

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

**TESTIRANJA IN NADGRADNJE PROGRAMSKE
SCHEME SKLADIŠČNEGA MFCS SISTEMA V
POVEZAVI S SAP**

Kandidat: Kristjan Gabor

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Drago Šebez, univ.dipl.ing.

Mentor v podjetju: Domen Zavec, univ.dipl.ekon.

Somentor v podjetju: Martin Ponikvar, univ.dipl.ing.

Lektorica: Anja Muhič, mag. prof. slov. jez. in knjiž. in mag.prof.zgod.

Maribor, 2017

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Kristjan Gabor sem avtor diplomskega dela z naslovom Testiranja in nadgradnje programske sheme skladiščnega MFCS sistema v povezavi s SAP, ki sem ga napisal pod mentorstvom Draga Šebeza, univ. dipl. ing.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, julij 2017

Podpis študenta:

ZAHVALA

Svojemu mentorju, g. Dragu Šebezu, se zahvaljujem za strokovno pomoč in dragocene nasvete pri pisanju diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem podjetju in mentorju v podjetju, g. Domnu Zavcu, da so mi za potrebe diplomskega dela omogočili uporabo internih podatkov in informacij, mentorju še za strokovno pomoč, zaupanje in vodenje.

Hvala somentorju v podjetju, g. Martinu Ponikvarju, za strokovno pomoč in željene informacije v stroki.

Hvala tudi Anji Muhič za lektoriranje diplomskega dela.

In na koncu zahvala vsem, ki so mi stali ob strani in me bodrili v času študija in pri pisanju tega dela.

POVZETEK

V diplomskem delu Testiranja in nadgradnje programske sheme skladiščnega MFCS sistema v povezavi s SAP sem raziskal in predstavil ozadje načina testiranja in nadgradenj avtomatskega skladiščnega MFCS sistema Atlas. V podjetju, kjer sem zaposlen, del mojih nalog zajema izboljšavo procesov dela in aplikacij za boljše, hitrejše in bolj učinkovito poslovanje podjetja. V te naloge so bila vključena tudi testiranja in izvedba nadgradnje nove aplikacije Atlas MFCS.

V prvem delu diplomskega dela sem na kratko predstavil avtomatsko visokoregalno skladišče in aplikaciji SAP (ERP) ter Atlas MFCS, ki sta poglavitni za pravilno delovanje skladišča.

Aplikacija SAP preko iDocov oziroma telegramov v aplikacijo Atlas MFCS pošilja vse informacije, ki so potrebne za premike palet.

Opisal bom program Operator Simulator, s pomočjo katerega sem lahko nekajmesečna testiranja izvajal brez vpliva na produkcijski sistem in na ta način skupaj z dobavitelji opreme dosegal zadane zahteve pretočnosti. Operator Simulator je bil razvit izključno za testiranje v Atlasu. V testnem okolju Atlasa je Operator Simulator določeval hitrosti ovijanja palet, hitrosti vozičkov ali avtomatskih regalnih dvigal, s pohitritvijo simulacije pa so se določena testiranja izvedla v veliko krajšem času.

Predstavil bom tudi pomen IQ, OQ in PQ kvalifikacij, ki omogočajo varen, predvidljiv in nadzorovan način uvajanja novih kvalifikacij, ki jih uporabljamo v podjetju.

Opisal bom nekaj ključnih dejstev, ki jih pred uporabo novega sistema z dobavitelji avtomatskih ovijalcev palet, transporterjev, dvigal in programske opreme nismo mogli predvideti.

Predstavil bom način, kako se s pomočjo testiranja odpravljajo ali preprečujejo človeške napake oziroma kako se vzpostavi procese, da se napake človeškega izvora v produkcijskem okolju Atlasa rešuje uspešno in nadzorovano.

V zadnjem delu diplomskega dela pa bom predstavil način, kako se lahko nova, nadgrajena verzija programske opreme uspešno implementira brez prekinitve proizvodnje ali skladišča.

Ključne besede: Atlas, MFCS, WMS, SAP, avtomatizacija, skladišče.

ABSTRACT

Testing and upgrading of the warehouse MFCS system scheme in conjunction with SAP

In the graduation thesis, Testing and upgrading of the warehouse MFCS system scheme in conjunction with SAP, I will explore and present the background to the method of testing and upgrades of the warehouse MFCS Atlas application. In the company where I am employed, one of my tasks is also to improve the processes of work and applications for better, faster and more efficient business operations. Part of my work was also the testing and implementation of the upgrade of the new Atlas MFCS application.

In first part of my graduation thesis I will briefly present the automatic high-speed warehouse, SAP (ERP) application and Atlas MFCS, which are essential for the proper functioning of the warehouse.

The SAP application via iDocs or telegrams in the Atlas MFCS application sends all the information needed to move pallets.

I will describe the Operator Simulator, program through which I was able to carry out some monthly testing without affecting the production system, and in this way, together with the equipment suppliers, meet the default flow requirements. Operator Simulator was developed exclusively for Atlas testing. In the testing environment of Atlas, Operator Simulator defined the speed of wrapping pallets, trolley speeds or automatic racking rails, and by simulating the simulation, certain tests were carried out in a much shorter time.

I will present the importance of IQ, OQ and PQ qualifications, which enable a safe, predictable and controlled way of introducing new qualifications that we use in the company.

I will describe some of the key facts that we could not foresee before using the new system with suppliers of automatic pallets, conveyors, elevators and software suppliers.

I will present a way in which tests can anticipate the elimination or prevention of human error or how to establish processes in order to solve the errors of human origin in the production environment of Atlas successfully and controlled.

In the final part of the graduation thesis, I will also present the way in which a new, upgraded version of the software can be successfully implemented without interrupting production or warehouse.

Keywords: Atlas, MFCS, WMS, SAP, automation, warehouse.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	9
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	9
1.4	PREDVIDENE RAZISKOVALNE METODE	NAPAKA! ZAZNAMEK NI DEFINIRAN.
2	PREDSTAVITEV VISOKOREGALNEGA SKLADIŠČA	11
2.1	RAZLOG ZA IZGRADNJO AVTOMATSKEGA SKLADIŠČA	11
2.2	TEHNOLOŠKE INOVACIJE IN OKOLJSKA UČINKOVITOST VISOKOREGALNEGA SKLADIŠČA	11
2.3	POPOLNA AVTOMATIZIRANOST MATERIALNEGA TOKA BLAGA	11
3	POSLOVNO-INFORAMCIJSKI SISTEM SAP	13
3.1	APLIKACIJA SAP ZA ZAGOTAVLJANJE ERP	13
3.2	ZGODOVINA RAZVOJA SAP APLIKACIJE	13
3.3	ABAP, PROGRAMSKI JEZIK SAP-A	13
3.3.1	Nastanek programskega jezika ABAP	13
3.3.2	ABAP abstrakcija med poslovnimi aplikacijami, operacijskim sistemom in bazo podatkov	14
3.3.3	Trinivojska SAP arhitektura	14
3.3.4	Komunikacijska učinkovitost SAP-a	15
3.3.5	Plast podatkovne baze SAP Hana	15
3.3.6	Plast aplikacijskega strežnika	15
3.3.7	Plast predstavitvenega strežnika	16
3.3.8	Delovanje SAPgui	16
3.4	TRANSAKCIJE KOT REŠITEV NADZORA AVTORIZACIJ	16
3.5	TROJNO SISTEMSKO OKOLJE SAP-A	16
3.5.1	Razvojni sistem SAP-a	17
3.5.2	Sistem zagotavljanja kakovosti	17
3.5.3	Produkcijski sistem SAP-a	17
3.6	SAP REŠITVE IN RAZLIČNI FUNKCIJSKI MODULI	17
4	AVTOMATSKI SKLADIŠČNI SISTEM ATLAS	19
4.1	ATLAS WMS KOT UPRAVLJALEC DEJANSKEGA STANJA	19
4.2	SKLADIŠČENJE IN SLEDLJIVOST MATERIALOV Z ATLASOM WMS	20
4.3	ATLAS MFS KOT REŠITEV NOTRANJEGA MATERIALNEGA TOKA	21
4.4	KOORDINACIJA IN NADZOR Z ATLASOM MFCS	22
4.4.1	Pregledna vizualizacija procesov	22

4.4.2	Avtomatizirana odprema.....	22
4.4.3	Pregled transportnih nalogov	23
4.4.4	Dnevnik.....	23
4.4.5	Napake na napravah	24
4.5	TEHNOLOŠKO OZADJE ATLASA.....	24
4.5.1	Strežniki	24
4.5.2	Oracle.....	25
4.5.3	Java	25
5	ZAHTEVE MATERIALNEGA PRETOKA BLAGA.....	26
6	TESTIRANJE Z OPERATOR SIMULATORJEM	27
6.1	SIMULACIJA REALNOSTI Z OPERATOR SIMULATORJEM	27
6.2	DOSEGANJE ZGORNJIH MEJ ZMOGLJIVOSTI Z OPERATOR SIMULATORJEM	28
6.3	FUNKCIONALNOST OPERATOR SIMULATORJA NA VHODIH IN IZHODIH AVTOMATSKEGA SKLADIŠČNEGA SISTEMA	29
7	IQ, OQ IN PQ KVALIFIKACIJE.....	32
7.1	NAMEN IQ, OQ IN PQ KVALIFIKACIJ	32
7.2	CILJ NAMESTITVE KVALIFIKACIJE – IQ	32
7.3	CILJ OPERATIVNOSTI KVALIFIKACIJE – OQ	33
7.4	CILJ USPEŠNOSTI KVALIFIKACIJE – PQ.....	34
8	IZVAJANJE TESTIRANJ Z ATLASOM MFCS.....	35
8.1	SIMULACIJE MOŽNIH ČLOVEŠKIH NAPAK	35
8.2	SIMULACIJE 100 % OBREMENJENOSTI SKLADIŠČNEGA SISTEMA.....	35
8.3	TESTIRANJA PRIORITETE NAROČIL OB MAKSIMALNIH OBREMENTIVAH	37
8.4	SIMULACIJA ČLOVEŠKIH NAPAK PRI AVTOMATIZIRANI ODPREMI	39
8.5	UVEDBA TRANSPORTA »A DO B«	42
8.6	POSEBNE SIGNATURE ZA TRANSPORT PALET »A DO B«.....	42
9	Z DOBRIM PLANOM USPEŠNA NADGRADNJA.....	46
9.1	PRIKLOP TEHNIC ZA AVTOMATSKO TEHTANJE PALET NA VHODIH AVTOMATSKEGA SKLADIŠČNEGA SISTEMA	46
9.2	NAMESTITEV NOVE VERZIJE ATLASA MFCS.....	46
9.3	OB USPEŠNIH IQ, OQ IN PQ TESTIH ŠE NEFORMALNA TESTIRANJA.....	46
10	SKLEP.....	47
11	LEGENDA KRATIC/OKRAJŠAV	49
12	LITERATURA IN VIRI	51

KAZALO SLIK

SLIKA 1: PREGLED PALETNIH LOKACIJ V ATLASU	20
SLIKA 2: VIZUALIZACIJA MATERIALNEGA TOKA PALET V APLIKACIJI ATLAS	21
SLIKA 3: EKRAN PRITLIČJA ZA NASTAVITVE V OPERATOR SIMULATOR	27
SLIKA 5: EKRAN ZA NASTAVITVE NADSTROPJA V OPERATOR SIMULATOR.....	28
SLIKA 6: EKRAN NASTAVITVE KONFIGURACIJ VHODOV IN IZHODOV V OPERATOR SIMULATOR	31
SLIKA 7: EKRAN DELOVANJA PROCESOV V ATLASU.....	33
SLIKA 8: NASTAVITEV AVTOMATSKIH "LOADOV" IN "UNLOADOV" NA VHODIH IN IZHODIH V OPERATOR SIMULATORJU.....	36
SLIKA 9: OBDELANE POSTAVKE V ČASU ENOURNEGA TESTIRANJA OBREMENTVE SISTEMA V ATLASU	37
SLIKA 10: SPREMINJANJE PRIORITETE NAROČILA V ATLASU	38
SLIKA 11: ZA SPREMEMBO PRIORITETE NAROČILA JE POTREBNO VNesti RAZLOG	39
SLIKA 12: PALETA, KI JE BILA SPREMENJENA PRIORITETA NAROČILA, JE NA IZHOD RPS PRISPELA PO 12 MINUTAH.....	39
SLIKA 13: TEST AVTOMATIZIRANE ODPREME S 67 PALETAMI NA PRETOČNIH REGALIH S PROSTOROM ZA 66 PALET.....	40
SLIKA 14: SISTEM JE ZAČEL PALETE POSPRAVLJATI V DRUGO VRSTO PRETOČNIH REGALOV, ČEPRAV JE BILO ŠE V PRVI VRSTI PROSTORA ZA 3 PALETE	40
SLIKA 15: NEUTEMELJENA ZAUSTAVITEV VOZIČKA BREZ NAPAKE, MEDTEM KO JE IMEL DELO.....	41
SLIKA 16: NEUTEMELJENA ZAUSTAVITEV SISTEMA BREZ EVIDENTIRANE NAPAKE PRI NAROČILU 67 PALET NA EN TRANSPORTNI NALOG	42
SLIKA 17: PALETNA SIGNATURA "A TO B" TRANSPORTNEGA NALOGA IZ VHODA IPEP NA IZHOD RPP1	43
SLIKA 18: EKRAN NA IZHODU S PRIKAZANIM TRANSPORTNIM NALOGOM »A TO B«.....	44
SLIKA 19: PRIMER TRANSPORTNEGA NALOGA "A TO B" V ATLASU V EKRANU POROČILA.....	44
SLIKA 20: PRIKAZ DNEVNIKA DOLOČENEGA TRANSPORTNEGA NALOGA Z VSEMI KLJUČNIMI DOGODKI V ATLASU	45

KAZALO TABEL

TABELA 1: ZAHTEVE OBDELANIH POSTAVK ZA AVTOMATSKI SKLADIŠČNI SISTEM	26
TABELA 2: KREIRANI OBJEKTI V WERUMU ZA TRANSPORT PALET BREZ USKLADIŠČENJA	43

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

V diplomskem delu se bom osredotočil na izvajanje testiranj avtomatskega skladiščnega sistema visokoregalnega skladišča z več kot 10.000 paletnimi mesti brez prekinitve produkcije. Poskušal bom predstaviti delovanje avtomatskega skladiščnega sistema in povezljivost ERP sistema SAP z Atlasom MFCS. Vsak program/aplikacijo lahko nadgradimo in/ali izboljšamo. Poskusil bom predstaviti način, kako se lahko določena testiranja in nadgraditve posameznih aplikacij/programov izvajajo, ko je sistem že v uporabi in brez vpliva na produkcijo.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namenov predlagane teme diplomskega dela je več. Temeljni namen je pojasnitev načina izvajanja testiranj v aplikaciji avtomatskega skladiščnega sistema na način, da produkcija ni motena.

