] se navodi da primena sistema za on-line prikupljanje i prenos podataka radio putem na viljuškaru ili komisionom vozilu, može da ostvari do 40% vremenskih ušteda, a samo navigacijom u skladištu povećanje proizvodnosti do 25% [8].

Da bi se sagledao potencijalni spektar racionalizacije rada eonog viljuškara sa manuelnim upravljanjem, (kao tipičnim sredstvom realizacije pretovarno-manipulativnih aktivnosti), potrebno je sagledati parcijalna vremena trajanja ciklusa (faza) rada. Prosti ciklus viljuškara (T_c) se može izraziti kao [9]:

$$T_c = \left\{ \sum_{i=1}^{10} t_i + t_g \right\} \quad (1)$$

gde je:

Adresa autora: Momilo Miljuš, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305
Rad primljen: 18.07.2016.
Rad prihvaćen: 22.07.2016.

t_1 – vreme zahvatanja tereta
 t_2 – vreme spuštanja opterećenih viljuški
 t_3 – vreme za okretanje opterećenog viljuškara po zahvatanju tereta i priprema za kretanje
 t_4 – vreme kretanja opterećenog viljuškara od mesta zahvatanja do mesta odlaganja tereta
 t_5 – vreme podizanja opterećenih viljuški
 t_6 – vreme odlaganja tereta
 t_7 – vreme spuštanja neopterećenih viljuški
 t_8 – vreme za okretanje (manevar) neopterećenog viljuškara po odlaganju tereta i priprema za kretanje
 t_9 – vreme kretanja neopterećenog viljuškara od mesta odlaganja do mesta novog zahvatanja tereta
 t_{10} – vreme podizanja neopterećenih viljuški do pozicije zahvatanja tereta
 – koeficijent „dvojnih“ operacija koji uzima u obzir jednovremenu realizaciju pojedinih aktivnosti
 t_g – dodatno vreme usled ubrzanja/usporenja kod polaska/zaustavljanja viljuškara u pojedinim fazama ciklusa

Ovakav proračun parcijalnih vremena rada je opravdan uz pretpostavku da su vozači u viljuškara tokom rada poznati svi potrebni podaci o robi, mestu nastanka zahteva, mestu završetka zahteva, rutu kretanja, administrativnim procedurama i sl. U praksi je situacija u značajnoj meri drugačija.

Na primer, po postavljanju drumskog transportnog sredstva (uz pretpostavku da je reč o paletizovanom teretu) i po pripremi za istovar/utovar, često se ne znaju svi relevantni podaci o svakoj prispeloj paleti: o vrsti robe, posebnim zahtevima, vlasniku, o tačnoj lokaciji odlaganja/zahvatanja palete u skladištu, i dr.

Posledica toga je da neka parcijalna vremena ciklusa postaju (nekada znatno) duža, pošto je potrebno dodatno vreme za prikupljanje, obradu i dostavljanje potrebnih podataka vozaču u viljuškara. Ukoliko su ovi procesi automatizovani, oni mogu da se obavljaju paralelno sa radom viljuškara, čime su ostvareni preduslovi da se ta dodatna vremena u značajnoj meri redukuju.

Imaju li prethodno u vidu, cilj ovoga rada je da prezentuje neka od mogućih mesta primena IT u radu neopterećenog viljuškara sa manuelnim upravljanjem radi povećanja efikasnosti njihovog rada. Respektujući i specifičnosti rada i realizacije ciklusa viljuškara, ovaj rad sadrži pet celina koje se odnose na potencijalna mesta primene IT kod ove vrste viljuškara:

- Zahvatanje palete,
- Zadavanje rute viljuškara,
- Praćenje kretanja viljuškara,
- Odlaganje palete na zadatu lokaciju, i
- Komunikacija viljuškara i okruženja.

U narednom tekstu će biti prikazan svaki od navedenih mesta primene IT, sa njihovim opisom i potencijalnim efektima primene.

