

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI UPORABE PAMETNIH OČAL ZA
PODPORO NABIRANJU BLAGA V IZBRANEM PODJETJU**

Ljubljana, 19. april 2018

ANJA ŠAVRIN

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Anja Šavrin, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega dela z naslovom Študija izvedljivosti uporabe pametnih očal za podporo nabiranju blaga v izbranem podjetju, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem izr. prof. dr. Petrom Trkmanom,

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravila samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označila;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.

V Ljubljani, dne 19.4.2018

Podpis študentke: _____

KAZALO

UVOD	1
1 SKLADIŠČNI PROCESI	4
1.1 Proces nabiranja blaga	5
1.2 Človek k blagu	7
1.3 Strategije nabiranja blaga	11
1.3.1 S-oblika nabiranja blaga ali vzdolžna oblika nabiranja blaga	11
1.3.2 Največja vrzel.....	11
1.3.3 Optimalno nabiranje blaga	12
1.3.4 Hodnik za hodnikom	12
2 INFORMATIZACIJA NABIRANJA BLAGA	13
2.1 Celoviti informacijski sistem.....	14
2.2 Sistem za vodenje skladišč	14
2.3. Informatizacijska podpora nabiranju blaga	15
2.3.1 Črtne kode	16
2.3.2 RFID.....	17
2.3.3 Svetlobno vodenje	18
2.3.4 Glasovno vodenje	20
2.4 Vizualno vodenje s pametnimi očali	21
2.4.1 Virtualna, nadgrajena in združena resničnost	21
2.4.2 Pametna očala.....	23
3 OBSTOJEČE STANJE NABIRANJA BLAGA V IZBRANEM PODJETJU	24
3.1 Opis izdelkov	25
3.2. Opis skladišča	25
3.3 Proces nabiranja blaga	27
4 ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI UPORABE PAMETNIH OČAL ZA PODPORO NABIRANJA BLAGA V IZBRANEM PODJETJU	28
4.1 Pametna očala Vuzix M300.....	28
4.2 Priprava okolja za pilotno študijo.....	30
4.3 Študija izvedljivosti	31
4.3.1 Prvi preizkus.....	32

4.3.2	Drugi preizkus	36
4.3.3	Tretji preizkus	37
4.3.4	Četrti preizkus	38
5	ANALIZA STROŠKOV IN KORISTI	41
5.1	Ocenjevanje stroškov	42
5.1.1	Stroški osnovnih sredstev	42
5.1.2	Enkratni stroški	43
5.1.3	Ponavljajoči stroški	44
5.2	Ocenjevanje koristi	44
5.3	Izračun finančnih kazalcev	45
5.4	Diskusija	46
5.5	Možnost nadaljnjega razvoja	47
	SKLEP	48
	LITERATURA IN VIRI	51

KAZALO SLIK

Slika 1:	Odstotek letnih obratovalnih stroškov v skladišču.	6
Slika 2:	Primer nabiranja blaga po conah.....	8
Slika 3:	Serijsko nabiranje blaga.....	9
Slika 4:	Grozdno nabiranje blaga po več delovnih nalogih	9
Slika 5:	Nepremični navpični moduli.....	10
Slika 6:	Navpični dvizni modul.....	10
Slika 7:	S-oblika nabiranja blaga	11
Slika 8:	Največja vrzel	12
Slika 9:	Optimalno nabiranje blaga.....	12
Slika 10:	Hodnik za hodnikom.....	13
Slika 11:	Sistem za vodenje skladišč.....	15
Slika 12:	Skladiščni komunikacijski sistem	16
Slika 13:	Primer črtnih kod GS1 13 (EAN 13) IN Code 128.....	17
Slika 14:	Primer kod DataMatrix in QR Code	17
Slika 15:	Pogled skozi pametna očala – fizični svet z digitalnim vložkom	22
Slika 16:	Primerjava virtualne, nadgrajene in združene resničnosti	22
Slika 17:	Pametna očala Vuzix M300.....	23
Slika 18:	Tloris skladišča izbranega podjetja.....	26
Slika 19:	Funkcije Vuzix M300	29
Slika 20:	Prikaz lokacij pobiranja blaga v coni 1, za vse ponovitve – tloris.....	32

Slika 21: Maska na ročnem terminalu za odčitavanje kode regala	33
Slika 22: Maska na ročnem terminalu za odčitavanje izdelka	33
Slika 23: Primer slike skeniranja količine z naprstnim BT čitalcem na pametnih očalih.	34
Slika 24: Prikaz lokacij pobiranja blaga v coni 2, za vse ponovitve – stranski ris.	35
Slika 25: TAP naprstni sistem	48

KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati v coni 1, preizkus 1	34
Tabela 2: Rezultati v coni 2, preizkus 1.	36
Tabela 3: Rezultati v coni 1, preizkus 3	37
Tabela 4: Rezultati v coni 2, preizkus 3	38
Tabela 5: Rezultati v coni 1, preizkus 4	39
Tabela 6: Rezultati v coni 2, preizkus 4	40
Tabela 7: Razlika v času nabiranja blaga z ročnim terminalom in s pomočjo pametnih očal.	40
Tabela 8: Elementi procesa nabiranja blaga.....	41
Tabela 9: Ocenjeni stroški strojne opreme	42
Tabela 10: Ocenjeni stroški programske opreme	42
Tabela 11: Ocenjeni stroški uvedbe projekta	43
Tabela 12: Stroški vzporednega delovanja.....	43
Tabela 13: Letni strošek vzdrževanja opreme.....	44
Tabela 15: Diskontirane neto koristi po letih za dobo dveh let.....	45
Tabela 16: Diskontirane neto koristi po letih za dobo pet let.....	46

SEZNAM KRATIC

1D – one dimensional (enodimenzionalno)

2D – two dimensional (dvodimenzionalno)

AR – augmented reality (nadgrajena resničnost)

EAN – european article association (črtna koda)

ERP – enterprise resource planing (celoviti informacijski sistem)

HMD – head mounted display (naglavna naprava z zaslonom)

MR – merged reality (združena resničnost)

RF terminal – radio frequency terminal (radiofrekvenčni terminal)

RFID – radio frequency identification (radiofrekvenčna identifikacija)

SCM – supply chain management (management oskrbovalne verige)

VR – virtual reality (virtualna resničnost)

WLAN – wireless local area network (brežžično lokalno omrežje)

WMS – warehouse management system (sistem za vodenje skladišč SVS)

UVOD

Podjetja se morajo danes prilagoditi hitrim spremembam, da ostanejo konkurenčna. Živimo v času hitrega razvoja in med hitre spremembe lahko uvrstimo tudi čedalje zmogljivejšo informacijsko tehnologijo. Podjetja, ki se zavedajo, kako pomembna je optimizacija poslovnih procesov za preživetje, bodo konkurenčno prednost iskala tudi v informatizaciji poslovanja (Kovačič, Jaklič, Indihar Štemberger, & Groznik, 2004). Šimenc (2010) dodaja, da so čas, stroški in kakovost parametri, ki lahko prispevajo k optimalni razpoložljivosti izdelkov ter storitveni oskrbi strank po konkurenčnih cenah.

Konkurenca ni več med podjetji, ampak med dobavnimi verigami, zato je management oskrbovalnih verig postal najpomembnejši način zagotavljanja konkurenčne prednosti (Trkman, McCormack, Valadares de Oliveira, & Ladeira, 2010).

Management oskrbovalne verige (ang. *Supply Chain management*) je povezana vrsta virov in procesov, ki se začnejo s pridobivanjem surovin ter se zaključijo z dostavo končnih izdelkov končnemu uporabniku (Trkman, Indihar Štemberger, Jaklič, & Groznik, 2007). Definiran je kot »skupek treh ali več subjektov (podjetij ali posameznikov), ki navzgor ali navzdol sledijo toku proizvodov storitev, financ in informacij« (Mentzer in drugi, 2001, str.4).

Za uspešen management celotne verige je potrebno vsak element oskrbovalne verige optimizirati. Podjetja morajo procese analizirati, jih razumeti, šele nato izvesti optimizacijo za doseganje boljše učinkovitosti. Analizo je potrebno opraviti ne samo na ravni posameznega podjetja, ampak oskrbovalne verige kot celote (Trkman in drugi, 2007).

Management oskrbovalne verige obsega metode, sisteme in ljudi, ki stalno izboljšujejo procese znotraj proizvodnje, dobav, planiranja in izvajanja logistike (Krmac, 2010).

»Oskrbovalna veriga je sestavljena iz dobaviteljev, proizvodnje, distribucijskih kanalov, povezovalne mreže in odnosov v proizvodnji ali nabavi s storitvami«. Za povezavo teh ključnih procesov skrbi logistika, ki hkrati zagotavlja stroškovno učinkovito oskrbo v celotni oskrbovalni verigi (Kavčič, 2009, str.35).

Vloga skladiščenja postaja v sodobni logistiki vse bolj pomembna, in sicer zaradi potrebe po zmanjšanju stroškov in hitrejšem odzivnem času. Učinkovit management skladišča je lahko ključnega pomena za celotno učinkovitost oskrbovalne verige, zato se v zadnjih dveh desetletjih intenzivno ukvarjajo z informacijsko tehnologijo, ki bi nudila celovito podporo logističnim procesom (Stoltz, Giannikas, McFarlane, & Strachan, 2017).

Problem nastane, ker podjetja svojo obstoječo tehnologijo nadgradijo šele, ko ta zastara in so prisiljeni zamenjati obstoječo tehnologijo, kar pa še zdaleč ni preprosto, če se ne nadgrajuje sproti in ni nadgradnje znanja in infrastrukturnih rešitev. Preskoki so torej lahko preveliki. Na drugi strani pa lahko pretirana vlaganja negativno vplivajo na uspešnost poslovanja (Kovačič in drugi, 2004, str. 15).

V skladišču poznamo štiri glavne podprocese: sprejem, skladiščenje, nabiranje blaga in pošiljanje. Nabiranje blaga je daleč najbolj proučevan proces, saj predstavlja več kot 50 % stroškov skladiščenja (Stoltz in drugi, 2017).

Poljanec (2011, str. 18) pravi, da je priprava blaga nabiranje posameznih izdelkov iz skladiščnih enot. Nabiranje blaga je ključno za uspešno logistiko, je pa delovno in časovno intenzivno, zato je ustrezno planiranje tega procesa pomembno za uspešno poslovanje (Grosse, Glock, Jaber, & Neumann, 2015). Tudi Rak (2011, str. 65) pravi, da je za skoraj vsako skladišče nabiranje blaga najintenzivnejši in stroškovno najdražji proces zbiranja blaga iz skladišča glede na vsebino in obseg posameznih delovnih nalogov. Glavni cilj optimizacije nabiranja blaga je maksimiziranje učinkovitosti in minimiliziranje stroškov, pri tem Kovačič in drugi (2004) trdijo, da se to lahko doseže s pomočjo informatike, katere glavna naloga je zmanjšanje stroškov in krajšanje aktivnosti znotraj poslovnih procesov. Podjetja v svojih skladiščih uporabljajo različne pristope nabiranja blaga, ki se razlikujejo glede na vrsto blaga, strukturo skladišča in lastnosti naročil kupcev.

Včasih je proces nabiranja blaga nezahteven in je priprava naročila preprosta in hitra, v večini primerov pa je priprava blaga zahtevna zaradi različnih lastnosti izdelkov, naročil in strukture skladišč (Kovačič in drugi, 2004).

Nekatere rešitve so že več let odlično vpeljane v prakso, smiselnost nekaterih drugih pa se trenutno še preverja. Trenutno najbolj znana in razširjena tehnologija za pomoč pri nabiranju blaga je uporaba radiofrekvenčnih terminalov (*ang. Radio frequency terminal, RF*), obstajajo pa tudi rešitve, kot so svetlobno vodenje in glasovno vodenje. V zadnjem času pa se veliko govori o nabiranju blaga s pomočjo pametnih očal. Podjetje DHL je uspešno izvedlo poskusni projekt testiranja pametnih očal za pomoč nabiranju blaga in rezultati so pokazali, da so pametna očala pripomogla k boljšemu sortiranju in nabiranju izdelkov (*Vision picking in the warehouse*, 2017).

Uporaba pametnih očal v procesu nabiranja blaga je še v zametkih in je trenutno ne srečamo v slovenskih podjetjih in je prava redkost tudi drugje po svetu. Ideja pametnih očal se je začela že pred desetletji, a na trgu so postala prepoznavna, ko jih je tehnološki velikan Google leta 2011 predstavil javnosti in so bila videti kot velika potapljaška maska. Leta 2012 so s pomočjo modnih oblikovalcev poskušali približati očala z namenom splošne

uporabe s strani posameznikov v vsakdanjem življenju, vendar se zaradi obsežnih kritik, pomanjkljivosti in cene niso obdržala na trgu (Guerra, 2015). Danes so pametna očala izpopolnjena do te mere, da jih lahko uporabimo tudi za pomoč pri nabiranju blaga.

Namen magistrskega dela je predstaviti in opredeliti nabiranje blaga ter opisati različne možnosti izbire informacijske tehnologije za pomoč pri nabiranju. Ob tem želim predstaviti pametna očala kot konkretno rešitev za hitrejše in učinkovitejše nabiranje blaga ter s pomočjo pilotne študije preveriti, ali se da pametna očala uporabljati v procesu skladiščenja oz. nabiranja blaga, ter preveriti učinkovitost in upravičenost takšne investicije.