Cilji diplomskega dela so:

- preučitev delovanja programskih oprem, ki se uporabljajo v proizvodnjah in skladiščih;
- raziskava varne in uspešne nadgradnje programa za avtomatski skladiščni sistem brez zastoja produkcije;
- preučitev in pojasnilo izvedbe testiranj, v času ko je oprema že v uporabi, brez vpliva na produkcijo.

Testiranja programskih oprem se izvajajo v ustreznih testnih okoljih, ki ne vplivajo na dejansko stanje. V diplomskem delu sta dejanski okolji skladišče in proizvodnja, torej izvajanje testiranj ne sme vplivati na zalogo materialov v sistemih ali na kakršne koli premike blaga.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavljamo lahko, da se testiranja lahko izvajajo brez težav, če je testno okolje dobro ločeno od produkcije. Pri tem je za čim bolj približan način testnega okolja potrebno ustrezno prilagoditi ozadje posameznega programa, vključno z vsemi potrebnimi elementi in možnimi takojšnjimi spremembami testnih okolij določenih programskih shem.

Določene omejitve raziskave znajo predstavljati prevodi strokovnih angleških izrazov v slovenski knjižni jezik. Ker gre za raziskavo na specifičnem programskem orodju, v podjetjih ni veliko virov na to temo. Na splošno pa določene omejitve postavlja tudi časovna in prostorska omejitev diplomskega dela ter politika varovanja podatkov organizacije.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Raziskava bo potekala deskriptivno za obdobje od začetka testiranj do nadgradnje programskega orodja za avtomatski skladiščni sistem. V raziskovanju bom uporabljal programe SAP, Atlas MFCS in Operator Simulator. S pomočjo literature v podjetju, kot so uporabniški priročniki in internetni viri, bom raziskal ozadja predmetnih aplikacij, ki so bila ključna za testiranja in nadgradnjo programske sheme Atlasa MFCS, ki je glavni predmet diplomskega dela.

2 PREDSTAVITEV VISOKOREGALNEGA SKLADIŠČA

2.1 Razlog za izgradnjo avtomatskega skladišča

V podjetju XY je povečanje proizvodnje v kratkem času privedlo do povečanja zaloge vstopnih materialov za proizvodnjo. Na to sta dodatno vplivala še faktor zasedenosti dobaviteljevih skladiščnih kapacitet in dobavni roki dobaviteljev. Ko so se v podjetju XY skladiščne kapacitete začele zapolnjevati do stoodstotne zasedenosti, dolgoročni plan proizvodnje pa je še naprej kazal na širitev, se je pojavila potreba po gradnji večjega skladišča, ki bi bilo direktno povezano s proizvodnjo in bi delovalo čim bolj optimalno in hitro.

2.2 Tehnološke inovacije in okoljska učinkovitost visokoregalnega skladišča

Že v fazi načrtovanja je bilo potrebno zadovoljiti visoke standarde okoljske odgovornosti in energetske varčnosti. Za novo skladišče in širitev proizvodnih zmogljivosti je bila izdelana strokovna ocena vplivov na okolje. Vsi klimatski sistemi izkoriščajo toploto t. i. odpadnega zraka. Vgrajeni so sistemi, ki izkoriščajo toploto kondenzata pare, in vodni hladilniki z visokim izkoristkom energije.

Vse energetske naprave so opremljene s frekvenčnimi regulatorji, ki prilagodijo porabo energije trenutnim potrebam. Vgrajeni so t. i. sistemi »stand-by« z možnostjo ekonomske porabe energije. Vse energetske in klimatske sisteme nadzoruje centralni nadzorni sistem, kar zagotavlja dodatne prihranke energije.

V skladišču so stalno zagotovljeni temperaturni pogoji od 15 do 25 °C ter relativna vlaga med 30 in 70 %, vsi klimatski sistemi pa izkoriščajo toploto t. i. odpadnega zraka.

2.3 Popolna avtomatiziranost materialnega toka blaga

Z gradnjo novega, popolnoma avtomatiziranega visokoregalnega skladišča, se je povečala tudi učinkovitost materialnega toka blaga. Regalno skladišče ima tri hodnike, v katerih obratujejo tri avtomatska regalna dvigala. Ta se premikajo s hitrostjo 3,6 metra na sekundo po tirnici, dolgi sto metrov, in blago dvigajo v višino do 30 metrov. Pretok materiala poteka po avtomatskih transporterjih. Za pretok materiala med visokoregalnim skladiščem in proizvodnjo je zgrajen logistični most, po katerem vozita dva vozička s hitrostjo štiri metre na sekundo. Vsak lahko vozi hkrati po dve paleti v proizvodnjo ali po dve paleti končnih izdelkov vrača nazaj v skladišče.

Za odpremo končnega materiala je v nizkoregalnem skladišču zgrajen pretočni regal, ki služi avtomatski odpremi. Skladišče lahko s pomočjo SAP-a v MFCS sistemu Atlas pripravi material za odpremo, sistem pa začne avtomatsko ob določenem datumu in nastavljeni uri sam voziti palete končnih izdelkov v pretočni regal po točno določenem vrstnem redu, kot ga pripravi skladiščnik. Tako je lahko odprema končnih izdelkov, kadarkoli je organiziran prevoz, pripravljena za tri tovrnjake vnaprej. Delavci v skladišču tako samo še pobirajo palete s predmetnih pretočnih regalov in jih naložijo na kamione.

V skladišču se uporablja IT-sisteme SAP in Atlas. Osnovni namen delovanja avtomatskega sistema je kontrolirano in avtomatizirano upravljanje materialnih tokov blaga iz visokoregalnega skladišča v proizvodnjo in obratno ter upravljanje materialnih tokov blaga iz visokoregalnega skladišča v nizkoregalni del skladišča in obratno. S tema sistemoma se izvaja uskladiščenje in izskladiščenje blaga preko transportnih nalogov iz SAP-a, ki se lahko še dodatno upravljajo v Atlasu.

3 POSLOVNO-INFORMACIJSKI SISTEM SAP

3.1 Aplikacija SAP za zagotavljanje ERP

Aplikacija SAP je vodilna v svetu aplikacij na področju programske opreme in prihodkov od storitev, povezanih s programsko opremo. Na podlagi tržne kapitalizacije je podjetje tretji največji neodvisni proizvajalec programske opreme na svetu.

Z zanesljivo informacijsko infrastrukturo, podporo poslovnim procesom in omogočanjem prilagajanja organizacijskim spremembam je SAP najpogosteje uporabljeni program za poslovni informacijski sistem za zagotavljanje ERP (angl. Enterprise Resource and Planning) rešitev in storitev. (SAP Facts and Information, 2017)

3.2 Zgodovina razvoja SAP aplikacije

Začetki SAP-a segajo v leto 1972, ko ga je ustanovila skupina petih bivših IBM programerjev. Originalna SAP kratica izhaja iz nemščine – Systeme Anwendungen Produkte, kar pomeni Systemske Aplikacije in Proizvodi.

SAP je najpogosteje uporabljeni program za celovit poslovni informacijski sistem. Zanesljiva in odprta informacijska infrastruktura podpira poslovne procese in hkrati organizaciji omogoča prilagajanje spremembam.

SAP je v 44 letih postal vodilni v svetu poslovnih aplikacij in z njimi povezanih storitvenih prihodkov. Na podlagi tržne kapitalizacije je tretji največji neodvisni proizvajalec programske opreme na svetu. V 130 državah zaposluje 79.000 ljudi, storitve nudi 320.000 podjetjem v 190 državah sveta in sodeluje z 12.000 partnerskimi podjetji. (SAP: A 45-year history of success, 2017)

3.3 ABAP, programski jezik SAP-a

Podjetje SAP je razvilo svoj programski jezik ABAP in vzporedno sledeče razvojno okolje ABAP workbench. Ime programskega jezika ABAP izhaja iz nemščine – Allgemeiner Berichts Aufbereitungs Prozessor, kar v slovenščini pomeni Napredni Razvoj Poslovnih Aplikacij. (ABAP (Advanced Business Application Programming), 2017)

3.3.1 Nastanek programskega jezika ABAP

Programski jezik ABAP je bil razvit v 80.-letih z namenom razvoja poročil. Z enostavno in sodobno objektno orientirano sintakso se lahko razvijalci osredotočijo na razvoj vsebine, pri čemer se jim ni potrebno ukvarjati s samim programskim jezikom.

To je bil prvotno programski jezik za SAP R/3 platformo, ki je velikim korporacijam poslovnih aplikacij omogočila upravljanje z materiali, financami in računovodstvom.

ABAP je bil eden izmed prvih programskih jezikov, ki je vključeval koncept logičnih podatkovnih baz za zagotavljanje visoke ravni abstrakcije iz osnovnih baz podatkov. (ABAP (Advanced Business Application Programming), 2017)

3.3.2 ABAP abstrakcija med poslovnimi aplikacijami, operacijskim sistemom in bazo podatkov

ABAP abstrahira vez med poslovnimi aplikacijami, operacijskim sistemom in bazo podatkov. To zagotavlja, da vloge med seboj niso odvisne od platforme strežnika ali baze podatkov in jih je mogoče enostavno prenesti iz ene platforme na drugo.

Ključni element sistema ABAP runtime je Database vmesnik, ki obravnava vso komunikacijo z relacijsko bazo podatkov v imenu ABAP programov, ki enostavno dostopajo tudi do podatkov v lokalnem pomnilniku strežnika aplikacij. (ABAP (Advanced Business Application Programming), 2017)

3.3.3 Trinivojska SAP arhitektura

Večinska SAP arhitektura je sestavljena iz razvojnega sistema, sistema za zagotavljanje kakovosti in sistema produkcije. Trinivojska postavitev SAP arhitekture je nastala zaradi zagotavljanja konsistentnosti nastavitev in ABAP programov.

Prvotna SAP arhitektura je bila R/1. Oznaka »R« pomeni »Realtime«, oznaka »1« pa pomeni enonivojska arhitektura. Obravnavala je zgolj finance in v ozadju ni imela baze. Kasneje, v poznih 70.-letih, so razvili dvonivojsko arhitekturo R/2, ki je delovala na »mainframe« strežnikih. Zajemala je podatkovno bazo in aplikacijski strežnik, vendar brez prezentacijskega strežnika. Na strani uporabnika je sistem deloval kot terminal.

Sodoben SAP je osnovan na trinivojski arhitekturi, imenovani R/3, in zajema:

- sloj podatkovne baze;
- sloj aplikacijskega strežnika;
- sloj predstavitvenega strežnika.

(SAP - Arhitecture, 2017)

3.3.4 *Komunikacijska učinkovitost SAP-a*

V podatkovni bazi so shranjeni programi in podatki, za katere skrbi aplikacijski strežnik, ki obdeluje podatke oziroma deluje kot povezava med podatkovno bazo in predstavitvenim strežnikom.

Predstavitveni strežnik, imenovan SAPgui, je inštaliran na uporabnikovem računalniku oziroma delovni postaji in služi za namene interakcije uporabnika. (SAP - GUI Installation, 2017)

Prenos podatkov med programi ni odvisen od lokacije delovnih postaj uporabnikov. Vse plasti trinivojske arhitekture so lahko nameščene ena na drugo na enem strežniku ali pa vsaka na svojem. (SAP - Arhitecture, 2017)

3.3.5 *Plast podatkovne baze SAP Hana*

Vsi R/3 podatki se hranijo v centralnem DB (angl. Database) sistemu. S pomočjo nastavitev in kontrolnih podatkov se definira delovanje SAP-a. Definirajo se tudi različni ekrani, meniji ali druge komponente programov.

DB sistem je sestavljen iz komponent DBMS (angl. Database Managment System) in baze podatkov.

SAP je v preteklosti uporabljal baze MSSQL, Oracle in MaxDB, kasneje pa je razvil svojo bazo, imenovano SAP HANA. Najpomembnejše pri bazi SAP HANA je to, da se ob zagonu baze najpogosteje uporabljeni podatki naložijo kar v fizični pomnilnik (RAM), kar dostopnost podatkov pohitri, tako da indeksi na tabelah niti niso več potrebni. (SAP HANA, 2017) (What databases does SAP use, 2017)

3.3.6 *Plast aplikacijskega strežnika*

Za normalno delovanje SAP-a mora vsak aplikacijski strežnik vsebovati določen nabor storitev, ki so porazdeljene na enem ali več aplikacijskih strežnikih. Za upravljanje storitev skrbi strežnik sporočil, ki komunicira z drugimi aplikacijskimi strežniki.

Strežnik sporočil pošilja zahteve od strežnika do strežnika. Njegova glavna skrb je porazdelitev obremenitev aplikacijskih strežnikov. Že od prijavi se uporabnik usmeri na instanco z najkrajšim odzivnim časom. (SAP - Arhitecture, 2017)

3.3.7 Plast predstavitvenega strežnika

Plast predstavitvenega strežnika je poznan kot SAPgui (angl. SAP Graphical User Interface), ki se mora inštalirati na uporabnikovi delovni postaji. SAPgui je zadolžen za komunikacijo z aplikacijskim strežnikom.

Na razpolago je veliko različnih ekranov in vnosnih polj, tako da uporabnik dobi vse podatke, ki jih potrebuje. (SAP - GUI Installation, 2017)

3.3.8 Delovanje SAPgui

Vsebina komunikacije med predstavitvenim in aplikacijskim slojem so podatki in kontrolni parametri.

Kontrolni parametri definirajo izgled prikazanih podatkov in ekranov. Komunikacija je izredno učinkovita, saj so predloge ekranov shranjene v SAPgui instalaciji na uporabnikovi delovni postaji in se ne prenašajo po omrežni infrastrukturi.

Z nastavitvami SAPgui-ja na posameznih delovnih postajah se prilagajajo različni videzi ekranov vsakemu uporabniku posebej. Uporabnik ima ob trinivojski arhitekturi občutek, kot da bi se vse odvijalo na njegovi delovni postaji, čeprav se podatki obdelujejo na različnih strežnikih. (SAP - Programming Language(ABAP), 2017)

3.4 Transakcije kot rešitev nadzora avtorizacij

Ločene aplikacije v SAPgui se imenujejo transakcije. Ločene so z namenom pregleda prenosov podatkov v osnovno bazo podatkov. S smiselno razporejenostjo pripomorejo k boljšemu in hitrejšemu vpisovanju osnovnih podatkov, hkrati pa so nastavljene za avtomatsko kreiranje določenih dokumentov. Tako uporabniki kot razvijalci uporabljajo ista okolja, ki so prav s transakcijami ločena glede na nivoje dela posameznega uporabnika. V večjih podjetjih so avtorizacije do transakcij lahko tudi ločene glede na vrste podatkov ali organizacijskih struktur. (SAP - GUI Navigation, 2017)

3.5 Trojno sistemsko okolje SAP-a

SAP sistemsko okolje (priporočeno in največkrat uporabljeno) je sestavljeno iz treh podsistemov:

- DEV(angl. Development) – sistem za razvoj;
- QA (angl. Quality Assurance) – sistem za zagotavljanje kakovosti;

- PROD – sistem za produkcijo.