2. ZAHVATANJE PALETE

Po etapu ciklusa viljuškara je zahvatanje palete (sa transportnog sredstva, iz skladišta, sa pretovarnog fronta i dr.). U nekim slučajevima nije neophodno da se znaju podaci o paleti i robi koja se na njoj nalazi, ali u značajnom procentu procesa utovara/istovara je potrebno identifikovati paletu i robu kako bi se ti podaci obradili i na osnovu njih dobila uputstva o narednim aktivnostima sa paletom, a time i kretanju/angažovanju viljuškara. Kod savremenih rešenja IT identifikacija palete i robe se može primeniti Bar-kod, RFID, i OLR (Optical Label Reader) tehnologija.

Bar-kod tehnologija se koristi za obeležavanje paleta i robe gde vozač viljuškara ručno skenerom očitava oznake. Savremena rešenja podrazumevaju korišćenje laptop ili tablet računara na viljuškara tako da je očitavanje oznaka direktno povezano sa odgovarajućim IT aplikacijama. Već i deo vremena vozač viljuškara je u svom sedištu ali postoje situacije kada nije moguće očitavanje bar kod oznaka sa sedišta. Iskustva pokazuju [10] da kod ovakvih sistema može doći do energetskih smetnji, resetovanja računara na viljuškara i gubitka nekih podataka.

RFID (engl. Radio Frequency Identification) tagovima se mogu obeležavati kako palete, tako i jedinice roba. RFID čitači se postavljaju na viljuškar tako da ne zahtevaju dodatne aktivnosti vozača (slika 1) [11]. Kompanija Falkenhahn ima u ponudi drugu generaciju RFID paleta kod kojih su dva taga postavljena u dijagonalne uglove palete omogućiavaju i 100% detekciju [12]. Pri tome, mora se naglasiti da je RFID tehnologija još uvek relativno skupa i komplikovana za implementaciju [13].

Slika 1 - Prikaz mogućih mesta primene RFID tehnologije kod paleta i viljuškara

OLR (engl. Optical Label Reader) tehnologija se zasniva na optičkom očitavanju bar kod oznaka [14]. Optički senzor za očitavanje oznaka se sastoji od kamere, optičkog sistema i internog računara, i postavlja se na prednjoj strani viljuškara. OLR ima mogućnost očitavanja bar kod oznaka u svom vidnom polju bez dodatne intervencije vozača. Ako roba nema bar kod

oznaku ili ona nije vidljiva, drugi optički senzor (detektor palete) očitava oznaku sa palete i određuje da li se roba nalazi na njoj. Ova tehnologija automatskog očitavanja i sakupljanja podataka o zalihama eliminiše i upotrebu ručnog terminala i time jednovremeno redukuje vreme angažovanja vozača viljuškara na tim operacijama.

Slika 2 - Prikaz principa rada OLR tehnologija

Podaci koji su očitani sa oznake, bar kod-a ili RFID tag-a se preko računara unara na viljuškaru, bežičnim putem prosleđuju do WMS u kome se sprovodi obrada podataka, poredi sadržaj palete sa narudžbinom, i zadaju informacija o daljim aktivnostima u ciklusu sa zahvaćenom paletom. Primenom automatske identifikacije robe i palete eliminišu se vremenska zadržavanja viljuškara pri zahvatu i dodatne aktivnosti vozača u vezi sa tim procesima. Prema [15] u odnosu na aktivnost jednog očitavanja manuelnim terminalom prosečno se štedi oko 8 sekundi.

3. ZADAVANJE RUTE VILJUŠKARU

Posle zahvatanja palete viljuškar ide do mesta njenog odlaganja na unapred definisanoj lokaciji. U savremenim logističkim sistemima, ruta viljuškara se definiše u upravljačkom podsystemu (npr. WMS) primenom odgovarajućih modela a u skladu sa zadatim kriterijumima (pređeni put, vreme kretanja, lokacije na ruti i dr.). Ruta kretanja viljuškara obuhvata precizno definisan plan kretanja sa svim lokacijama koje viljuškar prolazi do mesta odlaganja palete i vozač u viljuškara se dostavlja na preko računara ekrana postavljenog na viljuškaru (slika 3). Komunikacija između upravljačkog sistema i viljuškara se najčešće zasniva na bežičnoj komunikaciji. Po dobijanju projekтовane rute vozač potvrđuje njen prijem i započinje kretanje viljuškara (sledeći korak ciklusa) do mesta odlaganja palete.