Cilji dela so:

- preučiti teoretična spoznanja na področju nabiranja blaga,
- opredeliti različne pristope informacijske tehnologije za podporo nabiranju blaga,
- preveriti izvedljivost predlagane rešitve s pomočjo izdelave pilota (finančni učinek, pogoji za uvedbo, možnost nadaljnjega razvoja itn.).

Teze:

- pametna očala je možno uporabiti za namene nabiranja blaga,
- pametna očala omogočajo hitrejše nabiranje blaga,
- pametna očala omogočajo učinkovitejše nabiranje blaga,
- investicija v sistem nabiranja blaga z uporabo pametnih očal je upravičena.

V prvem delu magistrskega dela sem preučila domačo in tujo literaturo, znanstvene članke ter opravljene raziskave, ki so bile izdelane na področju podpore nabiranju blaga.

Empirični del pa temelji na študiji izvedljivosti, ki sem jo opravila s pomočjo izdelave pilota, saj je za tovrstno, dokaj neraziskano področje najprimernejša. Najprej sem analizirala obstoječe stanje nabiranja blaga v izbranem podjetju. Zanimala me je vrsta blaga, struktura skladišča in kakšno tehnologijo uporabljajo za pomoč nabiranju blaga. Izpostavila sem trenutno problematiko in po končani analizi pridobljenih podatkov preverila, ali je v izbranem podjetju implementacija pametnih očal izvedljiva, ali pripomorejo k izboljšanju procesov in ali je investicija upravičena. To sem opravila s pomočjo testiranja očal v skladišču izbranega podjetja. S štirimi preizkusi v več ponovitvah sem prišla do rezultatov za analizo pilotne študije.

Za uspešno opravljeno pilotno študijo sem potrebovala podjetje, ki je bilo pripravljeno sodelovati pri testiranju pametnih očal. Omogočiti so mi morali dostop do njihovega sistema, baze podatkov, njihovih artiklov in razkriti so mi morali njihov proces dela.

Pomoč skladiščnikov izbranega podjetja sem imela pri premikih blaga, za testiranje očal pa se niso odločili zaradi strahu pred novo tehnologijo in spremembami, povezanimi z njo. Zaradi takšnega nesodelovanja sem poiskala testno osebo, ki ni nikoli delala v skladišču in je imela popolnoma nevtralen odnos do očal in dela. Na voljo sem imela samo eno aplikacijo za pomoč nabiranju blaga, ki je podpirala možnost nabiranja blaga z očali.

Magistrsko delo sem razdelila v pet zaokroženih poglavij. Prvi dve poglavji sta teoretični. V prvem poglavju predstavim proces nabiranja blaga kot del skladiščnih procesov, definicije različnih avtorjev, poleg tega predstavim načine in strategije nabiranja blaga. V drugem poglavju predstavim teoretična izhodišča informacijskih sistemov ter njihovo delovanje in namen. V sklopu poglavja predstavim informacijske komunikacijske sisteme za podporo nabiranju blaga.

Naslednja tri poglavja predstavljajo empirični del. V tretjem poglavju je kratek opis izbranega podjetja, njegove lastnosti, izdelki, opis skladišča ter opis njihovega procesa dela z obstoječo tehnologijo. Četrto poglavje predstavlja študijo izvedljivosti. Najprej opišem pametna očala kot novo tehnologijo za pomoč nabiranju blaga, nato opišem pripravo okolja za izvedbo študije. Sledijo štirje preizkusi testiranja tehnologije pametnih očal in merjenje časa za pridobitev rezultatov o učinkovitosti uporabe izbrane tehnologije. Peto poglavje je analiza stroškov in koristi, kjer s pridobljenimi podatki iz študije preko finančnih kazalcev izračunam stroške, povrnitev investicije in upravičenost naložbe v takšno nadgradnjo obstoječe tehnologije.

V zadnjem poglavju strnem misli glede pridobljenih teoretičnih znanj in rezultatov lastne raziskave ter podam mnenje.

1 SKLADIŠČNI PROCESI

Dolar (1982) pravi, da je osnovna naloga skladiščenja ohraniti uskladiščene izdelke količinsko in kakovostno nespremenjene in ne glede na avtomatizacijo in sredstva, ki jih uporabljamo, so osnovni koncepti dela v skladišču enaki ali podobni.

Proces skladiščenja je skupek tehnološko zaokroženih opravil v procesu skladiščenja blaga, ki ga sestavljajo:

- prevzem blaga,
- shranjevanje blaga,
- nabiranje blaga,
- odprema blaga.

Klodawski, Jacyna, Lewczuk in Wasiak (2017) navajajo, da so skladiščni procesi niz ukrepov, ki so povezani s sprejemanjem, shranjevanjem, nabiranjem in odpremo blaga, v

za to namenjenih prostorih pod določenimi organizacijskimi in tehnološkimi pogoji. Za potrebe magistrskega dela bomo govorili samo o procesu nabiranja blaga.

Skladišča se med sabo razlikujejo in uporabljajo različne vrste skladiščnih procesov, v osnovi delimo skladišča na tri vrste (Berg, & Zijm, 1999):

- distribucijsko skladišče je skladišče, v katerem se zbirajo izdelki različnih dobaviteljev za dostavo k več strankam,
- proizvodno skladišče se uporablja za skladiščenje surovin, polizdelkov in končnih izdelkov v proizvodnem objektu,
- pogodbeno skladišče je objekt, kjer se izvaja skladiščenje v imenu ene ali več strank.

Izbira določene strategije skladišča je običajno odvisna od procesov skladiščenja, strukture in velikosti naročil strank, upravljalnih logističnih enot, finančnih in časovnih stroškov ter razpoložljivosti prostora za shranjevanje. Izbira je vedno odvisna od tehničnih in organizacijskih dejavnikov (Klodawski in drugi, 2017).

1.1 Proces nabiranja blaga

»Nabiranje blaga je jemanje materiala iz skladiščnih enot (palet, palic, zabojev) in sestavljanje tako imenovanih komisionirnih enot« (Dolinar, Hajdinjak, Gogola, & Bračič, 1982, str. 51).

»Nabiranje blaga je opredeljeno kot proces, s katerim se pridobijo ustrezne količine izdelkov, vzeti iz določenih lokacij v skladišču z namenom izpolnitve naročila stranke. Vsa površina za nabiranje blaga se razdeli na posamezna področja, ta pa se dodelijo posameznim nabiralcem blaga« (Chin-Chia, & Yih-Weinn, 2005, str. 489).

Nabiranje blaga je proces nabiranja posameznih izdelkov glede na naročilo oziroma glede na obseg in vsebino posameznih delovnih nalogov (Poljanec, 2011). Sestavljeno je iz rokovanja in premikanja materialov znotraj podjetja in je daleč najbolj proučevan proces, saj je kljub uvedbi visoke avtomatizacije še vedno odvisno od človekovega dela, njegove iznajdljivosti in natančnosti (Jonsson, 2008, str. 59).

Kadar govorimo o procesu nabiranja blaga, govorimo o pošiljanju nabiralca blaga do izdelkov, kar pomeni, da se nabiralec fizično premika skozi skladišče med različne police in hodnike ter pobira blago iz škatel ali drugih pakirnih enot. Obstaja tudi proces nabiranja blaga, ko blago samo pride k nabiralcu blaga. Kakšen način bo organizacija izbrala, pa je odvisno od vrste skladišča, postavitve in vrste blaga (Schwerdtfeger, 2009).

Glavni dejavniki, ki vplivajo na izbiro načina nabiranja blaga (Schwerdtfeger, 2009), so:

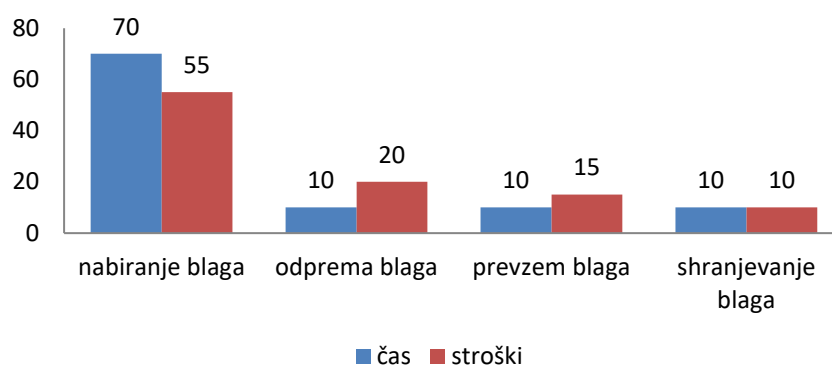
- dimenzije, teža in oblika blaga,
- dimenzije skladišč in distribucijskih enot,
- fizične lastnosti blaga (rok trajanja, vnetljivost, strupenost, lomljivost),
- velikosti komisionirnih enot v odnosu s skladiščnimi enotami,
- transportne lastnosti materiala,
- možnosti avtomatske identifikacije blaga.

Ob tem lahko kot razloge za počasno avtomatizacijo skladišča navedemo še:

- ekonomsko neupravičenost avtomatizacije nabiranja blaga,
- neizvedljivost avtomatizacije (sistem in skladišče ne podpirata nove tehnologije),
- strah pred digitalizacijo.

Od vseh naštetih skladiščnih procesov je proces nabiranja blaga najpomembnejši. Predstavlja 55 % stroškov poslovanja skladišča in vzame 70 % časa vseh skladiščnih aktivnosti, zato je zelo pomembno, da se zmanjšata čas in pot nabiranja blaga (Habazin, Glasanović, & Bajor, 2017). Odstotek letnih obratovalnih stroškov v skladišču je prikazan na grafikonu slike 1.

Slika 1: Odstotek letnih obratovalnih stroškov v skladišču.



Vir: Habazin, Glasanović, & Bajor (2017).

V praksi poznamo dva sistema nabiranja blaga, in sicer (Dolinar, 1982):

- enostopenjsko nabiranje blaga,
- dvostopenjsko nabiranje blaga.

Enostopenjsko nabiranje blaga je neposredno sestavljanje izdelkov, kar pomeni, da sestavljamo komisionirno enoto v regalnem hodniku. Nabiralec blaga obdeluje en nalog s pomočjo komisionirnega vozička, tekočega traku ali s pomočjo dvigal in komisionirnih viličarjev (Dolinar, 1982).

Dvostopenjsko nabiranje blaga pa sestoji iz (Dolinar, 1982):

- 1. stopnja: predhodna faza, kjer se naročila razdelijo in sestavljajo po skladiščnih conah; nabiralec blaga prejme seznam združenih več nalogov;
- 2. stopnja: sestavljanje naročil zunaj skladiščne cone, kar pomeni, da izdelke razvrstimo na posamezne naloge.

S tem nabiranjem blaga po serijah želimo doseči čim večje število pozicij na en delovni cikel komisionirnega dvigala in s tem čim krajši čas za nabiranje blaga posameznih pozicij. Druga stopnja nabiranja blaga zahteva dodatno delovno silo, prostor ter podaljšan čas za izpolnjevanje naročila. Pred odločitvijo, kakšen način bo organizacija uporabila, je potrebno izdelati ekonomsko in organizacijsko analizo (Dolinar, 1982, str. 53–59).

V skladiščih se uporabljajo različni načini nabiranja blaga. Na splošno pa jih delimo na (Rak, 2011):

- človek k blagu,
- blago k človeku,
- avtomatizacija.

Za potrebe magistrskega dela se bom posvetila načinu »človek k blagu«, pri katerem je smiselna uporaba pametnih očal.

1.2 Človek k blagu

S premiki v skladiščnem procesu porabimo veliko časa, zato je pomembno, da so premiki in poti narejene optimalno (Rak, 2011). Nabiralci blaga se premikajo na lokacije od regala do regala, kjer je shranjeno blago. Pogosto morajo za izpolnjevanje naročil prehoditi več hodnikov. Način, kako nabirajo blago po hodnikih, mu pove nabiralna strategija, ki je odvisna, kako velik in dolg je prostor za skladiščenje blaga, kakšna je vrsta blaga in kako obsežna so naročila. Najpogostejši pripomočki za nabiranje blaga so za to prilagojeni vozički in viličarji (Hong, 2010).

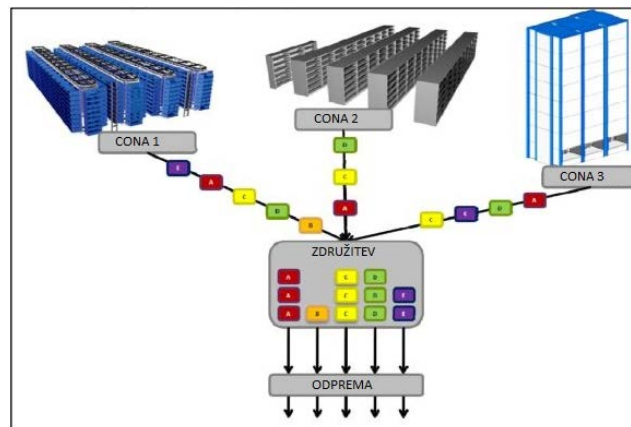
Metode nabiranja blaga (Wheeler, 2014):

- samostojno nabiranje blaga (*ang. Discrete order picking*),
- nabiranje blaga po conah (*ang. Zone picking*),
- serijsko nabiranje blaga (*ang. Batch picking*),
- grozdno nabiranje blaga (*ang. Cluster picking*),
- nabiranje blaga po valovih (*ang. Wave picking*),
- mešan način nabiranja blaga.

Samostojno nabiranje blaga je zaradi lahkega razumevanja in preprostosti najpogostejša izbira. Nabiralec blaga nabira blago po enem naročilu in po eno vrstico hkrati. Zaradi takega načina nabiranja blaga je odzivnost izpolnitve naročila hitra, saj lahko med naročili izbiramo. Hkrati pa je to najmanj učinkovita metoda, saj zahteva precej časa za premike po skladišču (Wheeler, 2014).