3.5.1 Razvojni sistem SAP-a

DEV ali razvojni sistem je namenjen razvijalcem in vsebinskim svetovalcem (upravljalcem) za nastavljanje sistema glede na specifične potreb v določenem podjetju. V začetni fazi implementacije so vse aktivnosti svetovalcev usmerjene v nastavitve razvojnega sistema. Testni sistem (tudi sistem zagotavljanja kakovosti) se uporablja za testiranje nastavitvev, prilagoditev in razvoja.

Ko so nastavitve in razvoj končane, se spremembe lansirajo na sistem zagotavljanja kakovosti. Razvojno okolje je podobno produkcijskemu okolju in vsebuje vse prilagoditve in večino podatkov produkcijskega sistema. Sistem je v fazi regresivnega in integracijskega testiranja. V primeru napak na produkcijskem sistemu se razvojni sistem uporablja tudi za simulacijo in odpravljanje napak. (User Interface Development for SAP, 2017) (SAP Testing, 2017)

3.5.2 Sistem zagotavljanja kakovosti

QA sistem ali sistem zagotavljanja kakovosti je namenjen testiranju novih funkcionalnosti, ki so bile prenesene iz razvojnega okolja. Če se ob testiranju pokažejo napake, je potrebno nove nastavitve znova prenesti iz razvojnega sistema. Neposredno nastavljanje QA sistema ni dovoljeno. (Configuring the QA System, 2017) (SAP Testing, 2017)

3.5.3 Produkcijski sistem SAP-a

PROD produkcijski sistem je namenjen rednemu delu uporabnikov. Pred »prehodom v živo« uporaba novih funkcionalnosti ni dovoljena, čeprav je sistem mogoče že nastavljen. Prenos nastavitvev med razvojnim sistemom in produkcijskim sistemom se izvaja s SAP orodjem TMS (angl. **T**ransport **M**anagement **S**ystem). V TMS nastavitvah so definirane transportne poti, po katerih se transportni zahtevki gibljejo. Produkcijski sistem vsebuje samo produkcijske prilagoditve. Izvajajo se samo produkcijska opravila, ni prilagajanja ali razvoja. (Transport Management System - Concept, 2017) (SAP Testing, 2017)

3.6 SAP rešitve in različni funkcijski moduli

SAP rešitve so definirane s posameznimi funkcijskimi, tehničnimi in specifičnimi moduli, ki se integrirajo že ob SAP namestitvi.

Največkrat uporabljeni in razširjeni funkcijski moduli v podjetjih so nadzorni modul, računovodstvo, upravljanje s kadri, planiranje proizvodnje, upravljanje z materialom,

programiranje, poslovna inteligenca, planiranje procesov, integracija poslovnih objektov, portal podjetja, upravljanje z rešitvami, nastavljanje procesov. (SAP - Modules, 2017)

4 AVTOMATSKI SKLADIŠČNI SISTEM ATLAS

4.1 *Atlas WMS kot upravljalec dejanskega stanja*

Modularna zasnova sistema Atlas WMS omogoča, da so v skladno celoto povezani razni procesi v skladišču – od klasičnih logistično-transportnih operacij, do produkcijskih procesov v skladišču; od popolnoma avtomatiziranih procesov, do ročnih koncesioniranj in različnih kombinacij ročnega in avtomatiziranega skladiščenja.

Procesi, ki jih podpira Atlas WMS, so del širših procesov, ki potekajo v podjetju, zato je za učinkovito delovanje potrebna integracija, torej povezava Atlas WMS z ERP sistemom podjetja. Atlas WMS se lahko uspešno poveže z vsemi znanimi ERP sistemi, kot so SAP, Navision, BaaN itd.

Medtem ko ERP vodi knjigovodsko stanje, Atlas WMS upravlja dejansko stanje zalog in v skladišču sledi premikom materialov do potankosti. Od prevzema do odpreme shranjuje vse, kar se dogaja s skladiščnimi zalogami. Sistem Atlas WMS točno opredeljuje določene spremembe s podatki povzročitelja, kdaj in kakšna sprememba se je zgodila glede na količino, vrsto materiala ali šaržo ter kje in kako se je to zgodilo.

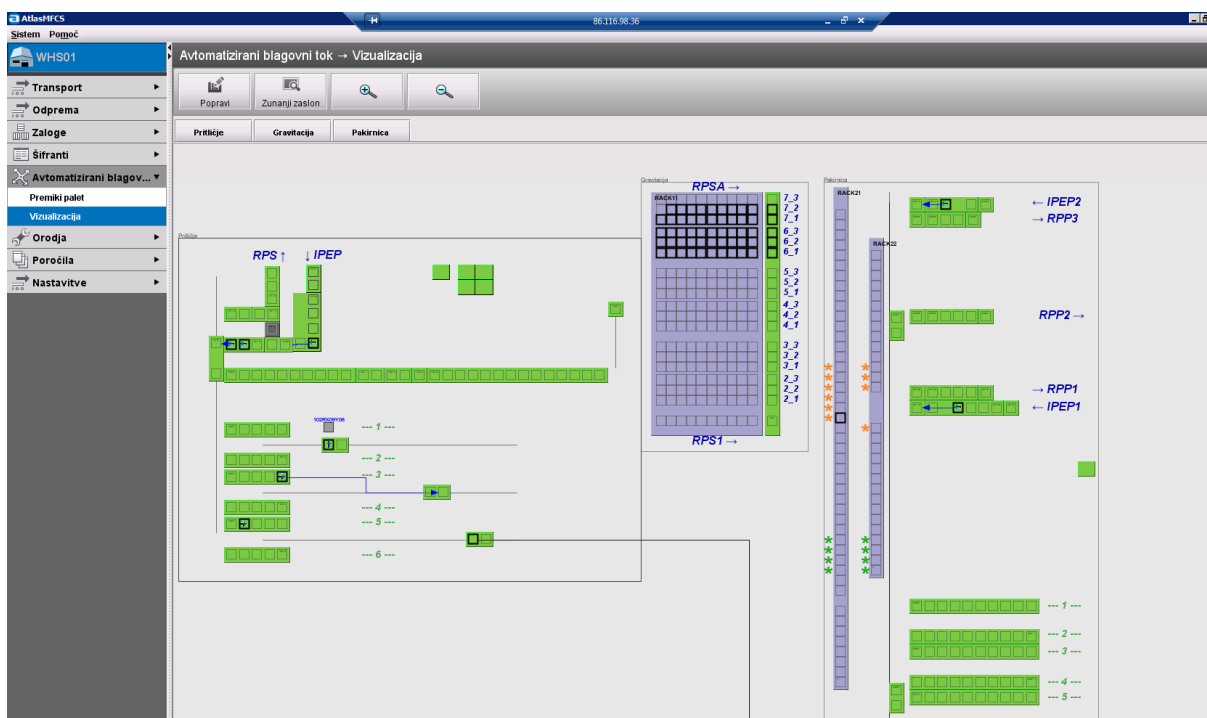
Atlas WMS upravlja z zalogo po šaržah, datumih zapadlosti in datumih prevzema. Odprema se tako lahko vrši po sistemih FIFO ali FEFO, kar zagotavlja, da se najstarejša roba odpremi prva in tako skrbi, da rok uporabnosti blaga v skladiščih ne preteče. Za blago, ki se redko premika, Atlas WMS avtomatsko generira obvestila o bližajočem se izteku datuma uporabnosti.

Atlas WMS podpira dinamično dodeljevanje lokacij, kar zagotavlja optimizacijo prostora, ki je na voljo v skladišču.

Prijazen grafični vmesnik ter jasna in uporabnikom prijazna struktura sistema Atlas WMS omogočata, da je delo z aplikacijo enostavno in da optimalno ustreza individualnim potrebam določenega podjetja. (Koristi za stranke, 2017)

sistema. Glede na zahteve po razpoložljivosti je možnih tudi več ravni podvajanja podatkov in strežnikov (AtlasWMS DataSafe, warm standby, hot standby, cluster).

Atlas WMS je mogoče uporabljati samostojno ali integrirano v poslovni informacijski sistem podjetja SAP, Baan, Navision itd.). Standardiziran, a prilagodljiv vmesnik za izmenjavo podatkov in številne tehnične možnosti za izvedbo povezave so dobro zagotovilo za uspešno integracijo. (Koristi za stranke, 2017)



Slika 2: Vizualizacija materialnega toka palet v aplikaciji Atlas

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

4.3 *Atlas MFS kot rešitev notranjega materialnega toka*

Zahtevam po višji produktivnosti in varčevanju s prostorom je možno ustreči le z uvedbo avtomatizacije. Najpogostejše to dosežemo z uporabo regalnih dvigal, tekočih trakov, manipulatorjev, avtomatskih komisionirnih sistemov AGV itd. Atlas WMS ima vgrajen podsistem MFS (**M**aterial **F**low **S**ystem), ki posamezne naprave koordinira tako, da se pravi material pravočasno pripelje h komisionarju (po načelu »blago k človeku«). Atlas WMS omogoča priklop na transportne sisteme različnih proizvajalcev.

Pri ročnem vnašanju količinskih podatkov lahko prihaja do napak. Atlas WMS ima razvito povezavo z avtomatskimi merilniki količin (tehtnice, merilniki dolžin in števcji kosov), zato so informacije o zalogah v takšnih situacijah vedno točne, dobave natančne, fakture pa pravilne. (Koristi za stranke, 2017) (Sjögren, Priročnik za uporabo; Vectura S32, IBL, 2017)

4.4 Koordinacija in nadzor z Atlasom MFCS

Atlas MFCS (Material Flow Control System) je informacijska rešitev za nadzor in optimizacijo notranjega materialnega toka. Deluje kot združen sistem WMS in MFS sistemov skladiščenja. Koordinira avtomatske transportne naprave, kot so regalna dvigala, tekoči trakovi, avtomatski vozički »AGV«, roboti itd., voznikom viličarjev oz. drugim skladiščnim delavcem pa lahko izdaja tudi naloge za premik blaga. Atlas MFCS sprejema odločitve o premikih transportnih enot in materiala glede na naloge nadrejenih sistemov in/ali posameznih sproženih dogodkov v sistemu. Atlas MFCS je v marsičem podoben navigacijskim sistemom v osebnih vozilih, a ne vodi le enega vozila, temveč vsa vozila na cesti. Na ta način skrbi za optimalne premike vsega blaga (nujna vozila najprej, sledijo vozila s pokvarljivim blagom itd.), pri čemer upošteva mrežo cest, njihovo kategorizacijo, zasedenost, dolžino, v realnem času pa tudi morebitne ovire na poti (izpade posameznih transportnih odsekov) ter po potrebi ustrezno preusmeri promet. V primeru okvare enega vozila avtomatsko dodeli nalogo drugemu vozilu. (Kaj je Atlas MFS?, 2017)

Za doseg optimalne izrabe virov in »just in time« prihodov na izbrane cilje sistem »razmišlja« vnaprej. V primeru nenadnega povečanja prometa so za hiter odziv v bližini delovnih mest na voljo prostori, rezervirani za čakajoče transportne enote (»buffer zone«), podobno kot parkirišča pred vkrcanjem na trajekt. (Kaj je Atlas MFS?, 2017)

4.4.1 Pregledna vizualizacija procesov

Bolj kot je sistem zapleten, bolj je pomembna njegova preglednost. Grafična vizualizacija v sistemu Atlas MFCS operaterju na enem ekranu predstavlja stanje vseh transportnih naprav in ključnih procesov. Na sam sistem in njegovo delovanje pa lahko pooblaščen uporabnik enostavno vpliva preko grafičnega vmesnika. Uporabnik lahko v Atlasu MFCS samo miško odpelje na določeno paleto v gibanju in takoj se izpiše ID palete (identifikacijska oznaka palete), ki uporabniku omogoča popolno sledljivost palet med transportom v realnem času.

4.4.2 Avtomatizirana odprema

Za odpremo pripravljeno blago je običajno organizirano v primerne transportne enote oziroma pakiranja. Z Atlasom se lahko glede na pretočne regale, namenjene odpremi, pripravlja odpreme za več kamionov hkrati, tudi z določevanjem zaporedij palet glede na določen kamion. Ker Atlas spremlja zalogo vse do dejanskega nakladanja, se možnost napačne dobave skoraj izniči, skladiščnik pa lahko po drugi strani z ID oznakami palet točno ve, kje se nahaja določena paleta. (Vse lastnosti Atlas WMS, 2017)

Avtomatizirana odprema je proces v katerem se iz SAP-a prejete transportne naloge namenjene na RPSA izhodno lokacijo grupira na posamezne tovarnjake. Transportnih nalogov se v SAP-u lahko kreira po več naenkrat. Iz SAP-a prispeti TN nato v Atlasu počakajo na določitev zaporedij, s katerimi se lahko dodatno določijo skupine pripeljanih palet iz skladišča po določenem zaporedju glede na naklad vozila, ki bo blago odpremilo na več lokacij.

Z grupiranjem lahko več označenim TN naenkrat določimo datum odpreme, oznako tovarnjaka, številko zaporedja ter pod info; nakladi in razkladi vozila z vsemi vmesnimi točkami. V podoknu Start izberemo datum in čas, kdaj se bo določena odprema pričela izvajati, posamezni kamioni za odpremo se tako lahko pripravljajo tudi po več dni vnaprej. Dokler so transportni nalogi v avtomatiziranih odpremah v statusu Startano, se lahko posamezne odpreme vedno odstartajo. Ob končanju vsakega transportnega naloga, dobi vsak transportni nalog status obdelan. V podoknu Transport pa lahko vedno pogledamo podatke o grupiranem naročilu, kot so: bruto teža, datum odpreme, start odpreme, dodatne informacije, oznaka tovarnjaka, številka naročila, številka transportnega naloga. (Vabič, 2016)

4.4.3 Pregled transportnih nalogov

Ko Atlas sprejme transportni nalog iz SAP-a ali Weruma se v Atlasu ustvari transportni nalog kot **Nov**, predmetni status dobi transportni nalog v obeh primerih, prevzem v skladišče ali odprema iz njega. Ko se paleta določenega transportnega naloga začne premikati se status takoj spremeni na **V obdelavi**. Ko se paleta namesti v skladiščno mesto ali odstrani z izhodnega transporterja se status transportnega naloga spremeni na **Obdelan**.

Iskanje po transportnih nalogih je mogoče preko filtrov, ki se lahko časovno omejujejo, nalogi se lahko iščejo po identifikacijski številki palete, po statusih še kaj. (Vabič, 2016)

4.4.4 Dnevnik

V maski dnevnik aplikacije lahko prebrskamo celotno zgodovino izvedenih akcij v aplikaciji Atlas MFCS, ki jih lahko iščemo s pomočjo časovnih zamejitev, glede na uporabnika, delovno mesto ali entitete palete.