Slika 3 - Računar postavljen na viljuškar

4. PRAĆENJE KRETANJA VILJUŠKARA

Upravljanje lokacije transportnih sredstava je danas jedan posebno važan segment i praktično je nezostavno u procesu praćenja i upravljanja radom raznih transportnih sredstava u javnom saobraćaju. Ova tehnologija upravljanja lokacije transportnog sredstva je sa spoljnog transporta (poznata kao GPS) preneti i u domen intralogistike, gde se kroz praćenje kretanja i upravljanje pozicije sredstava za RM takođe teži racionalizaciji njihovog rada. Kod viljuškara sa manuelnim upravljanjem se, sa navedenim ciljem, u praksi sreću nekoliko rešenja baziranih na različitim tehničkim rešenjima – RFID tagovima, laserskim sistemima i dr., koji se u krajem obimu biti predstavljeni u daljem tekstu.

Jedno od ovih rešenja je u praksi poznato kao RFID Portal, koji se obično postavlja u vrata (koja povezuju karakteristične zone u DC, skladištima i dr.), po čemu je i dobio naziv. Portal se može definisati kao zona očitavanja RFID tag-ova i izvodi se u različitim konfiguracijama. Jedna od njih je predstavljena na slici 4. Prolaskom viljuškara kroz portal se omogućava identifikovanje njegovog ulaza/izlaza u neku zonu, a eventualno i paleta (i robe na njima) ukoliko se ona transportuje na viljuškaru.

Slika 4 - Primer izgleda RFID portala [JungHeinrich Warehouse Navigation White Paper.pdf]

Viljuškari sa visokim stepenom primene IT inovacija mogu da obavljaju zadatke kretanja poluautomatski ili potpuno automatski. Firma Jungheinrich (svetski poznat proizvođač viljuškara, transportno-manipulativnih vozila i dr.) je kod velikog špeditera i davaoca logističkih usluga iz Severne Nemačke primenio sopstveno razvijen logistički interfejs za povezivanje viljuškara i WMS-a, a pri tome se navodi: „Po prijemu naloga za kretanjem (u regalu sa uskim prolazima), rukovalac (vozač viljuškara) treba samo da drži pritisnutu komandu (polugu) za kretanje ili podizanje, a vozilo samostalno dolazi na zahtevano poziciju i samostalno zahvata paletu. Skladišna navigacija povećava proizvodnost u ovom slučaju do 25%“ [7]. Opisan pristup omogućen je i pri radu viljuškara u širokim

prolazi, pri čemu WMS preko logističkog interfejsa prenosi instrukciju za kretanje do ciljnog mesta, uz informaciju o potrebnoj visini dizanja viljuški. Primenom ove tehnologije je omogućeno poluautomatsko voženje do ta ne zahtevane visine podizanja viljuški radi odlaganja/zahvatanja jedinica tereta.

Ukoliko je potrebno utvrđivanje ta nije pozicije viljuškara u nekoj od zona njegovog rada, moguće je primena nekoliko rešenja od kojih su tri naredna najčešće primenjena u praksi: Indoor GPS, 2D Bar Code Tracking System i RFID Transponder System. U narednom tekstu će biti dat njihov kratak prikaz.

4.1 Indoor GPS

Korišćenje GPS u zatvorenim objektima zbog ometanja „spoljnog“ GPS signala ili nije moguće ili ne daje dovoljno precizne podatke. Da bi se ideja GPS primenila u takvim uslovima koristi se nekoliko rešenja koja su prilagođena radu u zatvorenim prostorijama, koje sa označavaju i kao IPS - Indoor Positioning System) [16] [17], [18] i ona zahtevaju postavljanje odgovarajuće opreme na viljuškaru i objektu.

Pri radu preko radio veze, sistem koristi mrežu transmitera koji su postavljeni u/nad objektima preko kojih se komunicira sa viljuškarom. Ovim rešenjem se omogućava utvrđivanje lokacije viljuškara, pri čemu se ostvaruje bolja preciznost od „satelitskog“ GPS-a. Više detalja o načinu rada i primeni ovog rešenja može se naći u [16].