Nabiranje blaga po conah (slika 2) je način nabiranja blaga, ko so nabiralci blaga dodeljeni posamezni coni oziroma območju. Vsak nabiralec je odgovoren za izbor izdelkov iz svojega območja. Če se izdelki enega naročila nahajajo na več območjih, se vsako območje pripravi ločeno, na koncu pa se združijo v eno naročilo. Slabost takšnega načina nabiranja blaga je to, da so naročila razporejena vnaprej in vmesnih nenapovedanih naročil sistem ne sprejme (Wheeler, 2014).

Slika 2: Primer nabiranja blaga po conah

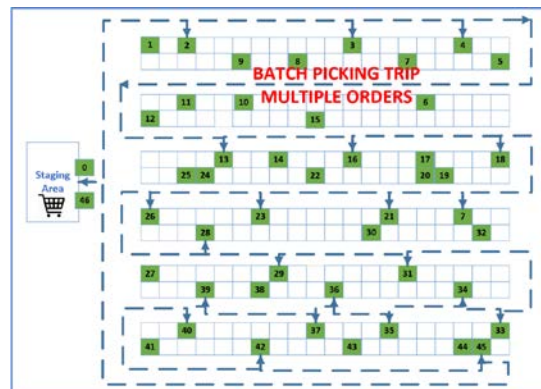


Vir: Prirejeno po Estes Team (2014).

Serijsko nabiranje blaga ali nabiranje blaga po več delovnih nalogih na enkrat je način nabiranja blaga, kjer se združi več naročil skupaj z enakimi lokacijami izdelkov, kot je prikazano na sliki 3. Nabiralec blaga do ene lokacije potuje samo enkrat. Serijsko nabiranje

je postopek zbiranja več nalogov v en nabiralni voziček. Po koncu nabiranja blaga sledi proces razvrščanja v pakirne enote po nalogih. Glavna prednost pri izbiri te metode je krajšanje časa premikov po skladišču. Tak način se navadno uporablja za naročila, ki vsebujejo le nekaj vrst relativno majhnih izdelkov. Tudi ta način je slabo odziven (Wheeler, 2014). Če bi v ta sistem vgradili tehnologijo svetlobnega vodenja, podrobneje opisano v poglavju 2.3.3., bi bila produktivnost takšnega načina nabiranja blaga višja kot pri papirnem sistemu ali nabiranju s terminali (Muller, 2007).

Slika 3: Serijsko nabiranje blaga

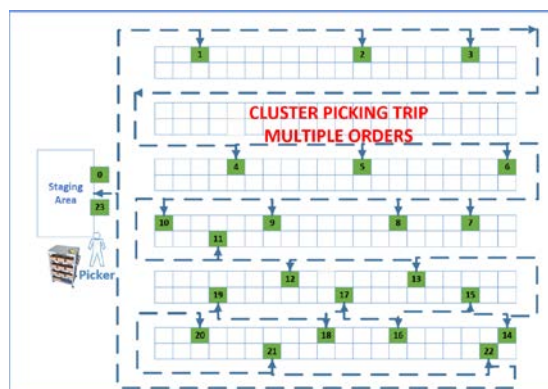


Vir: Musaoglu (2017).

Grozdno nabiranje blaga (slika 4) je nabiranje blaga v nabiralni voziček z ločenimi posodami ali zabojniki. Obstajata dva sistema grozdnega nabiranja blaga (Wheeler, 2014):

- Nabiranje blaga po več delovnih nalogih v ločene posode ali zabojnike z enim potovanjem skozi hodnike med regali.

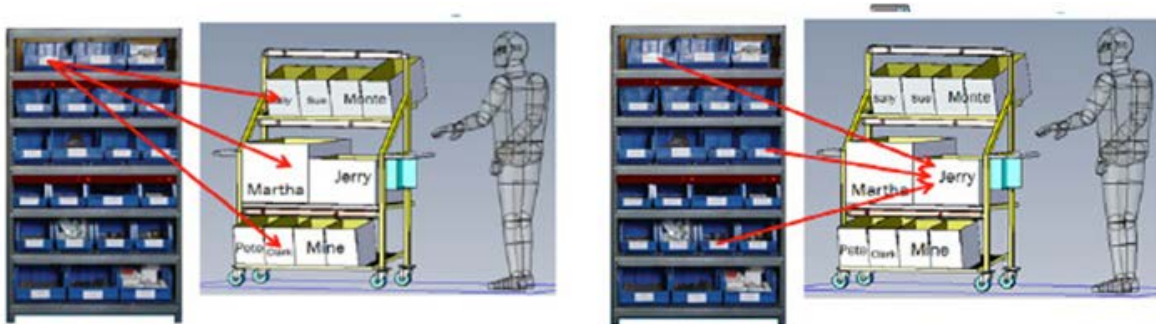
Slika 4: Grozdno nabiranje blaga po več delovnih nalogih



Vir: Musaoglu (2017).

- Nabiranje blaga s pomočjo navpičnih modulov, kjer nabiralec blaga dela minimalne premike in izbira izdelke iz sortiranih enot v modulu. Slika 5 prikazuje fiksne module, slika 6 pa dvižne module. Sistem dela z dvižnimi moduli že lahko uvrstimo v način nabiranja blaga »blago k človeku«.

Slika 5: Nepremični navpični moduli



Vir: Fastfetch (2013).

Slika 6: Navpični dvižni modul



Vir: Solutions Kardex remstar GmbH.

Nabiranje blaga po valovih je podobno samostojnemu nabiranju blaga, le da so razporeditve delovnih nalogov načrtovane. Naročila se lahko izberejo ob določenem času z namenom usklajevanja in koordinacije drugih operacij nabiranja blaga in odpreme (Wheeler, 2014).

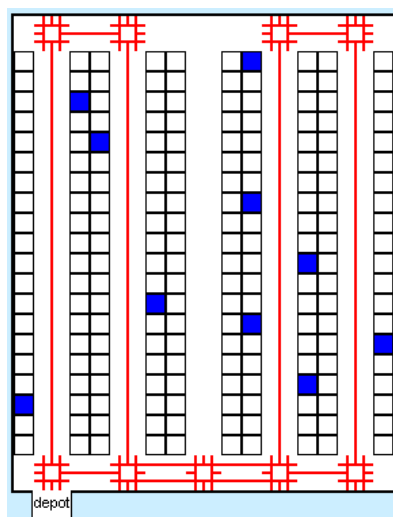
1.3 Strategije nabiranja blaga

Za zmanjšanje časa nabiranja blaga je mogoče uporabljati več metod. Eden od pristopov je določitev poti nabiranja blaga (Roodbergen, & de Koster, 2001).

1.3.1 S-oblika nabiranja blaga ali vzdolžna oblika nabiranja blaga

S-oblika nabiranja blaga ali vzdolžna oblika nabiranja blaga (*ang. S-shape*) je najbolj preprosta oblika nabiranja. Vsak hodnik, v katerem je vsaj en element za nabiranje, mora nabiralec blaga prepotovati v celotni dolžini. Kot kaže slika 7, se v hodnik, kjer ni nobenega elementa, ne vstopa. Po zadnjem obiskanem hodniku se nabiralec blaga vrne na začetek. S-oblika je najprimernejša, kadar nabiralec blaga pobira izdelke z obeh strani hodnika hkrati in tako potuje le enkrat (Roodbergen in drugi 2001).

Slika 7: S-oblika nabiranja blaga

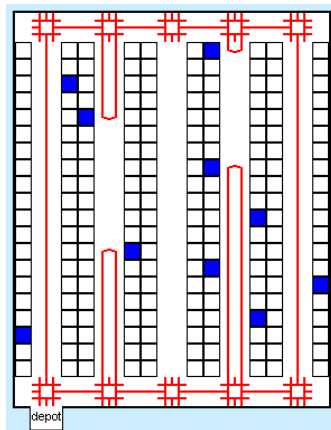


Vir: Prirejeno po Roodbergen.

1.3.2 Največja vrzel

Največja vrzel (*ang. Largest gap heuristic*) je oblika nabiranja blaga, kjer nabiralec blaga vstopa v hodnik do največje vrzeli znotraj hodnika (slika 8). Vrzel je mišljena kot razdalja med dvema sosednjima zahtevanima lokacijama za nabiranje blaga. Največja vrzel je največja razdalja med lokacijama in se deli v dva sklopa. Če sta dva izdelka vsak na svojem koncu hodnika, se pot naredi z obeh strani hodnika. Ta način je najbolj uporaben v primeru, če je iskalnih izdelkov v hodnikih malo (Roodbergen in drugi, 2001).

Slika 8: Največja vrzel

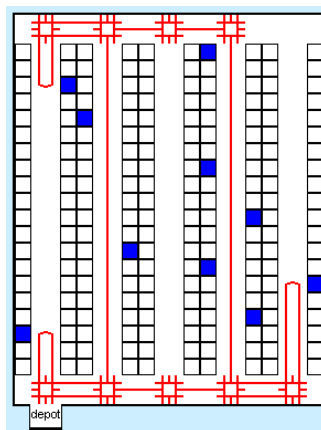


Vir: Prirejeno po Roodbergen.

1.3.3 Optimalno nabiranje blaga

Bistvo optimalnega nabiranja blaga (*ang. Optimal heuristic*) je obiskati čim več lokacij s ciljem, da se čim manj potuje (slika 9). Hodnik se lahko prehodi v celoti, delno, lahko se ga zapusti na istem koncu, kot se je vanj vstopilo. Nabiralec blaga tako opravi najkrajšo pot. Težava nastane, ker ta način nabiranja blaga ne upošteva možnosti večjega števila nabiralcev in lahko pride do zastojev (Roodbergen in drugi, 2001).

Slika 9: Optimalno nabiranje blaga



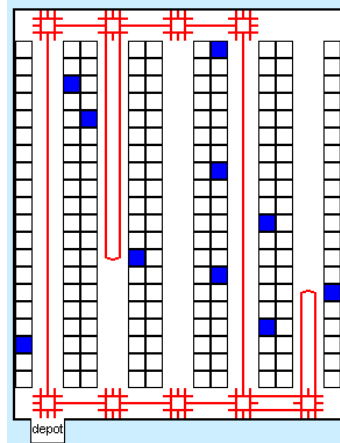
Vir: Prirejeno po Roodbergen.

1.3.4 Hodnik za hodnikom

Način nabiranja blaga po strategiji »hodnik za hodnikom« (*ang. Aisle-by-aisle*) pomeni, da nabiralec blaga najprej izbere vse elemente iz prvega hodnika, nato vse elemente iz

drugega hodnika itn. (Roodbergen in drugi, 2001). Način takšnega nabiranja blaga prikazuje slika 10.

Slika 10: Hodnik za hodnikom



Vir: Prirejeno po Roodbergen.

2 INFORMATIZACIJA NABIRANJA BLAGA

Vsakoletne raziskave funkcionalnosti sistema managementa skladišč kažejo, da je podjetjem prioriteta brezpapirno poslovanje. Razlogov za to je več, in sicer se papir hitro izgubi, umaže, pogosto je za določeno informacijo potrebno prebrati cel dokument, in to vzame ogromno časa. Pisanje na papir ne potrebuje samo časa, temveč tudi primerne pogoje za pisanje, prav tako lahko napačna interpretacija napisanega pripelje do časovnega zamika. Papirno poslovanje ne more zagotoviti informacij v realnem času (Frazelle, 2016). Podjetja pa se srečujejo tudi z drugimi težavami povezanimi z brezpapirnim poslovanjem, in sicer (Hydra warehouse rešitve podjetja 3R.Tim d.o.o.):

- ni nadzora o lokaciji uskladiščenja posameznega izdelka,
- inventura vzame veliko časa,
- nepopolna ali delna sledljivost izdelkov (od dobavitelja, rok uporabe, LOT, serijske številke),
- napake pri skladiščenju in izdaji blaga,
- dolgotrajno nabiranje blaga po naročilu,
- veliko tiskane dokumentacije ter večkratno prepisovanje.

Uvedba brezpapirnega poslovanja v podjetje je zapleten projekt. Poleg stroškov programske in strojne opreme je problematična tudi sprememba poslovne kulture v podjetju (Drakulič, 2013).

2.1 Celoviti informacijski sistem

Celoviti informacijski sistem (*ang. Enterprise resource planing system*, v nadaljevanju ERP) je celovita programska rešitev, katere namen je integracija celostnih programskih rešitev za vse poslovne procese in funkcije v podjetju ter njihovo združevanje v enotni računalniški sistem (Klaus, Rosemann, & Gable, 2000).

Krmac (2010) ERP poimenuje kot sistem za načrtovanje virov organizacije, ki omogoča različnim poslovnim področjem nekega podjetja dostop do podatkov in njihovo analizo. Sistem ERP je namenjen podpori vsem procesom v organizaciji, vendar v določenih segmentih nima dovolj podpore in jih je potrebno dopolniti z rešitvami specifičnih področij.

Najbolj znani ERP sistemi za velika podjetja so Oracle, SAP, Microsoft Dynamics 365, saj so zanimivi prav zato, ker omogočajo dolgoročno znižanje stroškov, povečanje produktivnosti in povečanje zadovoljstva strank (Top 10 ERP systems Rankings Report for 2017, 2016).