V dnevniku se zapisujejo:

- vse uspešne/neuspešne prijave v sistem,
- brisanja transportnih nalogov,
- spremembe prioritete transportnih nalogov,
- kreiranje novih transportnih nalogov,

- grupiranje transportnih nalogov
- akcije za priklic palet
- akcije za priklic palet preko bufferja
- brisanje palet
- zavrnitve palet
- akcije na napravah (Vabič, 2016)

4.4.5 Napake na napravah

Atlas s pomočjo barv nazorno prikazuje stanje vsake naprave v vizualizaciji:

- rumena – vmesno stanje; naprava se vklaplja
- rdeča – naprava je v napaki
- zelena – naprava deluje
- siva – naprava je izklopljena

Obarvana polja posameznih naprav v vizualizaciji tako na zelo hiter način povejo, kakšno je stanje vseh prispevajočih naprav za normalno delovanje avtomatskega skladišča.

Na vsakem sklopu vhodnih transporterjev za uskladiščenje palet je narejen most, ki z vgrajenimi senzorji premeri, pregleda, stehta vsako paleto in jo v primeru kakšne poškodbe, napačnih dimenzij takoj vrne nazaj k pošiljatelju palete. V bližini vsakega vhodnega transporterja, kjer se nalagajo palete za uskladiščenje v visokoregalno skladišče je monitor, ki s ponazorjenimi lučkami prikazuje napake palete na način, da skladiščnik takoj ve, kaj je s paleto narobe. (Vabič, 2016)

Pri fizičnem transportu palet lahko pride tudi do padca tovora s palete, okvare senzorja, PLC-ja. Pri takih napakah se lahko v sistemu hitro spremenijo položaji palet v primerjavi z dejanskimi. Za korekture predmetnih napak se mora predhodno vedno izključiti določene segmente naprav. V raznih primerih razsutja palete, v sistemu paleto samo izbrišemo tako, da jo izvržemo. Če je paleta v skladu s standardi, pa jo samo namestimo do določenih senzorjev, v vizualizaciji pa z miško potegnemo na določeno pozicijo. Identičnost pozicije se mora s strani operatorja še uskladiti na PLC nivoju in sistem se lahko spet vključi v avtomatski režim obratovanja.

4.5 Tehnološko ozadje Atlasa

4.5.1 Strežniki

Sistem za upravljanje skladišč se ne sme ustaviti, zato je velika skrb namenjena zagotavljanju najvišje stopnje razpoložljivosti z zanesljivimi strežniškimi sistemi, kot so UNIX ali Windows. Sistem samodejno opozarja na potencialne težave in obvešča vzdrževalce preko e-pošte ali SMS sporočil. (Tehnologija, 2017)

4.5.2 Oracle

Atlas WMS temelji na uporabi robustne podatkovne baze Oracle Database, relacijski podatkovni model zagotavlja stoodstotno konsistentnost podatkovne baze. (Tehnologija, 2017)

4.5.3 Java

Platformska neodvisnost omogoča, da Atlas WMS teče kjerkoli. Priporoča se uporaba zanesljivih strežnikov (običajno IBM ali SUN) z majhno možnostjo izpada delovanja. (Tehnologija, 2017)

5 ZAHTEVE MATERIALNEGA PRETOKA BLAGA

Uporabniške zahteve za Atlas so bile napisane glede na predvideno nekajletno rast podjetja. Predvideno je bilo povečanje zaloge vstopnih materialov in zaloge končnih izdelkov ter vzporedno s tem večja pretočnost palet.

Sistem bi moral tako v VRS pospraviti minimalno 90 palet v roku ene ure (HBW IN), kar pomeni, da bi iz vseh maksimalno obremenjenih vhodov v avtomatski skladiščni sistem le-ta pobiral in odlagal palete na način, da ne bi bilo zastojev na nobenem izhodnem ali vhodnem delu.

Podobno je veljalo za HBW OUT. Sistem bi moral tudi ob največji obremenitvi vhodnih transportnih nalogov brez zastojev iz skladiščiti minimalno 90 palet na uro.

HBW-Odpremna cona po URS je pomenila zahtevo po izskladiščenju palet iz VRS-ja v odpremni del skladišča v roku ene ure, HBW-Proizvodnja pa zahtevo po izskladiščenju palet iz VRS-ja v proizvodnjo.

Prevzem: HBW je pomenil zahtevo za prevzem primarnih (PPM-Primary Packaging Materials) in sekundarnih (SPM-Secundary Packaging Materials) vstopnih materialov v VRS, Proizvodnja-HBW pa prevzem palet iz proizvodnje v VRS v roku ene ure.

Zahteve obdelanih postavk materialnega pretoka blaga v času ene ure so morale zadostovati podatkom v spodnji tabeli:

Tabela 1: Zahteve obdelanih postavk za avtomatski skladiščni sistem

	Proces	Število palet na uro
1	Prevzem: HBW (PPM)	20
2	Prevzem: HBW (SPM)	27
3	HBW-Proizvodnja	42
4	Proizvodnja-HBW	43
5	HBW-Odpremna cona	48
6	HBW IN	90
7	HBW OUT	90

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

6 TESTIRANJE Z OPERATOR SIMULATORJEM

6.1 Simulacija realnosti z Operator Simulatorjem

Za delovanje Operator Simulatorja je bilo potrebno vzporedno testno okolje, torej testni Atlas. Slednji je bil kopija Atlasa na produkciji z razliko, da se je v testnem Atlasu lahko sproti delala nadgradnja oziroma določena sprememba. Naslednja povezava testnega Atlasa je bila s testnim okoljem SAP-a, ki je vseboval vse podatke zadnje kopije SAP-a na produkciji.

V testnem okolju SAP-a so se torej kreirali transportni nalogi za prevzem v VRS ali izdajo iz VRS-ja. Transportni nalog je moral prispeti v testno okolje Atlasa, kjer se je moral pojaviti kot »nov«. Operator Simulator pa je omogočil, da se je ta navidezna paleta poslala v VRS na določenem vhodu.

Program je imel ustvarjene tri poglavitne ekrane: ekran za nastavitve funkcij in naprav v pritličju, ekran za nastavitve funkcij in naprav v nadstropju ter ekran za simulacije vseh vhodnih in izhodnih postaj avtomatskega skladiščnega sistema.

Pritličje	VOZ2VRT	PVP1GVT																		
Alarmi Stanje: 'neaktivni' Alarmi	Status <table border="1"><tr><td>Režim:</td><td>DALJINSKO</td><td>AVTOMATSKO</td></tr><tr><td>Alarm:</td><td>NE</td><td></td></tr><tr><td>Stanje avtomata:</td><td>0</td><td></td></tr></table>	Režim:	DALJINSKO	AVTOMATSKO	Alarm:	NE		Stanje avtomata:	0		Status <table border="1"><tr><td>Režim:</td><td>DALJINSKO</td><td>AVTOMATSKO</td></tr><tr><td>Alarm:</td><td>NE</td><td></td></tr><tr><td>Stanje avtomata:</td><td>0</td><td></td></tr></table>	Režim:	DALJINSKO	AVTOMATSKO	Alarm:	NE		Stanje avtomata:	0	
Režim:	DALJINSKO	AVTOMATSKO																		
Alarm:	NE																			
Stanje avtomata:	0																			
Režim:	DALJINSKO	AVTOMATSKO																		
Alarm:	NE																			
Stanje avtomata:	0																			
Reset Reset alarmov Reset MFCS Reset TCPIP	Fizična lokacija <table border="1"><tr><td>X</td></tr><tr><td>2210 mm</td></tr></table>	X	2210 mm	Fizična lokacija <table border="1"><tr><td>X</td><td>Y</td><td>Nagib</td></tr><tr><td>9090 mm</td><td>4098 mm</td><td>0 mm</td></tr></table>	X	Y	Nagib	9090 mm	4098 mm	0 mm										
X																				
2210 mm																				
X	Y	Nagib																		
9090 mm	4098 mm	0 mm																		
Obratovalni režim Vhod: 'daljinsko' Lokalno Daljinsko Pretočna linija: 'daljinsko' Lokalno Daljinsko VRS: 'daljinsko' Lokalno Daljinsko	Obratovalni režim Lokalno Daljinsko Iztek	Obratovalni režim Lokalno Daljinsko Iztek																		
Nastavitve Hitrost simulacije: 1.0 Spremeni Ovijanje nizke palete [s]: 68 Spremeni Ovijanje visoke palete [s]: 68 Spremeni	Nastavitve Faktor pohitritve simulacije: 1 Novi faktor: 1 Potrdi Alarmi Reset alarmov Reset komunikacije	Nastavitve Faktor pohitritve simulacije: 1 Novi faktor: 1 Potrdi Alarmi Reset alarmov Reset komunikacije																		

Slika 3: Ekran pritličja za nastavitve v Operator Simulator

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Nadstopje

Alarmi

Stanje: 'neaktivni'

Alarmi

Reset

Reset alarmov Reset MFCS Reset TCPIP

Obratovalni režim

Pakimica 1: 'daljinsko'

Lokalno Daljinsko

Pakimica 2: 'daljinsko'

Lokalno Daljinsko

Pakimica 3: 'daljinsko'

Lokalno Daljinsko

VRS: 'daljinsko'

Lokalno Daljinsko

Nastavitve

Hitrost simulacije: 1.0

Spremeni

Ovijanje nizke palete [s]: 105

Spremeni

Ovijanje visoke palete [s]: 105

<http://10.150.104.108/asp/index/v01.html>

VOZ2VIL 1

Status

Režim:	DALJINSKO	AVTOMATSKO
Alarm:	NE	
Stanje avtomata:	31	

Fizična lokacija

Miza	X	Y	Vilice
1:	57522 mm	370 mm	0 mm
2:		370 mm	0 mm

Obratovalni režim

Lokalno Daljinsko Iztek

Drugi voziček na progi: DA Spremeni

Nastavitve

Simulacijska hitrost	4000	m/s
Nova hitrost:	4000	Potrdi

Faktor pohitritve simulacije: 1

Novi faktor: 1 Potrdi

Položaj prenosnice: 132000

Novi položaj: 132000 Potrdi

Alarmi Reset alarmov Reset komunikacije

VOZ2VIL 2

Status

Režim:	DALJINSKO	AVTOMATSKO
Alarm:	NE	
Stanje avtomata:	31	

Fizična lokacija

Miza	X	Y	Vilice
1:	28601 mm	430 mm	0 mm
2:		370 mm	0 mm

Obratovalni režim

Lokalno Daljinsko Iztek

Drugi voziček na progi: DA Spremeni

Nastavitve

Simulacijska hitrost	4000	m/s
Nova hitrost:	4000	Potrdi

Faktor pohitritve simulacije: 1

Novi faktor: 1 Potrdi

Položaj prenosnice: 132000

Novi položaj: 132000 Potrdi

Alarmi Reset alarmov Reset komunikacije

Slika 4: Ekran za nastavitve nadstopja v Operator Simulator

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

6.2 Doseganje zgornjih mej zmogljivosti z Operator Simulatorjem

Nastavile so se lahko hitrosti simulacije, čas ovijanja nizke in visoke palete, faktor pohitritve simulacije pretočnega regala in vozičkov. Potrebni faktorji za vnos v nastavitve so se pridobivali z meritvami dejanskih časov v realnem okolju, faktor pohitritve celotne simulacije pa je omogočil hitrejše izvajanje testov.

V Operatorju Simulatorju se je lahko manevriralo med ročnim »loadom« palet v VRS ali avtomatskim, kar pomeni. Ročna opcija se je uporabljala predvsem z namenom simuliranja napak, npr. paleta se je poslala v VRS na vhodu IPEP, paleti smo lahko kreirali preveliko težo ali gabarite izven dovoljenih mej, naloga Atlasa pa je bila, da je paletu vrnil na določen izhod s primerno razlago. Avtomatska opcija »loada« in »unloada« pa se je uporabljala npr. ob testiranjih strategij, ko se je sistem poskušal čim bolj obremeniti, obenem pa se je testirala nastavljiva prioriteta določenega »nujnega« transportnega naloga.

»Load« palete v Operator simulatorju pomeni simulacija manipulanta, ki bi z viličarjem naložil paletu v določen vhodni transporter avtomatskega skladiščnega sistema.

»Unload« palete v Operator simulatorju pomeni simulacija manipulanta v skladišču, ki iz določenega izhodnega transporterja z viličarjem odstrani paletu.

Operator simulator je imel torej opcijo manipulacije na določenih vseh in izhodi avtomatskega sistema v testnem okolju Atlasa. To pomeni, da so se lahko vključili »loadi« palet na vseh IPEP, IPEP1 in IPEP2 in »unloadi« palet na izhodi RPS, RPP1, RPP2, RPS1 in RPSA (pretočni regali za odpremo).

6.3 Funkcionalnost Operator Simulatorja na vseh in izhodi avtomatskega skladiščnega sistema

Pretočni regal za odpremo, kapacitete 198 palet, je služil pripravljanju odpreme vnaprej. Skladiščnik je lahko pripravil do 66 palet za 3 kamione vnaprej z določenimi zaporedji pri posameznem kamionu. Poleg pretočnih regalov je bil še dodatni izhod RPS1 za namene odpreme, v kolikor bi pri posamezni vnaprej določeni odpremi prišlo do nenadne spremembe in bi morali hitro vriniti kakšno prioriteto serijo.

RPSA izhodi so bili dodelani na izhode iz leve proti desni, vsaka vrsta je imela prostor za 11 palet; če torej seštejemo tri višine v dveh vrstah, dobimo prostor za 66 palet, za kolikor je tudi prostora na tipih kamionov, s katerimi se je odpremljalo blago ob standardnih gabaritih palet.

Ob raznih testiranjih se je lahko praznjenje izhodov iz avtomatskega skladiščnega sistema aktiviralo v avtomatski način praznjenja, lahko pa smo palete praznili ročno na posameznem izhodu, v kolikor smo testirali kakšne hitrosti prenosov »iDOC-ov« v testno kolje SAP-a. Podobno je bilo na vhodnih točkah: če smo izvajali test za določeno paleto, smo jo na vhodni transporter v testnem okolju postavili ročno, v kolikor pa smo testirali strategije pretočnosti avtomatskega skladiščnega sistema, smo za nalaganje palet na določene ali vse vhodne transporterje v Operator Simulator vključili avtomatski režim »loada«.