4.2 2-D BAR Code tracking system

Ovo rešenje je bazirano na primeni ideje GPS uz centralizovani monitoring sistem praćenja pozicije vozila pomoću snimanja, prenosa, obrade i memorisanja podataka dobijenih video putem. U tom cilju svako vozilo je opremljeno uređajem za vizuelno praćenje (slika 5) oznaka izvedenih kao 2D bar kod, koje su postavljene na plafonu ili krovnoj konstrukciji objekta u kome radi viljuškar (slika 6).

Slika 5 - Uređaj na vozilu za vizuelno praćenje

Slika 6 - 2D bar kod oznake postavljene na plafonu

Bar kod oznake na plafonu uređaj na vozilu očitava jednom do dva puta u sekundi i očitane podatke prosleđuje centralnom računaru. Na osnovu njihove obrade se utvrđuje pozicija viljuškara u prostoru i po potrebi zadaju dalje instrukcije voza u viljuškara. Ovaj sistem može da se proširi i za on-line identifikaciju paleta i tereta kao i praćenje elemenata rada viljuškara (slika 7).

Slika 7 - Proširenje funkcija optičke tehnologije za praćenje pozicije viljuškara

4.3 RFID transponder system

Ova varijanta je bazirana na RFID tehnologiji koja koristi tag-ove ugrađene u pod (floor topology) objekta u tačkama koje su definisane merodavnim rasterom (slika 8) [4]. Pri kretanju viljuškara, čita na viljuškaru preuzima informacije sa tag-ova u podu i prosleđuje ih WMS-u. Kako su pozicije ovih tag-ova fiksne, WMS u realnom vremenu „zna“ tačnu poziciju viljuškara u prostoru i po potrebi voza u prosleđuje odgovarajuće instrukcije za dalji rad. One se po pravilu prikazuju na monitoru ugrađenom na viljuškaru, a vozač na odgovarajući način daje potvrdu prijema instrukcije.

Slika 8 - Prikaz principa definisanja lokacije viljuškara pomoću tag-ova ugrađenih u pod

Primenom kombinacija topologije poda i RFID kontrolnih modula, brzina rada viljuškara se može prilagoditi stanju poda u raznim tačkama radnog prolaza regala, a što može biti od posebne važnosti kod lošeg

stanja poda i uskih i veoma uskih radnih prolaza regala (NA i VNA) i/ili pri radu sa osetljivim teretima. Nadalje, voza u se momentalno šalje informacija ukoliko je on ušao u pogrešan prolaz, time se dodatno utiče na efikasnost rada. Ovaj sistem obezbeđuje veoma visok stepen pouzdanosti, sa veoma malom količinom netačnosti od primene GPS-a.

5. ODLAGANJE PALETE NA ZADATU LOKACIJU

Završna faza u radnom delu ciklusa viljuškara je odlaganje palete na zadatu lokaciju, pri čemu ona u velikoj meri zavisi od primenjene tehnološke koncepcije skladištenja. Informacije o lokaciji su neophodne za kvalitetno funkcionisanje skladišnih procesa jer brzina operacije sa paletom (i robom) koje slede u velikoj meri zavise od brzine pronalaza i pristupanja traženoj paleti. Iz tog razloga, voza viljuškara od WMS-a mora pravovremeno da dobije podatak o lokaciji odlaganja palete, a posle odlaganja voza prosleđuje WMS-u potvrdu o realizovanoj aktivnosti ili eventualno informacije o nepredviđenim situacijama (zauzeto zadato mesto odlaganja palete, onemogućen pristup zadatoj lokaciji i sl.).

U praksi se paletna mesta u skladištu obeležavaju odgovarajućim nosiocem podataka (npr. bar kod-om), tako da se pri odlaganju palete porede očitani podaci lokacije sa zadatim od strane WMS-a i u slučaju odstupanja šalje se upozorenje vozaču. Jedno od rešenja u ovoj fazi rada viljuškara je bazirano na ugradenoj kameri na viljušci viljuškara [13]. Integrisana kamera olakšava vozaču praćenje tačne pozicije horizontalnog nosa i regala, oznake paletnog mesta i same palete sa robom, i precizno i pouzdano odlaganje i zahvatanje paleta (slika 9). Slika sa kamere se on-line prosleđuje WMS-u preko računara na viljuškara, što značajno olakšava rad, posebno kod zahvatanja i odlaganja palete na višim nivoima regala kada je vozaču značajno otežana vidljivost. Time se omogućava povećanje produktivnosti i bezbednost rada a istovremeno i skraćuje vreme trajanja parcijalnih aktivnosti u ciklusu viljuškara.