Sistem za vodenje skladišč (SVS), angleško warehouse management system (WMS), je ena takšnih rešitev, ki nudi informacijsko podporo skladiščnim procesom in vodenje skladišča. SVS v grobem podpira prejem blaga, uskladiščenje blaga, vodenje zaloge, sprejem naročil, nabiranje blaga, odpošiljanje blaga in generiranje skupnih naročil (Jonsson, 2008). Najbolj znani sistemi za vodenje skladišč so Manhattan Associates, Highjump software, Epicor, Oracle, Fishbowl, Accellos in drugi (Compare WMS systems and software, 2018).

2.2 Sistem za vodenje skladišč

Sistem za vodenje skladišč se uporablja za nadzor gibanja in shranjevanja blaga v skladišču (Schwerdtfeger, 2009). Čeprav je sistem zapleten in drag za zagon, se skozi njegovo porabo stroški upravičijo, saj zmanjšuje napake in stroške dela, z njim se lažje prilagodimo trgu in postanemo še bolj odzivni (Rouse, 2018). SVS skrbi za tehnologijo skladiščenja, predvsem za kose in logistične enote, ne ukvarja pa se s cenami. Sistem skrbi za sledljivost blaga, kar je še posebno pomembno pri živilskih izdelkih, kjer sta rok uporabe in serija ključnega pomena (Krmac, 2010).

SVS je rešitev, ki kadarkoli zagotovi preglednost zalog na lokaciji ali v tranzitu. Obstaja več vrst sistemov za vodenje skladišč z različnimi izvedbenimi funkcijami, kar je odvisno od velikosti in narave organizacije. Lahko so samostojni sistemi ali pa moduli v večjem informacijskem sistemu ERP. Med seboj se razlikujejo tudi po zapletenosti. Majhne

organizacije, ki uporabljajo preprosto dokumentacijo, bodo uporabljale preprosto SVS rešitev, medtem ko velika podjetja pa zapleteno programsko opremo. Večina ponudnikov na trgu ima izdelke SVS, ki se lahko prilagajajo velikosti organizacije (Rouse, 2018).

Slika 11 prikazuje preprosto shemo sistema za vodenje skladišč, kjer je razvidna povezava med opremo (terminali, dlančniki, oprema za glasovno in vizualno vodenje) in SVS strežnikom. ERP pošilja podatke SVS strežniku, ta pa pošilja podatke nazaj ERP-ju, pridobljene s pomočjo orodij (Olson, 2012).

Slika 11: Sistem za vodenje skladišč



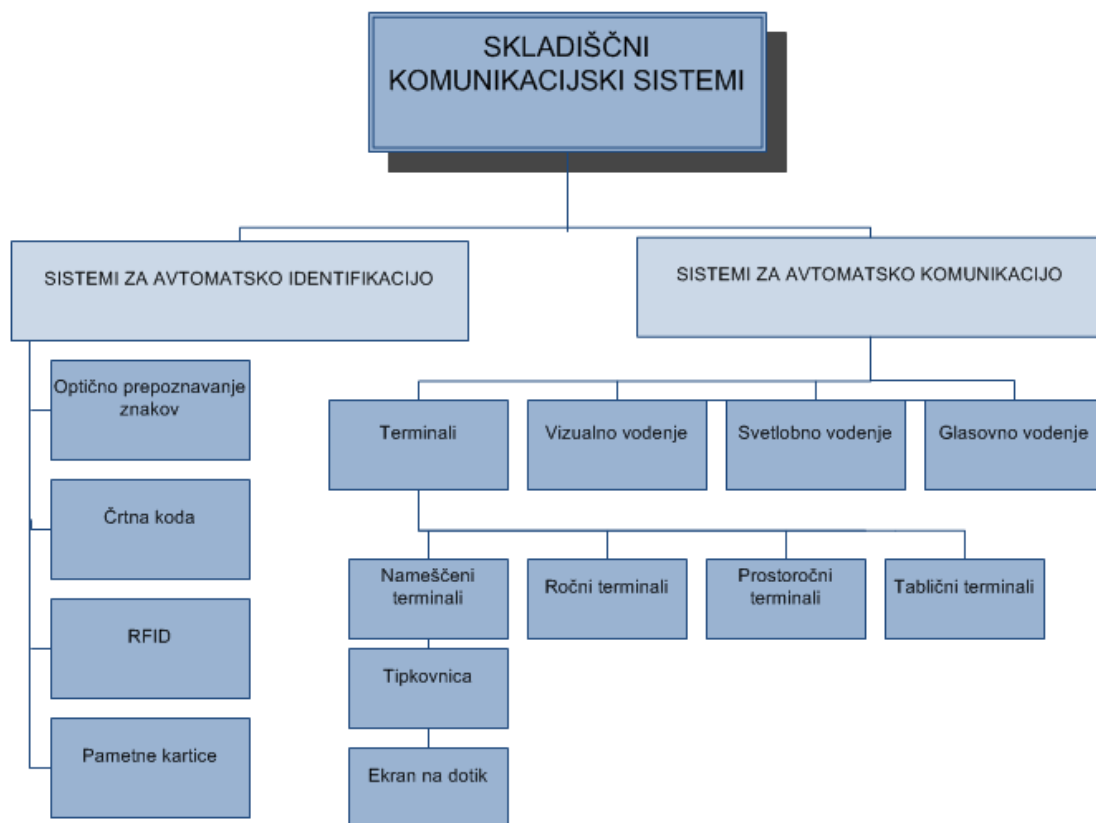
2.3. Informatizacijska podpora nabiranju blaga

V sodobno opremljenih skladiščih je velik poudarek na napravah za hiter zajem podatkov, ki se prenašajo v informacijski sistem, kjer so na voljo za nadaljnjo obravnavo v dobavni verigi. Oprema in tehnologija v skladiščih sta odvisni od panoge podjetja ter vrste skladišča. Pomembno je, da podjetje izbere optimalno opremo glede na način uporabe (Matejčič, 2005).

Za podporo brezpapirnega poslovanja je potrebna avtomatska identifikacija skladiščnih objektov (dokumenti, vozila, lokacije, izdelki itn.). Vsebujejo optične znake, črtne kode, radiofrekvenčne identifikacije ter pametne kartice. Za uvedbo brezpapirnega poslovanja je

potrebna tudi avtomatska komunikacija, katere namen je prenos informacij skladiščnemu uporabniku. Med sisteme za avtomatsko komunikacijo spadajo svetlobno, glasovno in vizualno vodenje ter terminali, ki se razlikujejo glede na način uporabe. Skladiščni komunikacijski sistemi so vmesnik med skladiščnim uporabnikom in sistemom za vodenje skladišč (Frazelle, 2016). Skladiščni komunikacijski sistemi, razdeljeni na sisteme za avtomatsko identifikacijo in sisteme za avtomatsko komunikacijo, so prikazani na sliki 12.

Slika 12: Skladiščni komunikacijski sistem



Vir: Frazelle, H.E. (2016).

2.3.1 Črtne kode

Črna koda je najpogostejši sistem za avtomatsko identifikacijo. Koda je natisnjena serija različno debelih navpičnih črt s presledki različnih širin, pritrjena ali natisnjena na predmet, ki ga je potrebno identificirati (Jonsson, 2008, str. 413).

Črna koda predstavlja informacijo v obliki, ki se jo lahko avtomatsko prebere z laserskimi optičnimi čitalci. Podatki se nato posredujejo v elektronsko obliko in se shranijo ali pošljejo v nadaljnjo računalniško obdelavo (Martini, 2010).

Enodimenzionalne črtne kode (1D – ang. *One dimensional*) so najbolj osnovne kode in vsebujejo črne vzporedne črte z vmesnimi presledki. Te kode so najpogostejše in jih srečamo skoraj na vsakem izdelku (Pienaar, & Wogt, 2012, str. 287). Najpogostejši 1D črtni kodi sta GS1 13 (ang. *Global standards*) in Code 128, prikazani na sliki 13 (Martini, 2010). GS1 je preimenovana koda EAN 13 (ang. *European article Association*)

Slika 13: Primer črtnih kod GS1 13 (EAN 13) IN Code 128



Vir: Martini, M. (2010). *Priročnik za črtno kodiranje*. GSI Slovenija.

Dvodimenzionalne kode (2D – ang. *Two dimensional*) kodirajo več informacij kot enodimenzionalne oziroma kodirajo več informacij na manjšem prostoru. 2D kode vsebujejo dovolj informacij, da ne potrebujejo dostopa do baze podatkov za delovanje aplikacije. Poznamo vrstične in matrične kode. Slednje vsebujejo velike količine informacij in se tudi počasneje berejo. Za branje potrebujemo optične čitalce za branje slik (Pienaar in drugi, 2012, str. 287). Najpogostejši 2D črtni kodi sta DataMatrix in QR Code, ki sta prikazani na sliki 14.

Slika 14: Primer kod DataMatrix in QR Code



Vir: GSI Standardi.

2.3.2 RFID

RFID je oznaka za radiofrekvenčno identifikacijo (ang. *Radio-frequency identification*), ki uporablja radijske valove za avtomatsko identifikacijo predmetov. Informacije so shranjene v mikročipu RFID značke ali v RFID oddajniku (Jonsson, 2008, str. 414).

RFID značka je vrsta tehnologije, ki sodi v področje samodejne identifikacije. Vsebuje najmanj dva dela: integrirano vezje ali mikročip ter anteno. Mikročip se uporablja za shranjevanje in obdelavo informacij, antena pa sprejema in prenaša radio signale. Ločimo pasivne, semipasivne in aktivne RFID značke. Pasivne značke nimajo lastnega napajanja, ampak so aktivirane s pomočjo zunanjih radijskih valov. Semipasivne značke imajo dodano svoje lastno napajanje (običajno baterijo), aktivne značke imajo svoje lastno napajanje in dodano baterijo, zato lahko sprejemajo in oddajajo signale na daljših razdaljah, ter večjo kapaciteto pomnilnika.

Klasično se RFID aplikacije uporabljajo za sledenje izdelkom ali paketom, pojavljajo pa se tudi v avtomobilski industriji za upravljanje osnovnih in delovnih sredstev, sledenje rejenim živalim, kot metoda za zmanjšanje napak pri pošiljanju in podobno (Pienaar, 2008, str. 288).

RFID aplikacija pa ima tudi svoje pomanjkljivosti. Znan primer iz prakse je zgodba podjetja Walmart, velike ameriške trgovske verige, ki je že leta 2003 izdala direktivo, da morajo vsi njihovi dobavitelji sprejeti tehnologijo radiofrekvenčne identifikacije. Podjetje se je namreč soočalo z velikimi težavami nadzora zaloge in v nekem trenutku je zaloga rastle hitreje od prodaje. Zahteva dobaviteljev, da morajo imeti njihove palete in izdelki RFID identifikacijo, je prinesla nemalo težav srednjim in majhnim podjetjem, saj je bil strošek uvedbe takšne tehnologije precej velik. Veliko podjetij je sicer sprejelo tovrstno tehnologijo, vendar kljub želji po ugajanju tako velikemu podjetju četrtnina še vedno ne uporablja RFID tehnologije. Problem je bil, da je bila ideja o RFID tehnologiji v podjetju sprejeta prej, preden je bila industrija pripravljena na to. Storitve je bila še v povojih, precej draga in za marsikatero podjetje popolnoma nova, nerazumljiva metoda poslovanja. Podjetje Walmart se še danes srečuje s težavo nadzora izdelkov, saj RFID tehnologija izgubi svoj pomen, če s tem niso označeni vsi izdelki (Gaudin, 2008). Shin in Tucci sta poudarila, da je podjetje Walmart sicer izboljšalo učinkovitost upravljanja zalog, ne pa tudi finančne uspešnosti v dobavni verigi glede na konkurente (v Shin, & Eksioğlu, 2015).

2.3.3 Svetlobno vodenje

Svetlobno vodenje (*ang. Pick to light*) je tehnologija, ki jo uporabljajo skladišča z veliko gostoto raznovrstnih izdelkov. Skladiščniku ob nabiranju blaga pomagajo luči, nameščene na regalih. Vsaka lokacija ima svojo luč, ki se vklopi, če je iz nje potrebno pobrati blago, LED zaslon, ki predstavlja število izdelkov, ki jih je potrebno pobrati, ter gumb. Za dokončanje naročila mora pri posameznem kosu pritisniti gumb ustrezne lokacije skladišča ter v nekaterih primerih tudi odčitati črtno kodo izbranega predmeta. Nabiralec blaga ve, da je naročilo popolno, ko ne zasveti nobena luč v hodniku. Če v istem hodniku delata dva

nabiralca blaga, je potrebno tak sistem nadgraditi s papirnim sistemom ali dlančniki, tako da vsak nabiralec blaga razume, katera luč se je vklopila zanj, kar je tudi slabost tega sistema (Gharbi, Zgaya, & Hammadi, 2013).

Prednosti svetlobnega vodenja so (Murray, 2016):

- hitrost, saj svetlobno usmerjeni sistemi ves čas prikazujejo količino, ki jo je potrebno nabrati, in ne zahtevajo ponovitve ukaza, kot to zahteva glasovno vodenje.
- sistemi, kot so glasovno vodenje, sicer ponujajo možnost uporabe različnih jezikov, vendar se ob svetlobnem vodenju tega sploh ne potrebuje, saj so prikazane samo številke. Tako organizacije niso obremenjene z znanjem jezikov osebja in lahko v skladišču zaposlijo popolnoma raznoliko osebje. Podjetja, ki uporabljajo svetlobno vodenje, poročajo, da lahko nabiralec blaga naredi tudi 450 pozicij na uro, kar je desetkrat več kot po papirnem sistemu.
- hitro zaznavanje sprememb zaloge in pridobivanje informacij v realnem času (Baechler in drugi, 2016).
- možnost vzporedne obdelave naročil (Baechler in drugi, 2016).
- sistem omogoča, da lahko artikule nabiramo brez predhodnega znanja načrta skladišča (Stinson, 2016).