Označbe izhodnih transporterjev v odpremni coni avtomatskega skladiščnega sistema:

RPS1 – prva vrsta, dodatni izhod pri pretočnih regalih

RPSA2-1 – druga vrsta, prva višina za prvi kamion

RPSA2-2 – druga vrsta, druga višina za prvi kamion

RPSA2-3 – druga vrsta, tretja višina za prvi kamion

RPSA3-1 – tretja vrsta, prva višina za prvi kamion

RPSA3-2 – tretja vrsta, druga višina za prvi kamion

RPSA3-3 – tretja vrsta, tretja višina za prvi kamion

RPSA4-1 – četrta vrsta, prva višina za drugi kamion

RPSA4-2 – četrta vrsta, druga višina za drugi kamion

RPSA4-3 – četrta vrsta, tretja višina za drugi kamion

RPSA5-1 – peta vrsta, prva višina za drugi kamion

RPSA5-2 – peta vrsta, druga višina za drugi kamion

RPSA5-3 – peta vrsta, tretja višina za drugi kamion

RPSA6-1 – šesta vrsta, prva višina za tretji kamion

RPSA6-2 – šesta vrsta, druga višina za tretji kamion

RPSA6-3 – šesta vrsta, tretja višina za tretji kamion

RPSA7-1 – sedma vrsta, prva višina za tretji kamion

RPSA7-2 – sedma vrsta, druga višina za tretji kamion

RPSA7-3 – sedma vrsta, tretja višina za tretji kamion

File Help							
Locat config		Check database					
Stop loading		Stop unloading		Play all	Pause all	Refresh table	Reset counters
Locat tag	Descr	Direction	Active	Cont counter	Load every [ms]	Pause/Play	Manual
10101	IPEP	IN	Y	109	2400000	Pause	Load pallet
10120	RPS	OUT	Y	84	100000	Pause	Exit pallet
10311	RPS1	OUT	Y	0	100000	Pause	Exit pallet
10321	RPSA_2-1	OUT	N	22	100000	Play	Exit pallet
10322	RPSA_2-2	OUT	N	8	100000	Play	Exit pallet
10323	RPSA_2-3	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10331	RPSA_3-1	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10332	RPSA_3-2	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10333	RPSA_3-3	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10341	RPSA_4-1	OUT	N	19	100000	Play	Exit pallet
10342	RPSA_4-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10343	RPSA_4-3	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10351	RPSA_5-1	OUT	N	14	100000	Play	Exit pallet
10352	RPSA_5-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10353	RPSA_5-3	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10361	RPSA_6-1	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10362	RPSA_6-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10363	RPSA_6-3	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10371	RPSA_7-1	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10372	RPSA_7-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10373	RPSA_7-3	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
20107	IPEP1	IN	Y	113	2400000	Pause	Load pallet
20101	RPP1	OUT	Y	42	100000	Pause	Exit pallet
20201	RPP2	OUT	Y	41	100000	Pause	Exit pallet
20301	RPP3	OUT	Y	64	100000	Pause	Exit pallet
20307	IPEP2	IN	Y	65	2400000	Pause	Load pallet

Slika 5: Ekran nastavitve konfiguracij vhodov in izhodov v Operator Simulator

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

7 IQ, OQ IN PQ KVALIFIKACIJE

7.1 Namen IQ, OQ in PQ kvalifikacij

IQ, OQ in PQ so kvalifikacije, ki morajo zadovoljevati pogoje za namestitev neke nove opreme.

IQ – Installation Qualification – namestitev kvalifikacije

OQ – Operational Qualification – operativnost kvalifikacije

PQ – Performance Qualification – uspešnost kvalifikacije

Pred izvedbo IQ, OQ in PQ je potrebno o vseh novih napravah ali programih pridobiti specifikacije o opremi/materialih. Šele nato se lahko začne preučevanje in razvijanje IQ in OQ. Ko se nova oprema inštalira v produkcijo, je potrebno opraviti še PQ, ki potrdi uspešno namestitev. (What Are IQ, OQ, and PQ, and Why Are They Required In The Pharmaceutical Industry, 2017)

7.2 Cilj namestitve kvalifikacije – IQ

Cilj IQ je predvsem dokumentiranje korakov namestitve in potrditve inštalacije na določeno opremo.

Dokument omogoča preverjanje, ali je določen sistem nameščen v skladu s proizvajalčevimi specifikacijami. Dokument mora biti že vnaprej odobren, glede vsakega dokumenta so določene stroge smernice po dobri proizvodni praksi glede oblikovanja, npr. pisanje s črnim ali modrim kemičnim pisalom, pravilno navajanje popravkov z datumom in podpisom, prostor za komentiranje morebitnih napak, opažanj itd. (What Are IQ, OQ, and PQ, and Why Are They Required In The Pharmaceutical Industry, 2017)

Installation Qualification je temeljil na uspešni inštalaciji nove opreme in preverjanju procesov v določeni opremi, npr. ob namestitvi Operator Simulatorja, novi verziji Atlasa.

Primer IQ zahteve po vzpostavljenih procesov v Atlasu pred pričetkom testiranj:

TIMIISKRA1 – procesi v pritličju (vse razen dvigal)

TIMIISKRA2 – procesi v proizvodnji

TIMIISKRA3 – rezerva

TIMISIKRA4 – rezerva

TIMIISKRA5 – rezerva

SOKOBAN1 – voziček v skladišču

SOKOBAN2 – PVP

SOKOBAN3 – vozička v nadstropju

SOKOBAN4 – rezerva

SOKOBAN5 – transporterji

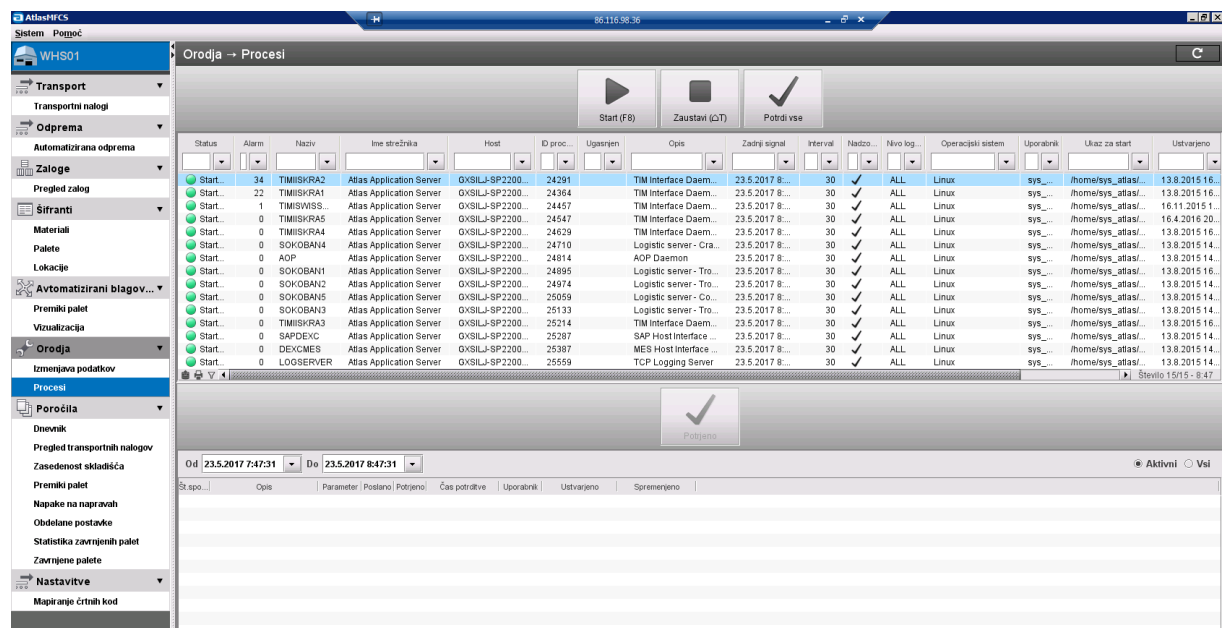
TIMISWISSLOG – dvigala

AOP – transporterji/mize pred dvigali

DEXCMES – povezava Werum-Atlas

DEXCSAP – povezava SAP-Atlas

LOGSERVER – server



Slika 6: Ekran delovanja procesov v Atlasu

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

7.3 Cilj operativnosti kvalifikacije – OQ

Cilj OQ je bistvenega pomena za določeno napravo. Ob preučitvi naprave/programa v OQ postavimo zahteve, za katere želimo, da jih nova oprema dosega tekom testiranja.

Postavijo se določeni cilji in pogoji ter zapišejo pričakovanja, ki ji mora oprema v določeni situaciji izpolniti. (What Are IQ, OQ, and PQ, and Why Are They Required In The Pharmaceutical Industry, 2017)

Z OQ smo preverili in sprejeli odločitev, če je nova oprema v skladu z našimi zahtevami in se raznih situacijah obnaša na način, ki je predpisan.

7.4 Cilj uspešnosti kvalifikacije – PQ

Cilj PQ pa je testiranje opreme na podlagi OQ pod določeno obremenitvijo.

Npr. obremenitev Atlasa s prevzemnimi transportnimi nalogi za uskladiščenje palet v VRS in hkratno testiranje časa izvedbe prioritetnega transportnega naloga za izskladiščenje določene palete iz VRS-a, hkrati se je spremljalo obnašanje sistema ob simuliranju človeške napake.

Cilj testa je zastavljen na podlagi uspešnih OQ in IQ, sam rezultat pa prikazuje dejansko odzivanje sistema v realnem okolju ob različnih situacijah. (What Are IQ, OQ, and PQ, and Why Are They Required In The Pharmaceutical Industry, 2017)

8 IZVAJANJE TESTIRANJ Z ATLASOM MFCS

8.1 Simulacije možnih človeških napak

Atlas MFCS se je v času testiranj že uporabljal. Zaposleni v skladišču so po opravljenih kvalifikacijah avtomatskega skladiščnega sistema in izobraževanjih o njem dobili sistem v uporabo. Sistem je deloval, vendar je bil cilj podjetja, da se sistem izpopolni do te mere, da bo tudi ob največjih obremenitvah deloval brez napak in v skladu z zahtevami.

Testiranja so se izvajala tudi z namernim povzročanjem napak v sistemu. Potrebno je razumeti, da se z vključenim človeškim faktorjem pojavijo različne napake, ki bi sistem lahko privedle v nerešljive situacije.

Človeških napak ne moremo predvideti. Lahko se dogodi, da bi recimo dve osebi naenkrat naročili isto paleto na drug izhod avtomatskega skladiščnega sistema, operater se lahko zmoti pri številu kreiranih transportnih nalogov za avtomatizirano odpremo, kjer je prostora za 66 palet, lahko naroči več palet, kot jih dejansko lahko sistem pripravi itd.

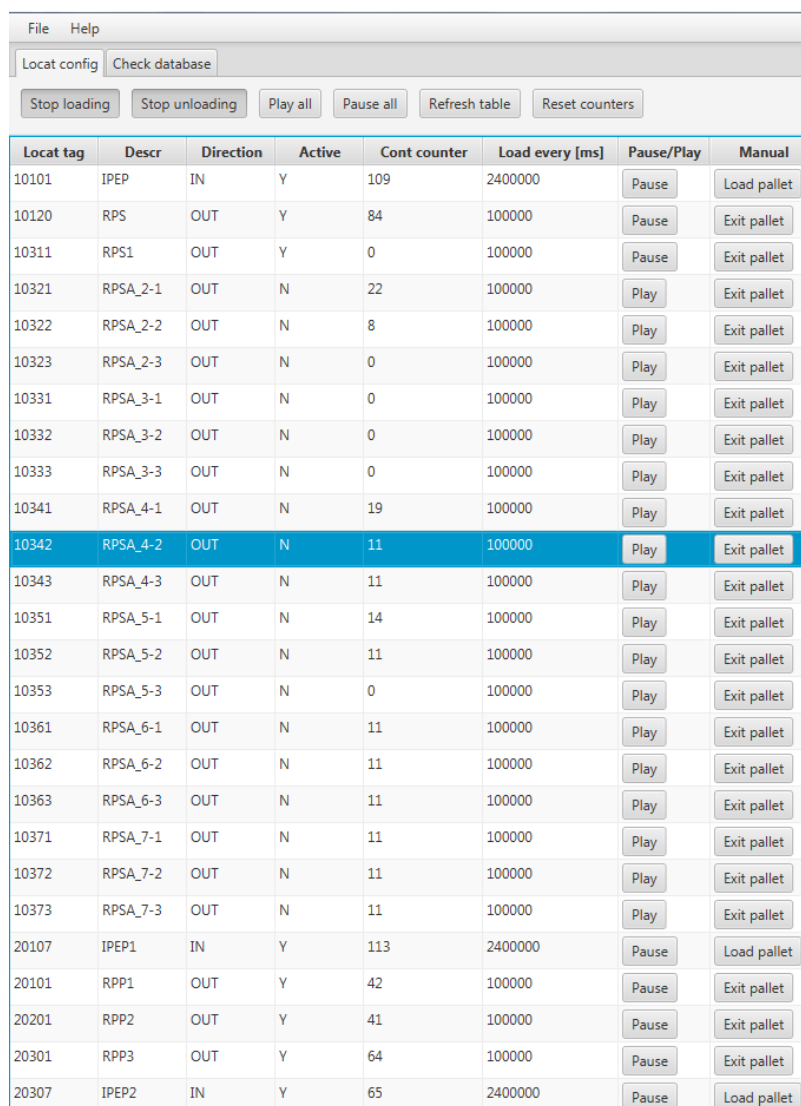
Simulacije napak smo sproti beležili, prav tako tudi vse odzive Atlasa, ki jih pred tem nismo predvideli. Namerno ustvarjanje napak določenega tipa smo neformalno večkrat ponavljali, ob tem pa s SAP-om, Atlas-om in Werum-om ustvarjali različna morebitna okolja, ki bi lahko kakor koli vplivala na dogajanje testiranj. Dogajanje smo beležili in primerjali rezultate prejšnjih testiranj.

Ob nelogičnem odzivanju skladiščnega sistema smo informacije, dokumentirane s slikami, takoj pošiljali dobaviteljem programske opreme, ki so v testnih okoljih nepredvidene situacije sistema z našimi željami oziroma zahtevami takoj reševali. Zadani cilj, izboljšava Atlasa, je bil skupen vsem, nam kot kupcu in tudi podjetju, ki nam je program prodalo. Mi smo želeli aplikacijo prilagojeno našim potrebam, dobavitelj pa je z našo pomočjo izboljševal svoj program.

8.2 Simulacije 100 % obremenjenosti skladiščnega sistema

Polna obremenjenost sistema nikoli ni povzročila, da se paleta ne bi pravočasno izskladiščila. Ker pa se je dolgoročno pričakovala še večja obremenjenost delovanja skladišča, smo testirali še naprej, z dodatnimi nalogami sistemu. Napisali smo si OQ teste strategij dveh vozičkov, ki so morali zadovoljevati predvidene uporabniške zahteve.

Pri enem izmed testov, ki smo si jih predpisali, je bilo potrebno kreirati minimalno 100 transportnih nalogov za prevzem v VRS in minimalno 100 transportnih nalogov za naročilo palet iz VRS-a. Vozička sta morala palete pobirati in odlagati po algoritmu, ki je bil narejen za najhitrejšo opcijo pretočnosti, brez zank nakopičenja palet. V Operator Simulatorju so se aktivirali »loadi« palet na vseh IPEP, IPEP1 IN IPEP2 ter »unloadi« palet na izhodih RPS, RPP1, RPP2, RPP3 in RPS1.