Slika 9 - Ugrađena kamera na viljušci viljuškara

Radi povećanja efikasnosti i bezbednosti rada, nemačka firma VETTER Industrie GmbH je razvila

dalja rešenja vezana za viljuške viljuškara (VETTER SmartFork®). Viljuške se opremaju LED izvorom svetlosti, time se omogućava potrebna vidljivost u „tamnim“ zonama rada viljuškara. Takođe, pomoću integriranih senzora se utvrđuju rastojanje, kraj palete i nagib palete [5]. Ova poboljšanja/nadgradnje se relativno lako ugrađuju i na postojeće viljuške viljuškara.

6. KOMUNIKACIJA VILJUŠKARA I OKRUŽENJA

Iako viljuškari rade u relativno „zatvorenim“ pod-sistemima, savremeni trendovi u upravljanju lancima snabdevanja postavljaju zahteve za praćenjem aktivnosti i u detaljima. Naime, korisnicima logističkih usluga nije više dovoljna informacija da je njegova roba u tom skladištu, DC ili silosno, već se zahteva podatak i u kojoj je fazi skladišno-manipulativnih operacija u nekom trenutku [19]. U tom smislu, predstavljene primene IT na viljuškarima pružaju preduslove za ispunjenje ovih zahteva, jasno, uz odgovarajuću komunikaciju „viljuškara“ (IT uređaja na njemu) i WMS-a, koji jasno mora biti pristupačan i okruženju (slika 10) [16].

Slika 10 - Prikaz veza viljuškara sa okruženjem (legenda: PPS - Produktion Planung und Steuerung - planiranje i upravljanje proizvodnjom, ERP - Enterprise Resource Planning, MMI - interfejs čovek - mašina)

Komunikacija viljuškara i okruženja može, u tehničkom smislu, da se realizuje na više načina. U zavisnosti od uslova rada, potencijalnog ometanja prenosa signala (zbog prisustva metalnih regalnih konstrukcija, građevinskih elemenata i dr.), primenjuje se neka od varijanti (ili kombinacija) veza za prenos podataka (radio talasima, laserima i dr.).

7. ZAKLJUČAK

Viljuškari sa manuelnim upravljanjem i danas su veoma široko primenjeni u realizaciji pretovarno-skladišnih i drugih procesa u intralogistici. Međutim, stalni zahtevi za povećanjem transparentnosti u lancima snabdevanja, kao i efikasnosti, pouzdanosti i

bezbednosti logističkih procesa i u ovoj oblasti name u istraživanja i primenu novih rešenja.

Jedan od pravaca istraživanja je i primena savremenih rešenja iz oblasti IT, koja u značajnoj meri obezbeđuju preduslove za povećanje proizvodnosti (skraćeno vreme realizacije nekih procesa i do 40%), smanjenje nivoa grešaka u radu, efikasnije upravljanje flotom viljuškara i dr. Nadalje, ova rešenja ostvaruju preduslove za povećanje bezbednosti rada, omogućavaju on-line vezu viljuškara (i voza viljuškara) sa WMS-om i okruženjem, sa svim povoljnostima koje iz toga mogu da proistiku.

Jasno, ovaj pristup ima i određene nepovoljnosti - zahteva dodatna ulaganja u opremanje viljuškara kao i zone rada (elementi skladišnih objekata, frontove pretovara, interne saobraćajnice i dr.). Nadalje, od voza viljuškara se zahtevaju sve veća znanja i time i sve složenija obuka kako bi korišćenje ovih IT bilo na odgovarajućem nivou i na vreme realizovano i u realnim uslovima „rada“ na terenu. Zbog niza kompleksnih faktora prisutnih u domenu korišćenja savremenih rešenja, donošenje odluke o opravdanosti primene novih IT nameće neophodnost značajnih analiza i istraživanja koja zahtevaju znanja kako iz oblasti IT i konstrukcije viljuškara tako i stručnjaka logistike.