Pomanjkljivosti svetlobnega vodenja so naslednje:

- Svetlobni moduli z LED zaslone so fizično nameščeni na izbirni lokaciji. Za prenos na drugo lokacijo je potreben čas, in to predstavlja predvsem velik strošek (Logan, 2018).
- Podjetja za prihranek stroškov dostikrat uporabljajo navadne zaslone, ki zahtevajo odlično svetlobo, sicer se na zaslonu ne razbere dobro števil. To je sicer pomanjkljivost, ki se jo da rešiti z vgradnjo boljših luči ali zaslonov, vendar to spet predstavlja strošek (Logan, 2018).
- V enem hodniku ne moreta biti dva nabiralca. V takem primeru je potrebna nadgradnja s papirnim sistemom ali dlančniki, kar izgubi smisel svetlobnega vodenja (Gharbi, 2013).

Oprema, ki jo potrebujemo za vpeljavo svetlobnega vodenja, je preprosta in jo je možno povezati z že obstoječim skladiščnim sistemom SVS ali ERP.

Sistem svetlobnega vodenja je danes že izredno razvit in izpopolnjen. Na začetku je bil finančno dosegljiv le redkim podjetjem, danes pa se je tovrstna tehnologija približala tudi manjšim podjetjem. Sistem omogoča hitro spremembo lokacij posameznih svetlobnih modulov, ki so neodvisni in se jih lahko dodaja ali odvzema iz lokacij. To pa pomeni hitro namestitev, preprosto vzdrževanje, prilagajanje in znižanje stroškov (Poljanec, 2011).

2.3.4 Glasovno vodenje

Glasovno vodenje je ena novejših tehnologij za nabiranje blaga in nadomešča ročne terminale ter papirni sistem. Skladiščnik s sistemom komunicira preko govora. Za delovanje potrebujemo sistem za vodenje skladišč z dodatkom za glasovno vodeno delo, skladišče pa mora biti pokrito z radijskim signalom (Špica international d.o.o.).

Glasovno vodenje temelji na prostoročni tehnologiji, ki skladiščniku omogoča, da ima med nabiranjem blaga proste roke in pogled (Frazelle, 2016).

Skladiščnik ima slušalke z mikrofonom, okoli pasu pa nosi ergonomski glasovni terminal za ustvarjanje in prepoznavo govora. V terminalu sta programa, ki skrbita za transformacijo podatkov v govor in obratno (Rak, 2011).

Mobilni terminal, ki ga skladiščnik nosi za pasom, pretvarja podatke v govor preko komunikacijskega strežnika in brezžičnega lokalnega omrežja (*ang. Wireless LAN, WLAN*). Prenos podatkov se izvršuje v obe smeri, in sicer od terminala k skladiščniku kot ukaz, kaj je potrebno narediti, in od skladiščnika nazaj kot potrditev, da je bil ukaz izvršen. Ukazi in navodila od sistema k skladiščniku so vnaprej posneti, terminal pa preko algoritmov prepozna odgovore skladiščnika in jih spremeni v podatke (Espro inženiring d.o.o.).

Jedro upravljanja in vodenja skladišča je še vedno SVS, ki skladiščniku sporoči, na katero lokacijo naj gre in kaj naj tam naredi.

Prednosti sistema glasovnega vodenja (Krmac, 2010):

- povečanje učinkovitosti,
- krajši cikel priprave blaga,
- zaradi vnosa podatkov preko glasu skladiščniku ni potrebno gledati na zaslon in rokovati s terminalom; posledično ima prost vid in roke, kar pomeni hitrejše in varnejše delo,
- primerno je za delo v različnih klimatskih razmerah, posebno v hladilnicah, kjer je delo s prsti oteženo,
- povezava s SVS sistemom,
- oprema je ergonomska in lahka ter ne presega 0,5 kg,
- hitro in preprosto učenje.

Slabosti sistema govornega vodenja (Finch, 2018):

- pomanjkanj natančnosti in slabo razumevanje glasu,
- sistem ne razume slenga, različnih dialektov, kratic in naglasov,
- veliko časa za vpeljavo sistema,
- sistem potrebuje mirno okolje, brez hrupa,
- če se mora skladiščnik truditi govoriti nenaravno, lahko povzroča težave z glasom.

Schwerdtfeger (2009, str. 10) dodaja, da je ena večjih pomanjkljivosti tudi to, da se ljudje težko prilagodijo monotonemu govornemu vodenju po več ur skupaj. Podobno mnenje ima tudi Karlsson (2017), ki ima dvome v glasovno vodenje, saj se po njegovem mnenju človek sčasoma spreminja v robota. Ljudje postanejo podcenjeni in s tem tudi nestimulirani, kar na dolgi rok vsekakor ni dobro za podjetje. Slabosti glasovnega vodenja je lahko še več, če skladišče ni popolnoma optimizirano za sistem glasovnega vodenja.

Med upravljavci skladišč se med optimizacijo skladišča postavlja vprašanje izbire prave tehnologije za skladišče. Poljska raziskava s 101 udeležencem je pokazala, da bolj kot izbira tehnologije za pomoč pri nabiranju blaga vplivajo nevrotizem, ekstrovertnost, vestnost in starost nabiralca blaga (Vries, Koster, & Stam, 2015).

2.4 Vizualno vodenje s pametnimi očali

Vizualno vodenje (*ang. Pick to vision*) je sistem, ki vsebuje naglavno napravo z zaslonom (*ang. Head mounted display, HMD*) z namenom podpore nabiranja blaga (Schwerdtfeger, 2009).

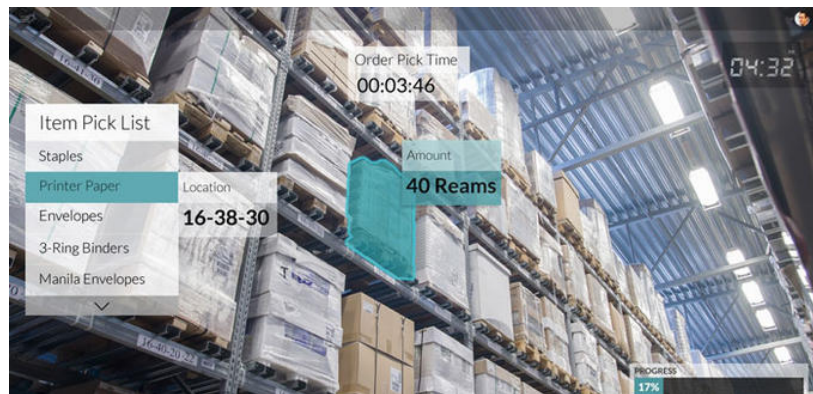
Podjetja, kot so SAP, DHL in Knapp, so začela razvijati strojne in programske rešitve z namenom, da bi nabiranje blaga postalo še hitrejše, učinkovitejše in prijaznejše uporabnikom (Stoltz in drugi, 2017). V svojih skladiščih testirajo uporabo pametnih očal za podporo nabiranju blaga, raziskave pa so pokazale, da kljub nekaterim pomanjkljivostim prinašajo pozitiven rezultat pri hitrosti, učinkovitosti in natančnosti nabiranja blaga (Planina, 2017).

2.4.1 Virtualna, nadgrajena in združena resničnost

Virtualna resničnost (*ang. Virtual reality, VR*) je umetno okolje, ki je ustvarjeno s programsko opremo in uporabniku predstavljeno tako, da ga sprejema kot resnično okolje. Na računalniku se navidezna resničnost doživi predvsem z dvema od petih čutil: vidom in zvokom (Stoltz in drugi, 2017).

Nadgrajena resničnost (*ang. Augmented reality, AR*) pa je mešanica virtualne resničnosti z resničnim svetom in predstavlja neposredni pogled na fizični svet, ki ga dopolnjuje resnično ustvarjen digitalni vložek, kot je prikazano na sliki 15. Nadgrajeno resničnost lahko podpirajo različne tehnologije, kot so računalniki, TV, pametni telefoni, tablični računalniki, očala in druga tehnologija (Stoltz in drugi, 2017).

Slika 15: Pogled skozi pametna očala – fizični svet z digitalnim vložkom



Vir: Hockett (2014).

Združena resničnost (*ang. Merged reality, MR*) pa je nadgradnja VR in AR. Uporabnik lahko uporabi svoje roke, da lahko obdeluje in premika stvari v realnem in virtualnem svetu. Uporabnik ni popolnoma slep kot v VR in ima več interakcije kot v AR (State, 2017). Primerjava virtualne, nadgrajene in združene resničnosti je prikazana na sliki 16.

Slika 16: Primerjava virtualne, nadgrajene in združene resničnosti



Vir: Prirejeno po State (2017).

2.4.2 Pametna očala

Besedna zveza »pametna očala« je dobesedni prevod angleške besede Smart Glasses. Zaradi prepoznavnosti sem uporabila ta izraz, vendar številni avtorji, kot so Rauschnabel, Brem, Ro, opisujejo ta očala kot »očala za nadgrajeno resničnost«.

»Pametna očala so opredeljena kot naprava, opremljena z dodatki nadgrajene resničnosti in se nosijo kot običajna očala. Združujejo navidezne informacije s fizičnimi informacijami v uporabniškem pogledu« (Rauschnabel, Brem, & Ro, 2015b, str.6).

Rauschnabel, Brem in Ivens (2015a, str.636) definirajo očala kot »nosljive računalnike z brezžično internetno povezavo, nosljiva kot navadna očala oziroma spominjajo na navadna očala z namenom prikaza informacij v vidnem polju uporabnika. Kamera, mikrofoni, sprejemnik GPS prikazujejo podatke iz resničnega sveta. Zaslona (*ang. prism*), nameščen pred uporabnikovim desnim očesom, pa prikazuje navidezne informacije skozi uporabniški pogled.« Primer pametnih očal je prikazan na sliki 17.

Slika 17: Pametna očala Vuzix M300



Vir: Prirejeno po Vuzix, lastno delo.

Funkcije zaslona (Stoltz in drugi, 2017):

- obvešča nabiralca blaga o novem naročilu ali nalogi, ki mu je dodeljena (vrsta artikla, število izdelkov),
- prikazuje lokacijo shranjenega izdelka, ki ga mora pobrati,
- prikazuje optimalno pot za nabiranje blaga,
- obvešča nabiralca blaga o napakah in motnjah,
- odčitavanje kode izdelka za pripravo blaga oziroma zgolj za pridobivanje informacij o izdelku,
- prikazuje lokacijo, kam postaviti izbran izdelek,

- daje informacije za preprečevanje zastojev na hodnikih za nabiranje blaga,
- prikazuje stanje in zmogljivost zaslona oziroma baterije.

Prednosti pametnih očal in njihove uporabe (Hobert, & Schumann, 2017):

- uporabniku so podatki na ekranu ves čas na voljo, zato omogočajo višjo produktivnost in učinkovitost,
- uporabnik ima proste roke, zato je lahko hitrejši pri nabiranju blaga
- očala so lahka,
- očala ne zahtevajo veliko učenja za uporabo.

Slabosti pametnih očal in njihove uporabe (Hobert, & Schumann, 2017):

- strojna oprema je pogosto tehnično omejena (ni dovolj baterije za 8 urno delo),
- očala se pri nenehni uporabi pregrevajo,
- očala so narejena iz občutljivih materialov, zato se ob padcu na tla hitro polomijo,
- zaradi izbranih materialov so primerna predvsem za delo v čistem okolju,
- pomanjkanje strokovnega znanja za izvedbo očal za vsakodnevno rabo v podjetju,
- na voljo je malo razvijalcev in svetovalcev na tem področju,
- vidno polje na očalih je omejeno, zato lahko pride do nesreče,
- tehnologija je neprimerna pri delu, kjer se uporablja rokavice,
- wifi in bluetooth sevanje,
- uporabniki se sprašujejo glede zasebnosti, saj nekatera pametna očala omogočajo slikanje in snemanje, ter nenehno spremljanje uporabnika pri delu,
- strah zaposlenih pred spreminjanjem in nadziranjem njihovega dela, ter pred izgubo delovnega mesta,
- starejši zaposleni so manj dovzetni za spremembe v tehnologiji.

3 OBSTOJEČE STANJE NABIRANJA BLAGA V IZBRANEM PODJETJU

Izbrano podjetje za pilotno študijo je srednje veliko podjetje, ki je že 20 let generalni zastopnik, distributer in uvoznik za mnoge priznane blagovne znamke na področju hrane, priborjškov in opreme za hišne ljubljence. Podjetje se ukvarja tudi z maloprodajo izdelkov in ima številne trgovine po Sloveniji. V podjetju je 117 zaposlenih, od tega 15 zaposlenih v skladišču. Dostavo izdelkov do maloprodajnih in veleprodajnih kupcev izvajajo sami, z lastnimi dostavnimi vozili.

3.1 Opis izdelkov

Prodajni program izbranega podjetja je raznolik in obsežen. Podjetje hrani na zalogi tako živilske kot tudi neživilske proizvode.

Med živilske proizvode spadajo:

- briketi za živali, pakirani v 15 kg vreče, manjša pakiranja 5, 2.5 in 1 kg,
- konzervirana hrana, pakirana v različne velikosti embalažne enote.

Med neživilske proizvode spadajo:

- higienski pripomočki za hišne ljubljence (šamponi, preparati za zaščito pred zajedavci in klopi ...),
- akvariji, terariji, kletke za ptice,
- oprema za akvarije, terarije in kletke (črpalke, filtri, cevke, termometri, čistila ...),
- dodatki za hišne ljubljence (povodci, ovratnice, oblačila, igrače ...).