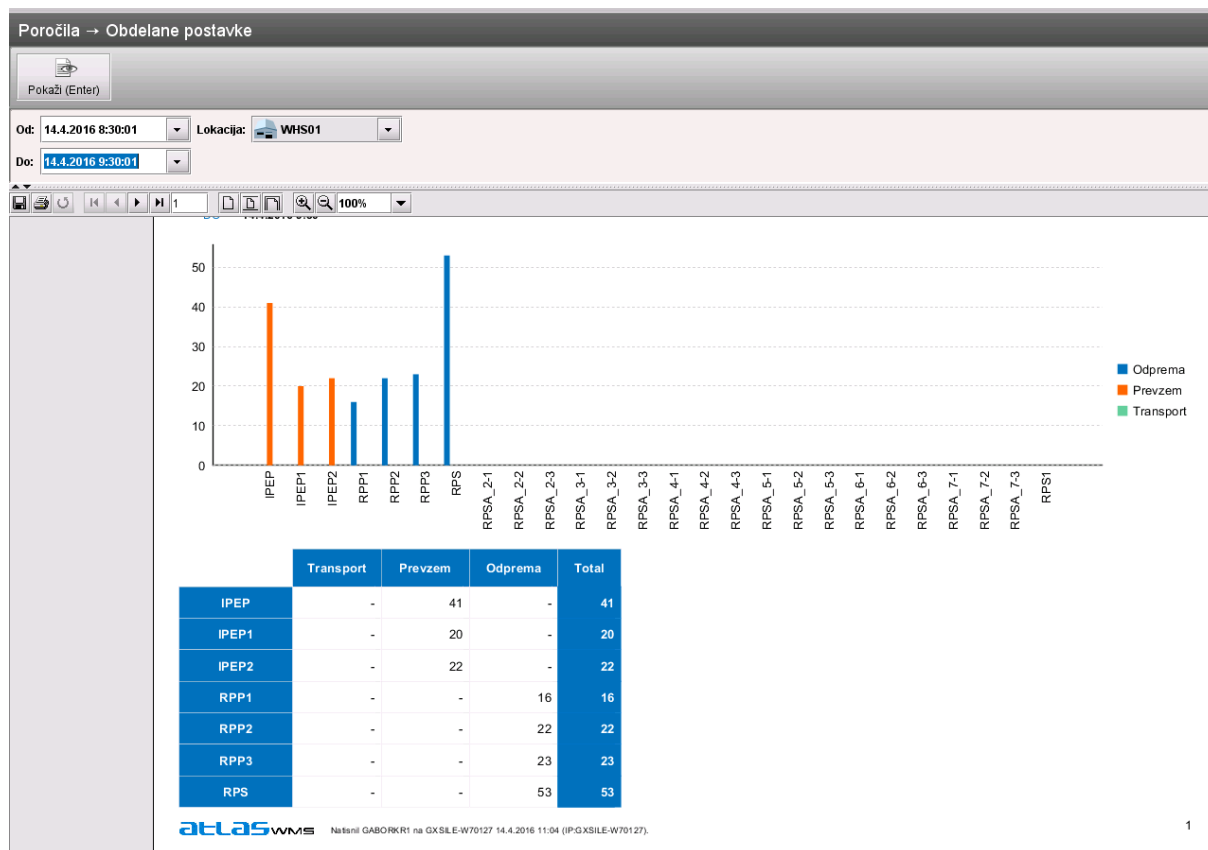
Locat tag	Descr	Direction	Active	Cont counter	Load every [ms]	Pause/Play	Manual
10101	IPEP	IN	Y	109	2400000	Pause	Load pallet
10120	RPS	OUT	Y	84	100000	Pause	Exit pallet
10311	RPS1	OUT	Y	0	100000	Pause	Exit pallet
10321	RPSA_2-1	OUT	N	22	100000	Play	Exit pallet
10322	RPSA_2-2	OUT	N	8	100000	Play	Exit pallet
10323	RPSA_2-3	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10331	RPSA_3-1	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10332	RPSA_3-2	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10333	RPSA_3-3	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10341	RPSA_4-1	OUT	N	19	100000	Play	Exit pallet
10342	RPSA_4-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10343	RPSA_4-3	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10351	RPSA_5-1	OUT	N	14	100000	Play	Exit pallet
10352	RPSA_5-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10353	RPSA_5-3	OUT	N	0	100000	Play	Exit pallet
10361	RPSA_6-1	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10362	RPSA_6-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10363	RPSA_6-3	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10371	RPSA_7-1	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10372	RPSA_7-2	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
10373	RPSA_7-3	OUT	N	11	100000	Play	Exit pallet
20107	IPEP1	IN	Y	113	2400000	Pause	Load pallet
20101	RPP1	OUT	Y	42	100000	Pause	Exit pallet
20201	RPP2	OUT	Y	41	100000	Pause	Exit pallet
20301	RPP3	OUT	Y	64	100000	Pause	Exit pallet
20307	IPEP2	IN	Y	65	2400000	Pause	Load pallet

Slika 7: Nastavitev avtomatskih "loadov" in "unloadov" na vseh in izhodih v Operator Simulatorju

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Testiranja pod obremenitvami so bila razdeljena v več faz. Obsegala so testiranja prevzema palet in uskladiščenja v VRS, izskladiščenja palet na določene izhodne postaje ter obremenitve v obeh smereh naenkrat. Pri testih je bilo potrebno nadzorovati morebitna zaustavljanja, nakopičenja, sistem pa je moral sam določati prioritete za čim bolj optimalne

rešitve. Vsaka sprememba nekega faktorja je lahko močno vplivala na rezultate, npr. povečanje/zmanjšanje časa ovijanja palete je lahko na rezultate vplivalo v podvojeni meri. Čas izračuna ovijanja polne palete se je lahko določil fiksno na podlagi merjenja, za vse druge palete v manjših višinah je bil čas, vstavljen v Operator Simulator, le približek, saj se je višina ovijanja lahko povečevala od 0 do 1120 cm. Skladno z višjo paleto, ki se je morala oviti, se je vzporedno povečal tudi čas ovijanja, medtem ko v realnem okolju ni potreb, da so vse palete ovite.



Slika 8: Obdelane postavke v času enournega testiranja obremenitve sistema v Atlasu

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

8.3 Testiranja prioritete naročil ob maksimalnih obremenitvah

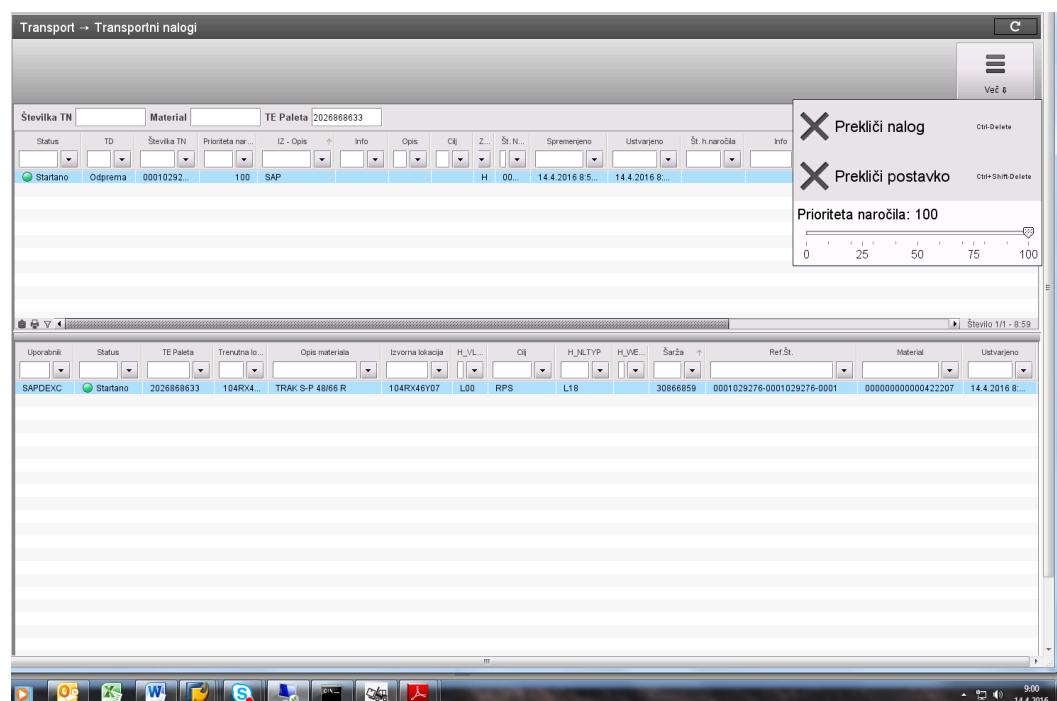
Eden izmed zastavljenih OQ testov strategij je bil prioriteta naročila. Namen napisanega OQ-ja je bil nastavitev časa, v katerem bo sistem določeno paleto pripeljal na željeno izhodno lokacijo avtomatskega skladišnega sistema, ki je močno obremenjen. OQ je bil potreben za situacijo, ko bi bil v realnem okolju avtomatski skladiščni sistem obremenjen na 100 %, v proizvodnji ali skladišču pa bi bila nuja po pridobitvi palete iz VRS-a.

Za izvedbo testa je bilo potrebno kreirati minimalno 100 transportnih nalogov za prevzem palet v VRS in minimalno 100 transportnih nalogov za izskladiščenje. V Operator Simulatorju so se vključili »loadi« in »unloadi« palet, da se je ustvarilo gibanje palet v in iz VRS-a. Po nekaj minutah se je moral v SAP-u kreirati nov transportni nalog za odpremo za določeno paletu v VRS-u. Ko je transportni nalog prispel v Atlas, je bilo potrebno spremeniti prioriteto naročila iz 50 % na 100 %.

Paletno mesto je povedalo, v katerem hodniku se nahaja paleta, nujna za izskladiščenje. Na vizualizaciji Atlasa se je torej lahko takoj videlo, če bo naslednja paleta, ki jo bo pobralo dvigalo v tem hodniku, paleta s prioriteto naročila 100 % ali bo dvigalo opravilo kakšno drugo delo pred tem.

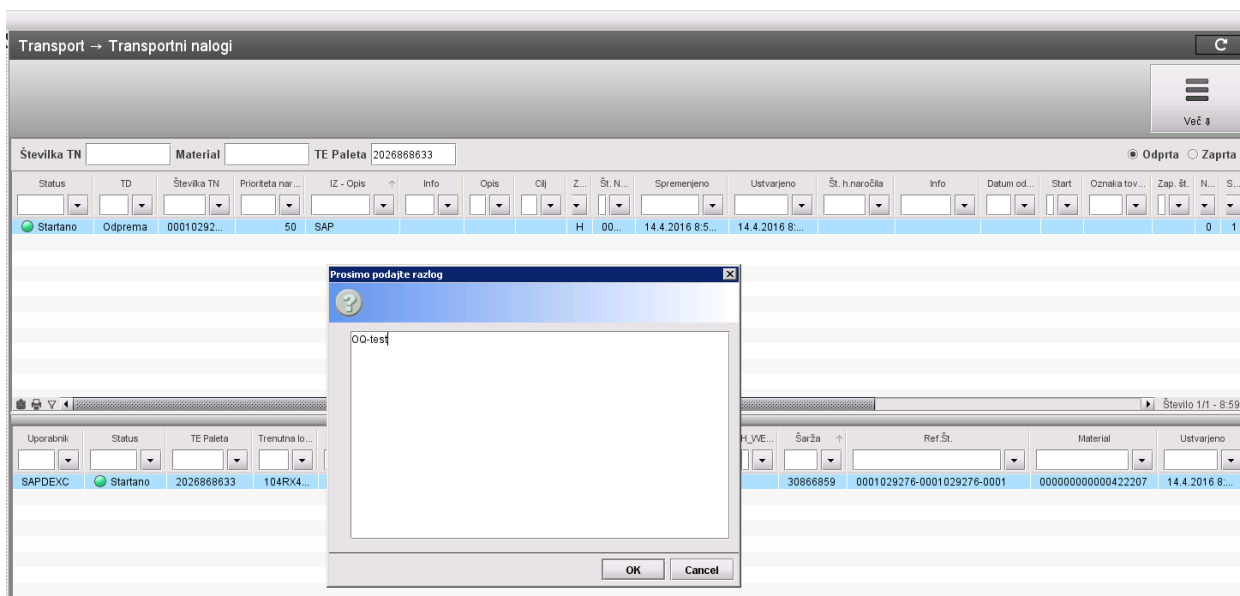
Sam program Atlas je imel v poročilih razvidne tudi vse potrebne podatke, npr. kdaj je v Atlas prispel določen transportni nalog, kdaj je bil transportni nalog v statusu startan, kdaj je paleta prispela na določeno izhodno točko skladiščnega sistema, kdaj je bila paleta odvezeta/izbrisana iz sistema ...

Vsi podatki so se zapisali na OQ in na podlagi primerjave s pričakovanimi zahtevami se je podala uspešnost/neuspešnost. Neuspešnost se je lahko tudi opremila s komentarji in s tem odobrila/neodobrila s strani pristojne osebe.



Slika 9: Spreminjanje prioritete naročila v Atlasu

Vir: (Lastna raziskava, 2017)



Slika 10: Za spremembo prioritete naročila je potrebno vnesti razlog

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Poročila -> Dnevnik											
Od 14.4.2016 0:00		Info		Del.mesto		Opis					
Do 15.4.2016 0:00		Entiteta 2026868633		Uporabnik							
Št.	D.post.	Uporabnik	Opis	Čas dogodka	Tip	Entiteta	Razlog	Info		Št.seje	BN
5814...	Atlas Se...	SOK...	Pallet Deletion	14.4.2016 9:11:17	Cont	2026868633	PLC_SIM	Pallet deleted PALLET=2026868633 on LOCAT=RPS, TO=0001029276		1	C
5814...	Atlas Se...	SAP...	Order Item Created	14.4.2016 8:59:15	Cont	2026868633		Outbound transport order item created for TO=0001029276 PALLET=2026868633		502850	C

Slika 11: Paleta, ki ji je bila spremenjena prioriteta naročila, je na izhod RPS prispela po 12 minutah

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

8.4 Simulacija človeških napak pri avtomatizirani odpremi

Pri odpremi so se testirala predvsem zaporedja. Atlasova naloga je bila, da iz VRS-a pripelje »grupirane« palete po točno določenih zaporedjih, znotraj določenega zaporedja so bile palete lahko pomešane, niso pa se smele pomešati z drugimi zaporedji. Med samim testiranjem je prišlo do nekaj napak, ki so se odpravile že med samim testiranjem.