LITERATURA

- [1] Geary J, *Increasing Efficiency of Warehouse Operations* - dostupno na <http://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-article/increasing-efficiency-warehouse-operations#>
- [2] Kittel J, *Von der Analyse zum Erfolg*, Hebezeuge und Fördermittel, 3/2014, pp 134-137
- [3] Gerrit Driessen, *Aktuelle Trends und Strategien in der Logistik*, Logistik-Kongress, Neumünster, 2009.
- [4] Joachim Tödter, *Vom Gabelstapler zum mobilen Roboter Entwicklungstrends bei Flurförderzeugen - Entwicklungstrends bei Flurförderzeugen*, INDUSTRIEBEDARF 3/2006, pp 10-13;)
- [5] *Meeting of Minds Creates Innovative Fork System*; Logistics Business Magazine, 23-Jun-2016 dostupno na <http://www.logisticsbusiness.com/tech/article.-aspx?tid=53&aid=3566>
- [6] Baginski R, *Logistik - Schnittstelle Stapler*, Hebezeuge Fördermittel, Berlin 47, 1-2, pp 58-60, 2007.
- [7] Beckhaus K, *Wie Stapler und IT Systeme im Lager kommunizieren*; Hebezeuge + Fördermittel, Berlin 53 11-12, pp 584-586, 2013.
- [8] Maienschein B, *Jungheinrich-Lagernavigations-App lädt zum spielerischen Stapeln ein*, Maschinenmarkt, 10.12.12 dostupno na: <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/jungheinrich-lagernavigations-app-laedt-zum-spielerischen-stapeln-ein-a-388404/>
- [9] Vidović M, *Kvantitativna analiza sistema rukovanja materijalima*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2007.
- [10] Oja D, *Top 3 Things to Consider When Choosing Tablet PC for Forklift Mount*, [citirano 17.7.2013], dostupno na <https://www.ruggedtabletpc.com/blog/bid/93820/Top-3-Things-to-Consider-When-Choosing-Tablet-PC-for-Forklift-Mount>
- [11] *Euro Paletten mit RFID*, Hebezeuge und Fördermittel, 5/2014, Berlin, pp 290
- [12] dostupno na <http://www.falkenhahn.eu/en/worldpallet/wooden-rfid-pallet.php>
- [13] Overmeyer L, Kleinert, S., *Sichere Ladungsaufnahme*, Hebezeuge Fördermittel, Nr. 5 (2014), Berlin, pp 252-254.
- [14] Atkinson W, *Asset Tracking: The View From The Top*, Inbound logistics, January 2009 dostupno na <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/asset-tracking-the-view-from-the-top/>
- [15] *On average, 8 seconds saved per move leading to a significant increase in productivity* dostupno na: (<http://cdn.promatshow.com/seminars/assets/918.pdf>) f 918
- [16] Mahiddin, N.A. et al, *User Position Detection In An Indoor Environment*, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, Vol.8, No.5, pp. 303-312, 2013.
- [17] Philipp Vorst, *Mapping, Localization, and Trajectory Estimation with Mobile Robots Using Long-Range Passive RFID*, PhD Thesis, Eberhard Karls Universität Tübingen, 2011.
- [18] Özdenizci B, et al, *An Indoor Navigation System*, Sensors, 15, pp 7571-7595, 2015.
- [19] Maurer A, *Der vernetzte Stapler*, Hebezeuge + Fördermittel, Berlin 55, 1-2, pp 43-45, 2015

SUMMARY

SOME POSSIBILITIES OF IT APPLIANCE ON MANUALLY DRIVEN FORKLIFTS

Manually driven counterbalanced forklift is materials handling equipment which is used for a range of intralogistics processes activities realisation. Permanent aims in this area are focused on increasing of speed of processes realization and reliability/accuracy, on one side, and logistics costs decrease, on the other side. Those aims have initiated significant researches in different domains, first of all in mechanical and/or electric engineering area, and have resulted in improvement in technical and technological parameters of forklifts. Since speed increase (driving, hoisting, lowering speed) are significantly limited through technical and/or technological factors, as well as with different safety and other regulatory issues, researches have been focused on new possibilities for productivity increasing through time reducing of other activities and some other solutions concerned on forklifts. In recent years, very intensive is approach on involving different modern IT solutions on forklift that enables achieving mentioned aims. This paper gives review of some solutions and tendencies in this domain.

Key words: forklift, informations technologies, intralogistics, rationalisation