Podjetje ima v svojem asortimentu 15.000 različnih izdelkov, v času analize podjetja jih je bilo na zalogi približno 7.000. Podjetje svoje izdelke na grobo uvršča v dve skupini, in sicer izdelke, ki jih spremljamo po roku uporabe, ter tiste, ki so neživilski proizvodi in nimajo roka uporabe. Vsi izdelki so označeni s črtno kodo, in sicer GS1 13 ali Code128.

3.2. Opis skladišča

Skladišče podjetja je veliko 3800 m² in obsega predprostor za prevzem blaga, visokoregalno skladišče, nizkoregalno skladišče, nizkoregalno skladišče za hitro pokvarljivo blago (temno skladišče), prostor za deklariranje in prostor za odpremo blaga (slika 18).

V visokoregalnem delu skladišča je 1220 skladiščnih lokacij, vse skupaj pa ima skladišče nekaj več kot 7000 skladiščnih lokacij. Vse lokacije so namenjene nabiranju blaga, lokacije, ki bi bile namenjene skladiščenju viška izdelkov, pa ne obstajajo.

Visokoregalno skladišče ima pet nivojev v višino, drugi nivo je še dosegljiv nabiralcu blaga brez pripomočkov za nabiranje blaga na višini. Za druge nivoje je potreben viličar. V tem delu shranjujejo predvsem živilske proizvode, ki se hranijo in izdajajo glede na rok uporabe. Enaki izdelki z enakim rokom uporabe zavzemajo eno lokacijo, možno je skladiščiti dva različna izdelka na eni lokaciji, ni pa možno na eni lokaciji hraniti enakega izdelka z različnim rokom uporabe. V tem delu hranijo tudi velike in težke izdelke, ki se ne izdajajo po roku uporabe.

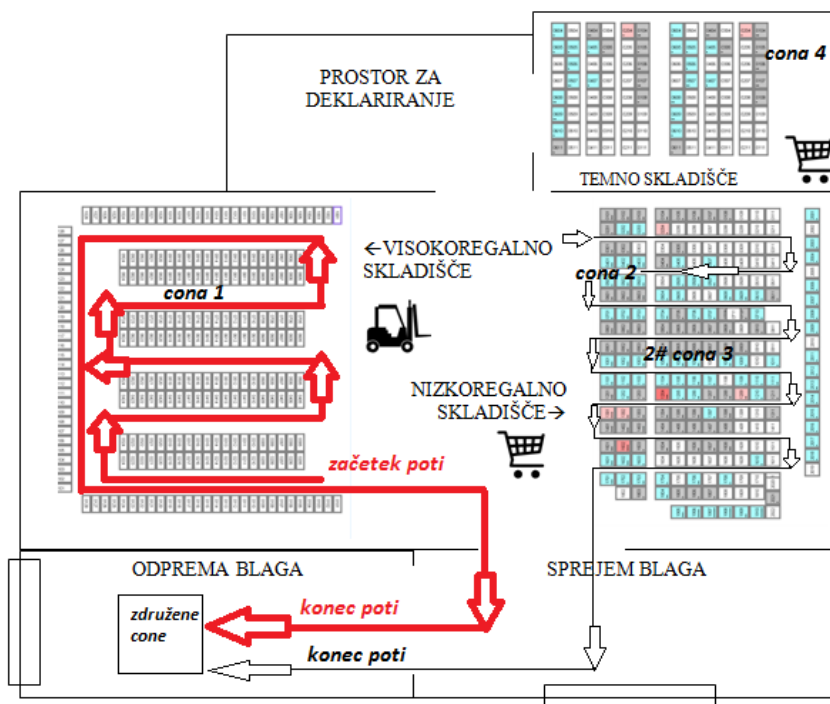
Nizkoregalno skladišče je v dveh nadstropjih, vsako nadstropje ima pet nivojev v višino. Štirje nivoji so skladiščniku dosegljivi brez pripomočkov za nabiranje v višino, za peti nivo je potrebna lestev. V ta del skladišča viličar nima dostopa in je možen dostop zgolj z ročnimi vozički. Dostop iz pritličja v prvo nadstropje je urejen z dvizžno ploščadjo. V pritličnem delu nizkoregalnega skladišča hranijo manjše neživilske izdelke, tudi po več različnih na eni skladiščni lokaciji. V zgornjem nadstropju nizkoregalnega skladišča v večini hranijo izdelke z manjšim obratom.

Temno skladišče ali nizkoregalno skladišče za pokvarljivo blago je v zadnjem delu skladišča. Zaradi narave izdelkov so luči ves čas ugasnjene in se prižgejo, če nabiralec blaga potrebuje blago iz tega dela skladišča. Blago je v tem delu najbolj občutljivo, zato pilotne študije v tem delu nismo opravljali.

Prostor za deklariranje je prostor, kjer se izdelki ne hranijo, ampak je namenjen zgolj deklariranju izdelkov. Ob vходу novih izdelkov deklaranti najprej te polepijo s slovenskimi deklaracijami in jih nato uskladiščijo na primerno lokacijo.

Združena cona je v prostoru za odpremo blaga. V njej se združujejo izdelki, nabrani iz različnih con za eno naročilo. Skladiščnik v tem delu še enkrat preveri nabrano blago, ga primerno označi in postavi na odpremno mesto.

Slika 18: Tloris skladišča izbranega podjetja



Vir: Lastno delo.

3.3 Proces nabiranja blaga

Komercialisti izbranega podjetja v ERP naredijo dokumente za izdajo blaga na podlagi naročil lastnih trgovin ali veleprodajnih kupcev. Podatki, ki se iz ERP prenesejo v SVS za izdajo blaga, so:

- številka dokumenta,
- šifra kupca,
- naziv kupca,
- naslov,
- pozicije (šifra izdelka, naziv izdelka, količina).

Po prenosu podatkov v SVS sistem preračuna zaloge in naredi rezervacijo izbranih izdelkov. Način rezervacije zaloge je določen s poslovnimi pravili, nastavljenimi v SVS. Sistem bo najprej izbral najkrajši rok uporabe. Če je tak izdelek na več lokacijah, bo sistem izbral starejši datum vhoda blaga, če pa se izdelki ne razlikujejo po roku uporabe in datumu vhoda, bo sistem izbral tistega, ki ustreza najkrajši obhodni poti. Pot nabiranja blaga potuje v črki S, tako kot je prikazano na sliki.

Skladiščnik na terminalu odpre dokument in terminal ga vodi po najkrajši poti od lokacije do lokacije. Z odčitavanjem kode lokacije potrdi pristnost lokacije in v nadaljevanju potrdi pravilnost izdelka z odčitavanjem njegove kode. V ročni terminal vnese količino vzetih izdelkov in nadaljuje pot na naslednjo lokacijo.

Izbrano podjetje ima skladišče razdeljeno na sedem delov. Za potrebe študije izvedljivosti smo se osredotočili na dva dela skladišča, v katerih se izvede največji delež nabiranja. Visokoregalno skladišče (cona 1) z dimenzijsko velikimi izdelki in nizkoregalno skladišče v dveh nadstropjih (cona 2 in 3), kjer so manjši izdelki in jih praviloma zlagajo v vozičke ali transportne škatle. Na osnovi naročila kupca se v SVS kreirajo delovni nalogi, ki se razdelijo po conah. Skladiščnik nabira blago po enem dokumentu v eni coni. Naročila za lastne trgovine v povprečju vsebujejo od 200 do 2000 vrstic in pripravo izvaja več skladiščnikov po conah, na koncu kontrolor v prostoru za odpremo blaga združi različne nabirke izdelkov za eno trgovino in jih primerno označi. Naročila za veleprodajo niso razdeljena po conah in se pripravljajo po klasičnem postopku samostojnega nabiranja blaga. V povprečju na dan pripravijo 5000 vrstic iz naročil kupcev.

V podjetju je nizka fluktuacija zaposlenih, zato nimajo veliko težav z uvajanjem novih zaposlenih. Skladiščniki so izredno navajeni svojega dela in opreme. V nizkoregalnem delu skladišča je na eni lokaciji več izdelkov in v tem delu veliko šteje njihovo poznavanje ter rutinsko uskladiščenje na enake pozicije; namreč skladiščnik v tem delu odčita pozicijo, nato pa je potrebno med izdelki najti pravega in odčitati še njegovo črtno kodo.

Izdelki so majhni in odčitavanje črtne kode zahteva natančnost. Po pogovoru z vodjo skladišča potrebuje novo zaposleni skladiščnik približno en teden, da osvoji hitrost že dlje časa zaposlenih skladiščnikov.

4 ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI UPORABE PAMETNIH OČAL ZA PODORO NABIRANJA BLAGA V IZBRANEM PODJETJU

Raziskav in analiz o uporabi pametnih očal za podporo nabiranju blaga je zelo malo. Večina tistih, ki obstajajo, so izdelane po naročilu z namenom reklamiranja pametnih oča, zato je težko pridobiti tudi negativna stališča takšnih projektov. V ta namen sem se odločila, da takšno študijo izvedljivosti naredim sama in sem ob tem čim bolj kritična.

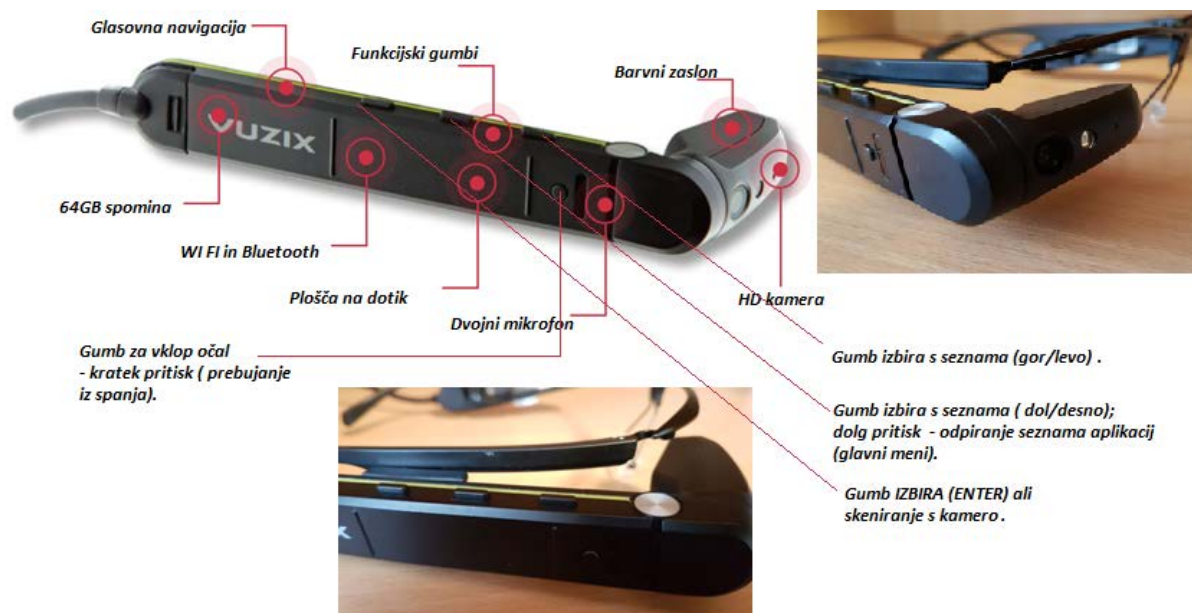
V izbranem podjetju uporabljajo ročne terminale za pomoč nabiranju blaga, zato sem v študiji primerjala čas, ki ga porabimo za nabiranje s terminali in čas, ki ga porabimo za nabiranje z pametnimi očali. Pri obeh orodjih sem testirala zgolj proces nabiranja in ne premikanja med policami in hodniki, kljub temu, da teoretično tudi ta del procesa spada pod nabiranje blaga. V študiji sem proces dela ohranila enak. Ustvarila sem testno okolje in izločila vse dejavnike, ki so sicer vedno prisotni (očistiti je potrebno artikel zaradi prahu, nabiralec blaga se mora umakniti viličarju itd.).

Od podjetja 3R.TIM sem si izposodila pametna očala, baterijo, naprstni čitalec ter aplikacijo za pomoč nabiranju blaga. Izbrano podjetje mi je v popoldanskem času omogočilo izvedbo študije v njihovem skladišču, z njihovim blagom in s pomočjo njihovega skladiščnika, ki je skrbel za nadzor nad blagom in pomagal pri premikih blaga.

4.1 Pametna očala Vuzix M300

Pametna očala Vuzix M300, prikazana na sliki 19, so ergonomsko zasnovan nosljiv računalnik, ki temelji na operacijskem sistemu Android. Očala vsebujejo monokularni zaslon (gledanje z enim očesom), ki ima vgrajen procesor in pomnilnik ter možnost snemalne funkcije in brezžične povezave Wi-Fi in Bluetooth (v nadaljevanju BT). S pomočjo Wi-Fi se očala povežejo v Wi-Fi omrežje v skladišču, BT povezavo se lahko uporabi za morebitno povezavo z zunanjim čitalnikom črtnih kod. HD kamera zapisuje, shranjuje, predvaja fotografijo in video ter ima vgrajen čitalec črtnih kod. Očala so namenjena podjetjem, strokovnjakom in ljubiteljem tovrstne tehnologije ter so v prosti prodaji od sredine leta 2017 (Vuzix, 2018).

Slika 19: Funkcije Vuzix M300



Vir: Prirejeno po Vuzix (2018), lastno delo.