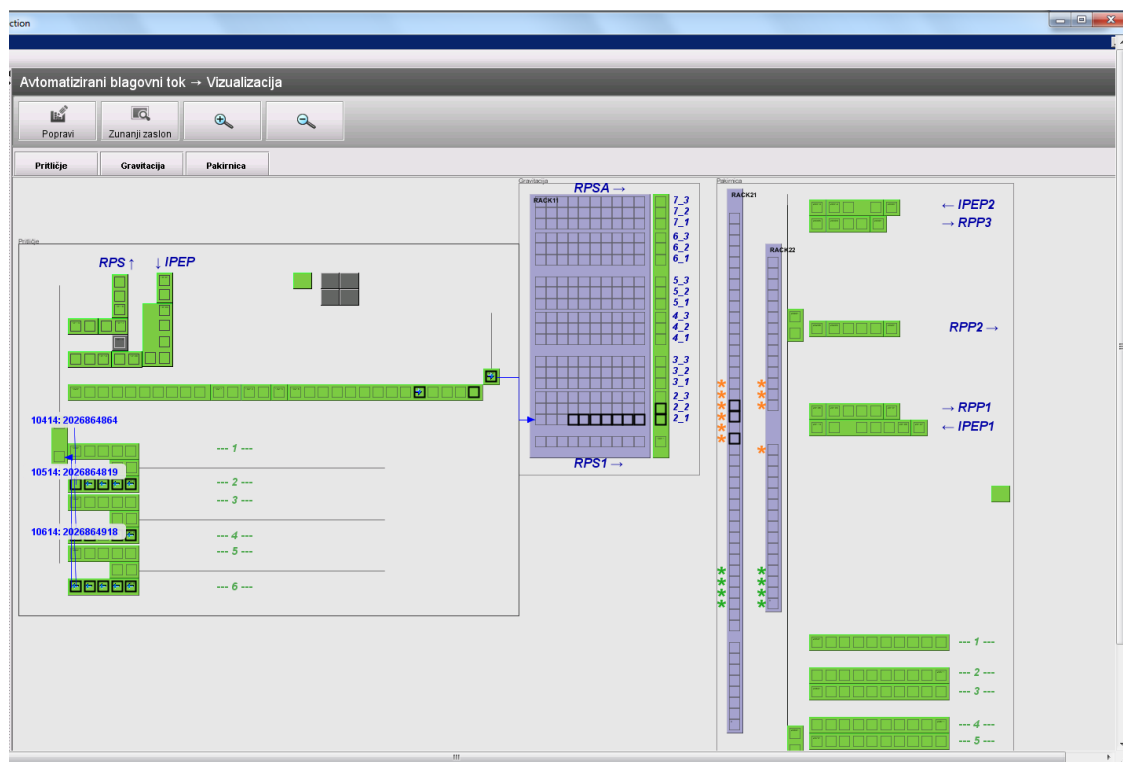
Ker se dogaja, da se zaradi nekaterih nizkih palet na en kamion naloži več kot 66 palet, se je morala preveriti tudi ta možnost. Prišlo je do primera, da je sistem zvozil samo 61 palet namesto kreiranih 67 transportnih nalogov. Logično je bilo, da Atlas ne bo pripeljal 67 palet naenkrat, v zraku je obvisela 67. paleta. V tem primeru se je zgodila napaka na vozičku, ki je prenehal voziti palete iz VRS-a na linijo transporterjev za odlaganje palet v pretočne regale, pri tem pa v Atlasu ni bilo evidentirane nobene napake. Atlas tudi ni pravilno pospravlj

palet v pretočne regale – začel je odlagati palete že v drugo višino prve vrste, ko je bilo v prvi višini še prostora za tri palete.

Status	Start	Prior.	Datum odpr.	Številka TN	Z.	IZ - Opis	Št. NAD	Spremenjeno	Ustvarjeno	Oznaka tov.	Zap. št.	Info	H_MENUM	TD
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002338	H	SAP	0001002338	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:31	3	1	Lendava - Ljubljana	5004343894	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002340	H	SAP	0001002340	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:31	3	1	Lendava - Ljubljana	5006401932	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002336	H	SAP	0001002336	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:32	3	1	Lendava - Ljubljana	5006401068	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002332	H	SAP	0001002332	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:32	3	1	Lendava - Ljubljana	5006401068	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002335	H	SAP	0001002335	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:32	3	1	Lendava - Ljubljana	4926392277	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002331	H	SAP	0001002331	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:32	3	1	Lendava - Ljubljana	4926392277	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002341	H	SAP	0001002341	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:32	3	1	Lendava - Ljubljana	5006402327	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002343	H	SAP	0001002343	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:32	3	1	Lendava - Ljubljana	5006478453	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002337	H	SAP	0001002337	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:33	3	1	Lendava - Ljubljana	5006447497	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002333	H	SAP	0001002333	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:33	3	1	Lendava - Ljubljana	5004668471	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002342	H	SAP	0001002342	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:33	3	1	Lendava - Ljubljana	5006329326	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002339	H	SAP	0001002339	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:33	3	1	Lendava - Ljubljana	4928124906	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002334	H	SAP	0001002334	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:33	3	1	Lendava - Ljubljana	5006478710	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002344	H	SAP	0001002344	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:17:33	3	1	Lendava - Ljubljana	5005954228	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002352	H	SAP	0001002352	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:18:18	3	1	Lendava - Ljubljana	5006455933	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002347	H	SAP	0001002347	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:18:19	3	1	Lendava - Ljubljana	4927263483	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002345	H	SAP	0001002345	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:18:19	3	1	Lendava - Ljubljana	5006478453	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002348	H	SAP	0001002348	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:18:19	3	1	Lendava - Ljubljana	4927685278	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002355	H	SAP	0001002355	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:18:19	3	1	Lendava - Ljubljana	4928131891	Odprema
Nov	22...	50	22.2.2016	0001002349	H	SAP	0001002349	22.2.2016 13:43:50	22.2.2016 13:18:19	3	1	Lendava - Ljubljana	4925048602	Odprema

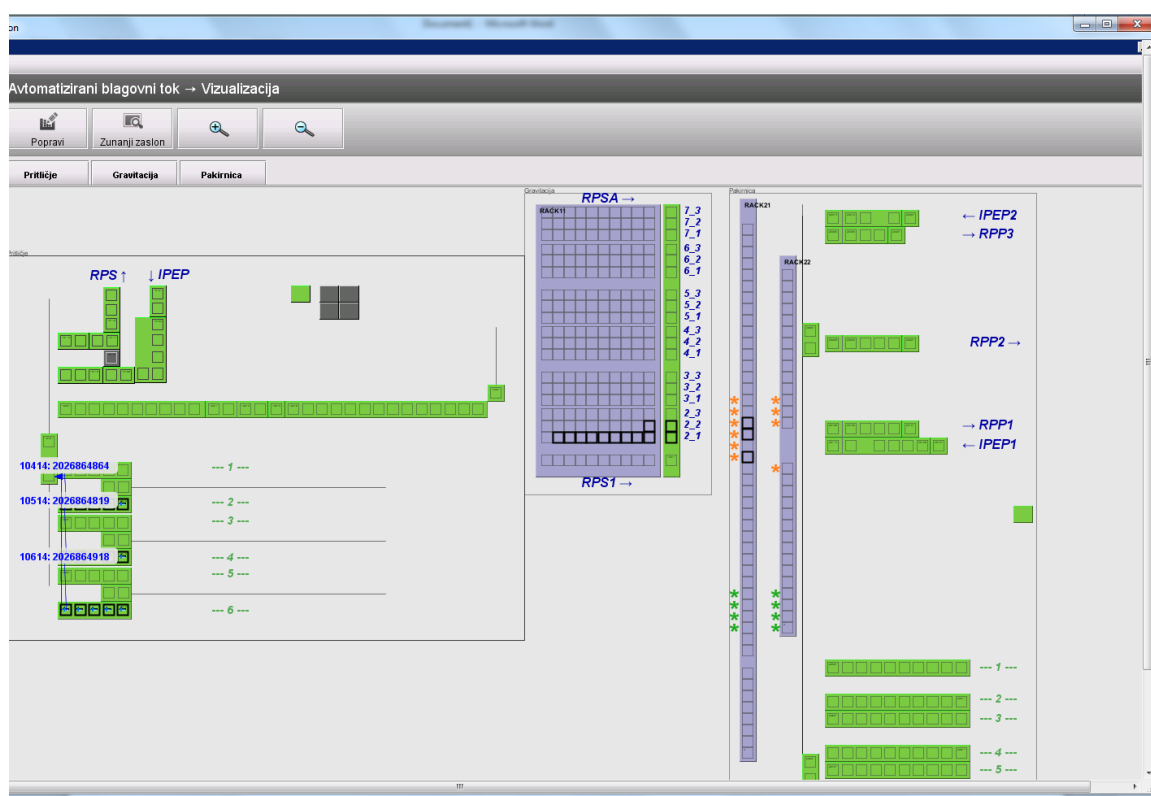
Slika 12: Test avtomatizirane odpreme s 67 paletami na pretočnih regalih s prostorom za 66 palet

Vir: (Lastna raziskava, 2017)



Slika 13: Sistem je začel palete pospravljati v drugo vrsto pretočnih regalov, čeprav je bilo še v prvi vrsti prostora za 3 palete

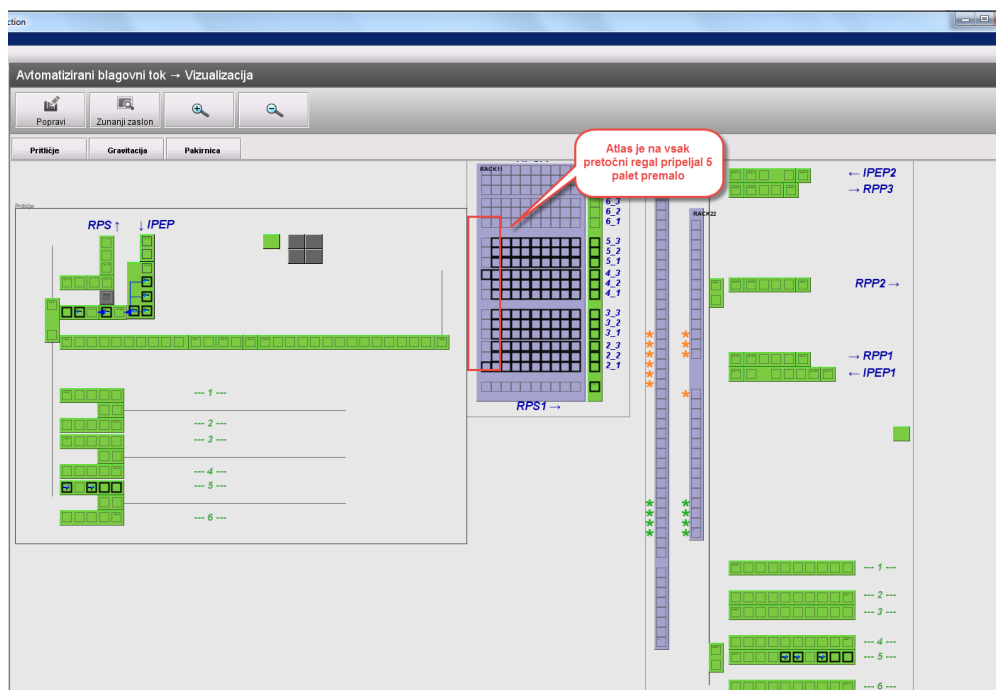
Vir: (Lastna raziskava, 2017)



Slika 14: Neutemeljena zaustavitev vozička brez napake, medtem ko je imel delo

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Ob simulaciji človeške napake prevelikega števila palet za en pretočni regal za odpremo se je zgodila napaka, da je ob kreiranju 67 palet na en TN iz SAP-a za dva kamiona sistem na vsak pretočni regal pripeljal le 61 palet, druge palete so obstale na transporterjih pred dvigali. Šele ob aktivaciji »unloadinga« palet iz RPSA regalov od 2-1 do 5-3, v pretočnem regalu za odpremo, je sistem pripeljal še ostalih 10 pogrešanih palet. Atlas med samim testom ni evidentiral nobene napake. Predmetna napaka se je rešila s preureditvijo algoritma na način, da je sistem izskladiščil 66 palet, preostali transportni nalogi pa so ostali v statusu »start«, dokler se ni sprostilo naslednje mesto v enem izmed šestih vrst regalov za en kamion.



Slika 15: Neutemeljena zaustavitev sistema brez evidentirane napake pri naročilu 67 palet na en transportni nalog

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

8.5 Uvedba transporta »A do B«

Želja nadgraditve sistema je bila tudi opcija pošiljanja palet iz določenih vhodov do določenih izhodov brez skladiščenja v VRS-u. Nadgradnja bi bila za realno okolje rešitev za primere, ko bi bilo potrebno neko blago nujno poslati iz skladišča v proizvodnjo ali obratno v primerih, ko normalni transport z uskladiščenjem in izskladiščenjem ne bi bil izvedljiv zaradi neurejenosti sistemske zaloge blaga.

8.6 Posebne signature za transport palet »A do B«

Predmetno testiranje se je izvajalo v testnih okoljih Weruma (IT programska rešitev za proizvodnjo) in Atlasa. V Werumu se je lahko kreirala nalepka za določen tip objekta npr. IPEP_RPP1, kar je pomenilo, da sistem na tem tipu objekta ob skeniranju dobi nalogo, da mora paleto iz vhoda IPEP neposredno poslati na izhod RPP1. Sistem ob skeniranju te nalepke ni smel prevzeti paleto na drugem vhodu ali pa jo poslati na drug izhod.

V Werumu so bili kreirani vsi možni objekti za tip pošiljanja palete od A do B točke:

Vhod A	Izhod B
IPEP	RPS
IPEP	RPP1
IPEP	RPP2
IPEP	RPP3
IPEP1	RPS
IPEP1	RPS1
IPEP2	RPS
IPEP2	RPS1

Tabela 2: Kreirani objekti v Werumu za transport palet brez uskladiščenja

Vir: (Lastna raziskava, 2017)



Slika 16: Paletna signatura "A to B" transportnega naloga iz vhoda IPEP na izhod RPP1

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Mesto		Skladiščna enota		Čas	
RPP1		IPEP__RPP1-459		05.08.2015 11:29	
Tip skladišča			Ciljno mesto		
Šifra		Naziv		Kont.Št.	
Status		Količina		Ura	
		1 ST		05.08.2015 11:47:19	
Zasedenost skladišča ,46%					
HC1-RACKPA01	HC1-RACKPA02	HC1-RACKPB01	HC2-RACKPA01	HC2-RACKPA02	HC2-RACKPB01
0%	0%	1,91%	0%	0%	1,49%
HC2-RACKPA01	HC2-RACKPA02	HC2-RACKPB01	HC3-RACKPA01	HC3-RACKPA02	HC3-RACKPB01
0%	0%	1,7%	0%	0%	2,13%

Zap.	SU	Šifra	K.Št.	Naziv	Tip skl.	Ura
1	IPEP__RPP1-457					05.08.2015 11:18

Slika 17: Ekran na izhodu s prikazanim transportnim nalogom »A to B«

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

AtlasMFCs

Sistem Pomoč

WHS01

Poročila → Pregled transportnih nalogov

Od 5.8.2015 0:00:00 Do 6.8.2015 0:00:00

Številka TN A2B-221

TE Paleta

Del.mesto

Izvirna lokacija

Št. pozicije

Material

Uporabnik

Ponorna lokacija

Uporabnik	Status	TD	Številka TN	TE Paleta	Material	Sarža	Kol.	Opis uporabnika	Ponorna lokacija	Št. pozicije	Z...	IZ - Opis
TIMI	✓ Obdelan	Transport	A2B-221	IPEP__RPP1...	NEZNANI/UNKNOWN		1	TIM Interfa...	RPP1	221	M	

Pregled transportnih nalogov

Zasedenost skladišča

Preniki palet

Napake na napravah

Obdelane postavke

Statistika zavrnjenih palet

Zavrnjene palete

Nastavitve

Slika 18: Primer transportnega naloga "A to B" v Atlasu v ekranu Poročila

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Atlas-MFCS

SistemPomoč

WHS01

Transport

Transportni nalogi

Odprema

Zaloge

Pregled zalog

Sifranti

Materiali

Paleta

Lokacije

Avtomatizirani blagov...