Preko USB povezave ali s prenosom iz Google play trgovine je možno na očala namestiti vrsto Android aplikacij. Za uporabo aplikacije je potrebno biti v skladišču prijavljen v brezžično Wi-Fi omrežje in imeti omogočeno uporabo kamere za potrebe branja kode oz. imeti povezan BT čitalnik kod. Čitalnik je prilagojen za branje 2D kod, prebere pa tudi 1D črtne kode.

Za uporabo očal v skladišču in povezljivost z razpoložljivim Hydra SVS smo na očala namestili Android aplikacijo, napisano za delovanje z omenjenim SVS. Aplikacija je namenjena povezovanju na podatkovno zbirko SVS, branju podatkov in prikazu istih podatkov uporabniku. Rešitev podpira proces nabiranja izdelkov, in sicer po navodilih, ki jih prejme iz SVS. Iz SVS se tako prenesejo naloge za nabiranje izdelkov, podatki o izdelkih in njihove morebitne slike. Posamezne informacije se shranjujejo v delovnem pomnilniku očal, posamezne pa se na zahtevo prenesejo iz podatkovne baze. Po zagonu aplikacije in uspešni prijavi uporabnik iz menija izbere dokument, ki ga želi obdelati, in izbiro potrdi s pritiskom funkcijskega gumba na desnem ročaju očal, poleg pa sta še funkcijska gumba za naprej in nazaj oz. gor/dol. Po izbiri dokumenta za nabiranje se proces odvija naprej, kot je nastavljeno v SVS.

4.2 Priprava okolja za pilotno študijo

Za potrebe magistrskega dela, sem najprej prosila za pomoč skladiščnike izbranega podjetja, da bi pomagali testirati pametna očala, vendar so imeli kar precej velik odpor do sodelovanja. Potreba po prilagoditvi na nov način dela, jim je vzela voljo do sodelovanja. Kljub razlagi, da je to zgolj testno okolje in da je to za potrebe magistrskega dela, se skladiščniki niso pozitivno odzvali na projekt. Vodja skladišča je bil pripravljen sodelovati, vendar je po nekaj poskusih uporabe očal sam priznal, da ne želi sodelovati, saj je prepričan, da bi se zagotovo boljše potrudil, v kolikor nebi vedel, da gre zgolj za neko testiranje, ampak da gre za nov projekt, ki bi spremenil proces dela v bodoče. Skladiščniki in vodja so sicer sodelovali pri testiranju, vendar so opravljali druga dela, kot je premik artiklov iz lokacij in vračanje artiklov nazaj na police in regale.

Za testiranje očal, sem našla testno osebo, ki ni zaposlena v skladišču in na takšnem delovnem mestu še nikoli ni delala. Z RF terminali in s pametnimi očali se je srečala prvič in učenje uporabe obeh vrst opreme je potekalo istočasno. S tem smo izločili vpliv predznanja obstoječe tehnologije in strah pred tehnologijo, ki bi lahko zamenjala obstoječe stanje. Skladišče, izdelke in način dela je spoznal en teden pred izvedbo pilotne študije, za učenje uporabe terminala je porabil štiri ure, od tega so bile tri ure praktičnega usposabljanja nabiranja blaga. Za učenje uporabe očal je porabil tri ure, od tega dve uri praktičnega dela. Praktični del usposabljanja je pomenil nabiranje blaga po naključno izbranih nalogih za pridobivanje hitrosti nabiranja blaga in spoznavanje izdelkov. Sama sem predstavila teoretični del, ki je zajemal predstavitev obeh orodij, njune funkcije, način uporabe, v ta del pa smo vključili tudi osnove znanja varstva pri delu.

Za potrebe izvedbe študije smo vzpostavili novo okolje, v katerega smo prenesli kopijo produkcijske podatkovne baze, kopijo SVS, povezali okolje z omrežjem skladišča in aplikacijo na očalih povezali z novim okoljem. V ERP sem pripravila vzorčno naročilo, ki je predstavljalo naročilo kupca in je vsebovalo povprečje preteklih naročil izbranega podjetja. Naročilo je vsebovalo blago iz ene linije regalov v dveh različnih conah. S tem smo omejili hojo testni osebi in se osredotočili zgolj na orodje za nabiranje blaga. Naročilo je vsebovalo 20 izdelkov, 10 iz visokoregalnega skladišča (cona 1) in 10 iz nizkoregalnega skladišča (cona 2). Vsako izmed desetih naročil je vsebovalo izdelke iz istih hodnikov in enak zadnji izdelek. S tem smo zagotovili, da si testna oseba ni zapomnila izdelkov in dela na pamet, z enakim zadnjim izdelkom pa smo dosegli isto dolžino komisiorne poti. Iz ERP smo prenesli dokumente za nabiranje izdelkov, podatkovno bazo smo arhivirali in izvedli preizkus. Izbran nabor izdelkov je iz cone 1 zajemal vreče s težami 15, 5 in 2,5 kg ter konzerve, iz cone 2 pa droben material s težo od par gramov do 1 kilograma.

Pred izvedbo prvega preizkusa smo v skladišču preverili delovanje osnovnih operacij z očali. Ugotovili smo, da imajo očala ustrezen Wi-Fi vmesnik, ki zagotavlja tekoče delovanje brezžične povezave in s tem delovanje aplikacije. Naslednji preizkus je bil branje črtnih kod s pomočjo vgrajene kamere in programske opreme. Branje kode je dokaj zahteven proces, saj je potrebno kamero usmeriti v črtno kodo in pri tem imeti kodo na razdalji, ki ni preblizu in ne predaleč. Večje črtne kode lažje ujamemo v fokus kot manjše, razlika nastane tudi v procesu branja statične ali premikajoče črtne kode. Statične črtne kode (kode za označevanje skladiščnih lokacij) zahtevajo premik glave v smeri kode, medtem ko pri premikajočih kodah, recimo kode na izdelkih, premikamo glavo h kodi in istočasno premikamo roke. Če roke in pogled niso usklajeni, je branje težje. Črtne kode na izdelkih so manjše, kar še dodatno omeji uporabnost vgrajene kamere. Nekateri izdelki so imeli premajhne kode, premajhen kontrast ozadja in so bili izredno težko berljivi ali povsem neberljivi na razdalji več kot 30 cm. Ob zavedanju naštetih pomanjkljivosti smo očala preko tehnologije BT povezali s prstnim čitalnikom črtnih kod. Delo s prstnim čitalnikom črtnih kod je izredno poenostavilo branje črtnih kod, proces pa je bolj naraven in hitrejši.

Čitalnik poleg povišanja stroškov kot rešitev prinaša tudi obvezno uporabo BT vmesnika in posledično večjo potrošnjo energije, kar vpliva na čas delovanja očal, zato smo uporabili tudi zunanjo baterijo, ki se jo zatakne za pas hlač in poveže z očali. Koliko več energije porabijo očala pri uporabi BT vmesnika v primerjavi z uporabo vgrajena kamere, nismo preverjali.

Testirali smo v okolju, kjer ni motečih dejavnikov in napak. Zaradi lažjega načina izvedbe pilota smo izločili hojo med regali, hojo med conami, vse dejavnike, ki lahko vplivajo na nabiranje blaga (iskanje palete, iskanje viličarja, povijanje izdelkov, lično zlaganje itn.). Upoštevali smo zgolj osnovni proces dela z elementi: hoja med lokacijami, potrditev lokacije, potrditev izdelka, odlaganje čitalca, nabiranje izdelka, pobiranje čitalca in potrjevanje.

4.3 Študija izvedljivosti

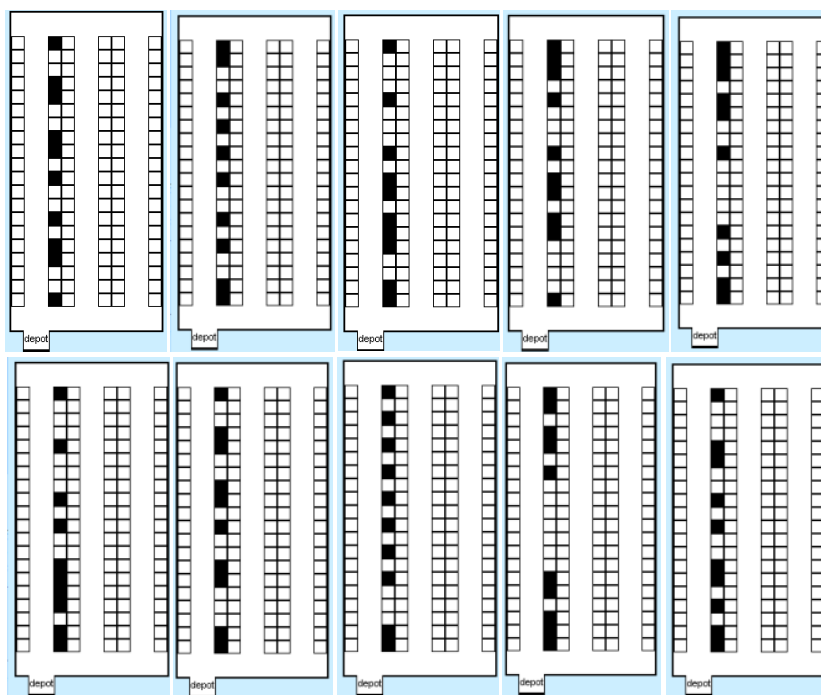
Preizkus je zajemal nabiranje za deset nalogov in v preizkusu smo merili potreben čas za zaključevanje posameznega naloga. Po končanem preizkusu smo izdelke zložili na prvotne lokacije in obnovili podatkovno bazo iz predhodno narejenega arhiva. Postopek obnavljanja in zlaganja izdelkov nazaj na prvotno lokacijo smo izvedli po vsakem izvedenem preizkusu. Po izvedenem paru preizkusa, z ročnimi terminali in potem z očali, smo izvedli manjše spremembe na okolju in izvedli naslednji preizkus.

Vse preizkuse smo izvedli v coni 1 in coni 2. V coni 1 smo izdelke nabirali zgolj v prvem hodniku na eni strani, izdelki so bili vsi na spodnji lokaciji (dno paletnih regalov). Hodnik je sestavljen iz 20 skladišnih lokacij in zavzema 20 palet. V coni 2 smo prav tako nabirali izdelke v enem hodniku, na eni strani, vendar v več višinah. Izvzeli smo najvišjo višino, da smo se izognili uporabi lestve, in najnižjo višino, saj imajo polični regali spodnji nivo nastavljen precej nizko in je dostop do izdelkov omejen. Tukaj so hranjeni izdelki z zelo nizkim obratom. Cona 1 je zajemala 15 kg, 5 kg in 2,5 kg vreče ter konzerve, ki se nabirajo z obema rokama, cona 2 pa je zajemala izdelke, ki so bili lažji od enega kilograma in jih je bilo možno nabirati z eno roko.

4.3.1 Prvi preizkus

Za prvi preizkus smo uporabili obstoječe stanje izdelkov in nismo dodali nobene spremembe. V coni 1 smo opravili 10 ponovitev nabiranja blaga, vsaka ponovitev je vsebovala enako število izdelkov (32), lokacije pa so se spreminjale. Tako smo si zagotovili, da si nabiralec blaga ne zapomni vrstnega reda nabiranja izdelkov. Za zagotavljanje enake dolžine komisionirne poti smo začeli in končali pri enaki lokaciji, kar prikazuje slika 20. Vse lokacije so bile izbrane na prvem nivoju, kjer ni bilo potrebno uporabiti regalnega viličarja. V tabelo sem zapisala čas ponovitev in povprečje.

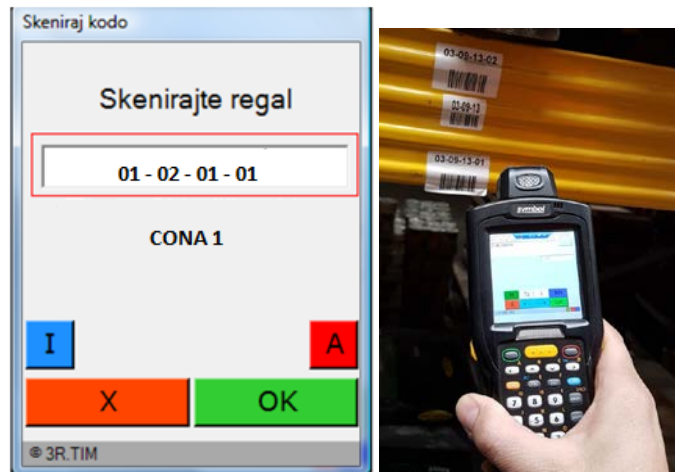
Slika 20: Prikaz lokacij pobiranja blaga v coni 1, za vse ponovitve – tloris.



Vir: Lastno delo.

Nabiralec blaga je na terminalu izbral nalog, za tem mu je terminal sporočil lokacijo (Slika 21). Ko je nabiralec blaga prispel do lokacije, je odčital kodo lokacije (Code 128) in s tem potrdil, da je na pravi lokaciji.