Premiki palet

Vizualizacija

Orodja

Poročila

Dnevnik

Pregled transportnih nalogov

Poročila → Dnevnik

Od5.8.2015 0:00

Info"A2B-221"

Del.mesto

Opis

Do6.8.2015 0:00

Entiteta

Uporabnik

Št.	D. post.	Uporabnik	Opis	Čas dogodka	Tip	Entiteta	Razlog	Info	Št. seje	ENTIT...	ENTIT...	ENTIT...	ENTIT...	ENTIT...	ENTIT...	ENTIT...
1596	Atlas Se...	TIMI	Pallet Deletion	5.8.2015 12:0...	Cont	IPE...	PLC_EXIT	Pallet d...	127	CO...	459					
1576	Atlas Se...	TIMI	Transport Label A->B C...	5.8.2015 11:2...	Cont	IPE...		Transp...	122	CO...	459					
1575	Atlas Se...	TIMI	Pallet created	5.8.2015 11:2...	Cont	IPE...		Pallet la...	122	CO...	459					

Slika 19: Prikaz dnevnika določenega transportnega naloga z vsemi ključnimi dogodki v Atlasu

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

9 Z DOBRIM PLANOM USPEŠNA NADGRADNJA

Za uspešno nadgradnjo celotnega sistema Atlas je bilo potrebno odstraniti starejšo različico programa, inštalirati novo različico in na njej izvesti teste, šele nato se je lahko sistem predal v produkcijo. Za celotno izvedbo se je naredil strateški plan (čez vikend) z uskladitvijo proizvodnje in skladišča ob dvodnevni prekinitvi avtomatskega sistema.

9.1 Priklop tehnic za avtomatsko tehtanje palet na vhidih avtomatskega skladiščnega sistema

Prvi dan so se izvajala testiranja prenosov teže iz novih tehnic na vhidih IPEP1 in IPEP2 avtomatskega skladiščnega sistema vključno s kalibracijami tehnic. Sledili so IQ in OQ testi za asinhrono delovanje vozičkov in priklop tehnic. Dobavitelji so z IQ testom potrdili uspešen priklop testnega Atlas sistema na fizično opremo z inštalacijo popravka na Atlasu.

Sledil je OQ test prevzema palet z različnimi težami, Atlas pa je moral palete pospravljati na ustrezno določena skladiščna mesta ali pa zavračati palete v primeru prevelike teže. Ob uspešni izvedbi OQ prevzema se je izvedel IQ za ponovni priklop testnega sistema Atlas na simulacijsko okolje, hkrati se je izvedel še IQ, s katerim se onemogoči prenašanje tež s tehnic na IPEP1 in IPEP2.

9.2 Namestitev nove verzije Atlasa MFCS

Ob uspešnih IQ in OQ predhodnih testih smo lahko namestili novo verzijo Atlasa in začelo se je osnovno testiranje v nadgrajenem okolju. Izvesti je bilo potrebno IQ za namestitev nove verzije Atlasa z uspešno zagnanimi vsemi procesi, IQ za namestitev na vse terminalske strežnike in končno se je lahko začelo testiranje v izboljšanem sistemu Atlas.

9.3 Ob uspešnih IQ, OQ in PQ testih še neformalna testiranja

Drugi dan so potekali neformalni testi z obratovanjem dveh vozičkov v proizvodnji. Testiralo se je predvsem delovanje aplikacije Atlas z različnim izvajanjem operacij v SAP-u in Werumu. Vsa testiranja so se morala izvajati na način, da se produkcijski podatki v Atlasu ne spreminjajo brez pripadajočih SAP dokumentov, ob koncu dneva pa je bil sistem po uspešnem testiranju predan v produkcijo.

10 SKLEP

Uspešnost podjetja je veliki meri odvisna od kvalitetnih upravljanj z zalogami in skladiščenjem le-teh. Vse več podjetij se odloča za avtomatizacijo skladišč. Z dobro informacijsko tehnologijo dosežemo polno sledljivost materialov, hkrati pa z optimizacijami skladiščnih procesov zmanjšujejo stroške obratovanja.

Za večjo preglednost in bolj organizirano skladiščenje blaga se večinoma uporabljajo regalni sistemi, ki se oskrbujejo s pomočjo viličarjev ali regalnih dvigal. Velike investicije, kot so prenove ali nadgradnje skladišč, se morajo zaradi specifičnosti panog kupcu posebej prilagoditi, kar zahteva dodaten čas in denar.

Z detajlnim popisom blaga, skladiščne opreme, spremljanjem strategije skladiščnih storitev in definicijo systemske specifikacije vmesnika se lahko sistem do zadnjega detajla prilagodi zahtevam upravljavca skladišča. Ker je pot do naročila dolga, velikokrat zmanjka časa za podrobna testiranja sistemov, po drugi strani pa kupec ne more oceniti zmogljivosti sistema, dokler le-ta ni v uporabi.

Največji izziv pri parametriziranju sistema za upravljanje skladišča je določitev notranjih procesov ter način in obseg uporabljanja podatkov, ki so potrebni, da je materialno poslovanje popolnoma transparentno. Z vsakdanjo uporabo se pokažejo možnosti dodatnih izboljšav, ki bi pripomogle k optimizaciji notranje logistike in skladiščnemu poslovanju.

Dobra informacijska tehnologija in dogovor s prodajalcem skladiščnega MFCS sistema sta v našem podjetju omogočala izvajanje dodatnih testov, implementacij in nadgradenj v posebej narejenih testnih okoljih, tako da so se testiranja lahko izvajala ločeno in nemoteno od produkcijskega sistema.

V diplomskem delu je s kratko predstavitvijo avtomatskega visokoregalnega skladišča in aplikacij SAP (ERP) ter Atlas MFCS, ki sta poglavitni za pravilno delovanje skladišča, obrazloženo ozadje delovanja aplikacij, ki si preko iDocov izmenjujejo podatke, izvršujejo premike palet preko kreiranih transportnih nalogov, in način, kako se preko vmesnika pošiljajo potrditve drugim aplikacijam.

V diplomskem delu so prikazane možnosti testiranj in nadgradenj informacijskih sistemov, ki se lahko s pomočjo raznih informacijskih rešitev odvijajo nemoteno in ločeno od produkcijskih sistemov. V našem podjetju je bil za izvajanje testiranj, ločeno od produkcijskih sistemov, napisan program Operator Simulator.

V Operator Simulatorju so se lahko nastavljale hitrosti simulacije, čas ovijanja nizke in visoke palete, ki smo jih dobivali iz realnega okolja. S faktorjem pohitritve celotne simulacije smo lahko določene teste izvedli hitreje, kot bi jih v realnem okolju, lahko se je manevriralo med ročnim ali avtomatskim »loadom« palet v VRS.

S kreiranjem avtomatskih ali ročnih »loadov« ali »unloadov« se je simuliral manipulant, ki bi z viličarjem naložil paleto na vhodni transporter ali odstranil paleto iz določenega izhodnega transporterja avtomatskega skladiščnega sistema.

V zadnjem delu diplomskega dela je opisan celoten postopek varnega in uspešnega implementiranja nove programske sheme Atlasa MFCS v produkcijsko okolje, ki je bil uspešno potrjen z napisanimi testi IQ, OQ in PK kvalifikacij.

Opisanih je nekaj ključnih faktorjev, ki jih pred uporabo novega sistema z dobavitelji avtomatskih ovijalcev palet, transporterjev, dvigal in programske opreme nismo mogli predvideti. Predstavljeni so načini testiranja odpravljanja morebitnih človeških napak oziroma nadgrajevanj vzpostavljenih procesov v smeri novih rešitev ob nelogičnih ukazih, produciranih zaradi človeškega faktorja.

11 LEGENDA KRATIC/OKRAJŠAV

ABAP – angl. **A**llgemeiner **B**erichts **A**ufbereitungs **P**rozessor

AGV – angl. **A**utomated **G**uided **V**ehicles (avtomatsko vodena vozila)

DB – **D**ata**B**ase (podatkovna baza)

DEV – angl. **D**evelopment (sistem za razvoj)

DBMS – angl. **D**atabase **M**anagment **S**ystem

ERP – angl. **E**nterprise **R**esource and **P**lanning

FEFO – angl. **F**irst **E**xpired, **F**irst **O**ut

FIFO – angl. **F**irst **I**N, **F**irst **O**ut

HBW – **H**igh **B**ay **W**arehouse (visokoregalno skladišče)

IBM – angl. **I**nternational **B**usiness **M**achines

IQ – angl. **I**nstallation **Q**alification (namestitev kvalifikacije)

IT – informacijska tehnologija

MFCS – angl. **M**aterial **F**low **C**ontrol **S**ystem (kontrolni sistem materialnega toka)

MSSQL – Microsoft SQL server

QA – angl. **Q**uality **A**ssurance (sistem za zagotavljanje kakovosti)

OQ – angl. **O**perational **Q**ualification (operativnost kvalifikacije)

PPM – angl. **P**rimary **P**acking **M**aterial (pomeni primarni pakirni material)

PROD – sistem za produkcijo

PQ – angl. **P**erformance **Q**ualification (uspešnost kvalifikacije)

SAP – **S**ysteme **A**nwendungen **P**rodukte (**S**istemske **A**plikacije in **P**roizvodi)

SAPgui – angl. **SAP** **G**raphical **U**ser **I**nterface

SPM – angl. **S**ecundary **P**acking **M**aterial

RAM – angl. **R**andom **A**cces **M**emory (pomnilnik)

R/3 – Realtime trinivojska arhitektura

TMS – angl. **T**ransport **M**anagment **S**ystem

VRS – visokoregalno skladišče

WMS – angl. **Warehouse Managment System**

WERUM – informacijska rešitev za povečanje učinkovitosti, izboljšanje produktivnosti in izpolnjevanje zakonskih zahtev za proizvodne obrate

12 LITERATURA IN VIRI

- *ABAP (Advanced Business Application Programming)*. (20. Junij 2017). Pridobljeno iz TechTarget: <http://searchsap.techtarget.com/definition/ABAP>
- *Configuring the QA System*. (15. Maj 2017). Pridobljeno iz SAP Help Portal: https://help.sap.com/saphelp_nw70ehp1/helpdata/en/9c/a544ccc57111d2b438006094b9ea64/frameset.htm
- *Kaj je Atlas MFS?* (17. Julij 2017). Pridobljeno iz Epilog: <https://www.epilog.net/re-itve-12464/atlas-mfs/kaj-je-atlas-mfs/>
- *Koristi za stranke*. (14. Junij 2017). Pridobljeno iz Epilog: <https://www.epilog.net/epilog/re-itve-12464/atlas-wms/re-itve-12464/atlas-wms/koristi-za-stranke/>
- Lastna raziskava. (2017).
- *SAP - Arhitecture*. (12. Junij 2017). Prevzeto 12. Junij 2017 iz SAP GUI Installation: https://www.tutorialspoint.com/SAP/SAP_architecture.htm
- *SAP - GUI Installation*. (11. Junij 2017). Pridobljeno iz Tutorials Point: https://www.tutorialspoint.com/SAP/SAP_gui_installation.htm
- *SAP - GUI Navigation*. (11. Junij 2017). Pridobljeno iz Tutorials Point: https://www.tutorialspoint.com/sap/sap_navigating.htm
- *SAP - Modules*. (8. Junij 2017). Pridobljeno iz Tutorials Point: https://www.tutorialspoint.com/sap/sap_modules.htm
- *SAP - Programming Language(ABAP)*. (11. Junij 2017). Pridobljeno iz Tutorials Point: https://www.tutorialspoint.com/SAP/SAP_programming_language.htm
- *SAP Facts and Information*. (4. Maj 2017). Pridobljeno iz SAP Software Solutions: <https://www.SAP.com/corporate/en/company.html>
- *SAP HANA*. (7. Junij 2017). Pridobljeno iz SAP: <https://www.SAP.com/products/hana.html>
- *SAP Testing*. (26. April 2017). Pridobljeno iz Infosys: <https://www.infosys.com/IT-services/validation-solutions/service-offerings/Pages/SAP-testing.aspx>
- *SAP: A 45-year history of success*. (13. Maj 2017). Pridobljeno iz SAP Software Solutions: <https://www.SAP.com/corporate/en/company/history.html>
- Sjögren, M. (2017). Priročnik za uporabo. *Transporter in dvigalo, BCI – nadzorni vmesnik Box*. Slovenija: Swisslog- Accalon AB.

- Sjögren, M. (2017). Priročnik za uporabo; Vectura S32, IBL. *Vectura S32, IBL*. Slovenija: Swisslog- Accalon AB.
- *Tehnologija*. (20. April 2017). Pridobljeno iz Epilog: <https://www.epilog.net/re-itve-12464/atlas-wms/re-itve-12464/atlas-wms/tehnologija/>
- *Transport Management System - Concept*. (2017). Pridobljeno iz SAP Help Portal: https://help.sap.com/saphelp_me60/helpdata/en/c4/6045377b52253de10000009b38f889/frame-set.htm
- *User Interface Development for SAP*. (3. Maj 2017). Pridobljeno iz SAP Software Solutions: <https://www.sap.com/developer/topics/ui-development.html>
- Vabič, L. (2016). ATLAS Uporabniški priročnik. Last podjetja Epilog.
- *Vse lastnosti Atlas WMS*. (5. April 2017). Pridobljeno iz Epilog: <https://www.epilog.net/re-itve-12464/atlas-wms/vse-lastnosti-atlas-wms/>
- *What Are IQ, OQ, and PQ, and Why Are They Required In The Pharmaceutical Industry*. (14. Maj 2017). Pridobljeno iz WellSpring: <http://www.wellspringcmo.com/blog/what-are-iq-oq-and-pq-and-why-are-they-required-in-pharmaceutical-industry>
- *What databases does SAP use*. (10. April 2017). Pridobljeno iz Quora: <https://www.quora.com/What-database-does-SAP-use>