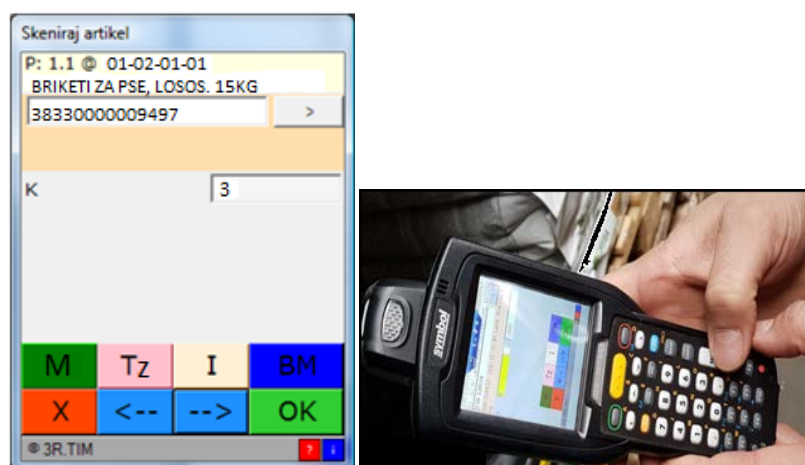
Slika 21: Maska na ročnem terminalu za odčitavanje kode regala



Vir: Prirejeno po 3R.Tim d.o.o. (2011), lastno delo.

Terminal mu je nato prikazal ime izdelka, črtno kodo in število izdelkov, ki jih je zahteval dokument (Slika 22). Nabiralec je odčital črtno kodo na izdelku in s tem potrdil njegovo pravilnost, nato je na paleto zložil želena števila izdelkov.

Slika 22: Maska na ročnem terminalu za odčitavanje izdelka

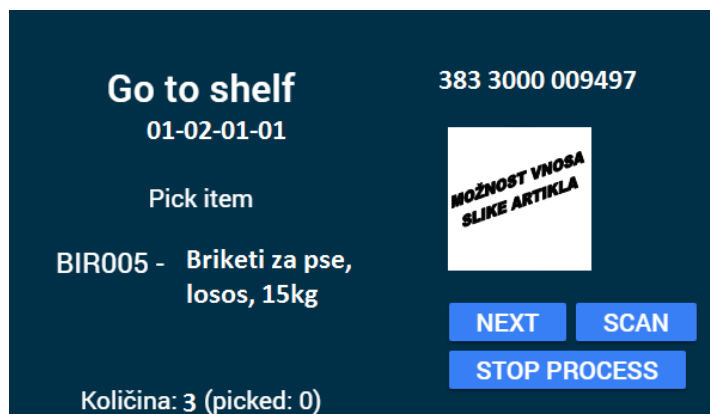


Vir: Prirejeno po 3R.Tim d.o.o. (2011), lastno delo.

Nabiralec blaga je potrdil količino. Za tem se je pokazala nova lokacija, kjer so naslednji izdelki za pobiranje. Sistem dela se je nadaljeval vse do zadnje lokacije, kjer se je na koncu nalog zaključil, hkrati pa tudi čas našega merjenja nabiranja blaga.

Postopek smo ponovili s pametnimi očali. Tako kot na terminalu se je izpisala lokacija, ki jo je nabiralec blaga moral odčitati s čitalcem, s to razliko, da smo na očalih hkrati videli še izdelek, črtno kodo in število zahtevanih izdelkov (slika 23). V našem primeru smo uporabili naprsten bluetooth čitalec za odčitavanje kod. Izdelek smo odčitali s čitalcem in potrdili količino s pritiskom na gumb na očalih.

Slika 23: Primer slike skeniranja količine z naprstnim BT čitalcem na pametnih očalih.



Vir: Vir: Prirejeno po 3R.Tim d.o.o. (2011).

Tabela 1: Rezultati v coni 1, preizkus 1

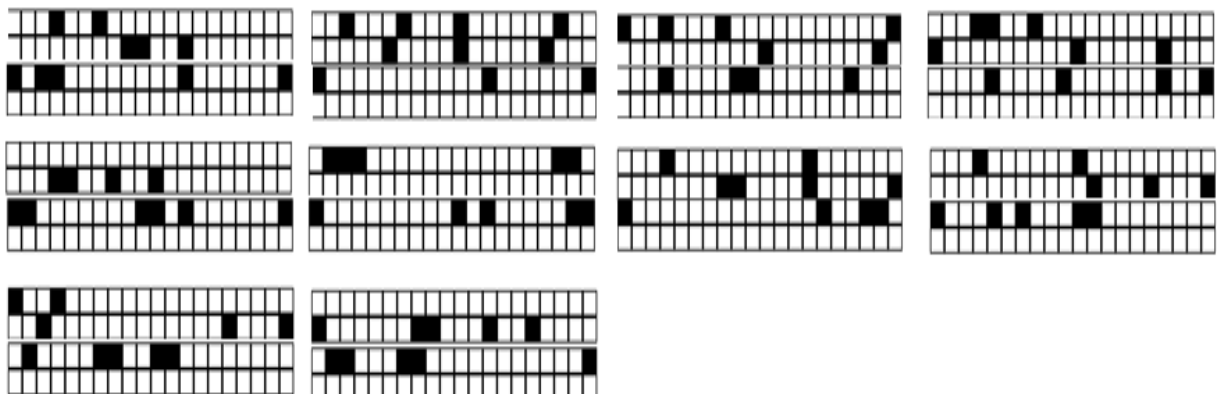
	RF terminal	Očala
	Čas (min:sec)	Čas (min:sec)
1	3:33	2:45
2	3:26	2:40
3	3:39	2:46
4	3:31	2:42
5	3:33	2:44
6	3:27	2:47
7	3:40	2:45
8	3:32	2:40
9	3:31	2:44
10	3:29	2:46
Povprečje	3:32	2:43

Vir: Lastno delo.

Iz rezultatov prvega preizkusa v tabeli 1 lahko vidimo, da smo z očali v coni 1 v povprečju za 1:11 hitrejši od ročnega terminala, kar je 24 % hitreje. Razlog za to bi lahko bil v funkciji očal, ki omogočajo uporabniku proste roke. Nabiralec blaga ne izgublja nepotrebnega časa z odlaganjem ročnega terminala. Rezultati bi bili drugačni, če bi primerjali terminal, ki se ga nosi na zapestju in ima tako kot očala optični čitalec na prstih. S tem bi nabiralec blaga dobil proste roke tudi pri uporabi terminala.

Postopek je podoben v coni 2, le da smo izdelke nabirali s pomočjo vozička in ne ročnega viličarja. Izdelke nabiramo v enem hodniku v več nivojih, izpustili smo najnižjo in najvišjo lokacijo. Prva in zadnja lokacija sta pri vseh ponovitvah enaki, razlikujeta se le v nivoju. S tem smo si tako kot v coni 1 zagotovili enako dolžino komisionirne poti za vseh 10 ponovitev. Vse višine so nabiralcu blaga dostopne brez potrebnih pripomočkov za nabiranje na višini. Prikaz lokacij pobiranja blaga v coni 2 je prikazan na sliki 24.

Slika 24: Prikaz lokacij pobiranja blaga v coni 2, za vse ponovitve – stranski ris.



Vir: Lastno delo

Tabela 2 kaže, da je v coni 2 nabiranje blaga s pomočjo očal hitrejša kot z ročnim terminalom, in sicer za približno 18 %. Razlika med časoma je manjša, saj se tukaj hranijo manjši izdelki in ni vedno potrebno odložiti ročnega terminala, da lahko izdelek prestavimo v voziček. Terminal je nabiralec blaga odložil v primeru, ko je bilo potrebno vzeti več izdelkov hkrati iz ene lokacije, ali pa je moral umikati izdelke na lokaciji, da je našel zelenega, saj se tukaj hrani več izdelkov in so nekateri skriti za drugimi.

Tabela 2: Rezultati v coni 2, preizkus 1.

	RF terminal	Očala
	Čas (min:sec)	Čas (min:sec)
1	2:45	2:18
2	2:35	2:12
3	2:40	2:17
4	2:32	2:07
5	2:40	2:15
6	2:56	2:11
7	2:39	2:05
8	2:40	2:03
9	2:42	2:09
10	2:46	2:13
Povprečje	2:41	2:11

Vir: Lastno delo.

4.3.2 Drugi preizkus

Pri drugem preizkusu smo želeli prikazati, kako se obneseta obe orodji za pomoč pri nabiranju blaga, v primeru ko je potrebno nabrati izdelke z zgornjih nivojev regala. V obstoječem načinu dela skladiščnik z viličarjem spusti paletu z izdelki z višjega nivoja na tla in izvede nabiranje. V nadaljevanju zapusti proces nabiranja blaga in izvede proces premika paleta na talno lokacijo, ki je prosta. S to menjavo procesa skladiščnik omogoči hitrejše nabiranje tega izdelka na naslednjih dokumentih.

V primeru uporabe očal skladiščnik izvede popolnoma enak postopek nabiranja blaga kot v prvem preizkusu, le da mora po zaključenem nabiranju blaga paletu vrniti nazaj na izhodiščno mesto, saj ne more izvesti nobenega systemskega premika. To pomeni, da mora skladiščnik za vsak naslednji nalog, ki vsebuje enako paletu iz višjih nivojev, uporabiti viličarja, s tem pa se zmanjšuje učinkovitost glede na porabljen čas. V preizkusu smo uporabili funkcijo aplikacije brez podpore systemskega premika. Če bi želeli, da aplikacija vsebuje še to funkcijo, bi bila potrebna nadgradnja aplikacije.

Preizkus smo opravili s pomočjo obeh orodij in ugotovili, da je razlika v časih identična kot v prvem preizkusu, če upoštevamo, da se izdelki ne ponovijo v naslednjih nalogih. V primeru da se izdelek, ki je bil hranjen na višjih nivojih, v naslednjem nalogu ponovi, je proces dela s terminalom v naslednjem nalogu brez viličarja, medtem ko je za nabiranje z očali ponovno potreben viličar, kar zmanjša učinkovitost uporabe tega orodja.

Očala za pilotno študijo vsebujejo aplikacijo zgolj za namene procesa nabiranja blaga. Premik palete se ne šteje kot proces nabiranja blaga, ampak je z vidika informacijskega procesa samostojni proces. V našem primeru je skladišče zasnovano tako, da premiki niso potrebni in lahko skladiščnik nabira blago tudi na višjih nivojih, vendar se s tem načinom izgublja pomemben čas, zato je povsem smiselno, da se palete spustijo na tla in se tam tudi hranijo, če je prostor. Nadgraditev aplikacije s funkcijo podpore sistemskega premika je v našem primeru smiselna, saj bi lahko na ta način sistemsko premaknili blago tudi s pomočjo očal in ne bi potrebovali ročnega terminala.

4.3.3 Tretji preizkus

Pri tretjem preizkusu smo uporabili enake komisionirne poti kot pri prvem preizkusu, le da smo na vseh lokacijah zmanjšali količino izdelkov in jih nabiralec blaga ni imel dovolj glede na zahtevano količino. Izdelkov ni bilo nikjer na zalogi. Skupno je bilo potrebno pobrati 18 izdelkov. Tu smo želeli testirati, kako se posamezno orodje obnaša, ko moramo sistemu vrniti informacijo o manku blaga.

Z ročnim terminalom je postopek identičen. Ko nabiralec blaga ugotovi, da ni dovolj izdelkov na zalogi, v terminal vpiše količino, ki je na voljo. Z očali pa je postopek drugačen. Ko nabiralec blaga ugotovi, da na zalogi ni dovolj izdelkov, mora s pritiskom na gumb »dol« zmanjšati njihovo število. Če je zahtevana količina 10, v resnici pa je na zalogi samo šest izdelkov, je potrebno štirikrat pritisniti na gumb »dol«, da pridemo do številke šest.

Tabela 3: Rezultati v coni 1, preizkus 3

	RF terminal	Očala
	Čas (min:sec)	Čas (min:sec)
1	2:48	2:34
2	2:45	2:35
3	2:39	2:28
4	2:45	2:36
5	2:40	2:33
6	2:47	2:35
7	2:36	2:28
8	2:38	2:30
9	2:40	2:32
10	2:38	2:33
Povprečje	2:41	2:32

Vir: Lastno delo.

Rezultati v tabeli 3 kažejo, da je nabiranje izdelkov s pomočjo očal hitreje za 6 %. Razlika se je zmanjšala zaradi vnosa količine pri očalih s pritiskanjem na gumbe, razlika med časoma prvega in tretjega preizkusa pa zaradi količine nabranih izdelkov. V prvem preizkusu je nabiralec blaga nabral 32 izdelkov, v tretjem pa 18.

V coni 2 je postopek identičen, le da so izdelki manjši. Tabela 4 kaže, da je nabiranje s pomočjo očal hitreje za 4 %. Razlika se je zmanjšala z enakim razlogom kot v coni 1, to je zaradi vnosa količin s pritiskanjem na gumbe za zmanjšanje količine.

Tabela 4: Rezultati v coni 2, preizkus 3

	RF terminal	Očala
	Čas (min:sec)	Čas (min:sec)
1	2:05	1:58
2	2:10	2:00
3	2:00	2:01
4	1:59	1:57
5	2:03	2:00
6	2:07	1:59
7	1:58	1:59
8	2:01	2:00
9	2:09	2:01
10	2:05	2:02
Povprečje	2:03	1:59

Vir: Lastno delo.

4.3.4 Četrti preizkus

Pri četrtem preizkusu smo želeli preveriti, kaj se zgodi, če uporabimo optični čitalec na očalih ter spremenimo proces dela in je na posamezni skladiščni lokaciji samo ena vrsta izdelka.

Do zdaj smo imeli več vrst izdelkov na lokacij in nalog je zahteval enega od njih. Ob tem je bilo obvezno odčitavanje kode izdelka, saj smo tako dokazali sistemu, da smo izbrali pravega izmed vseh izdelkov z lokacije. V primeru, da je na lokaciji samo en izdelek, pa lahko njegovo odčitavanje izpustimo in tako pridobimo čas.

Iz baze podatkov smo izbrisali izdelke na lokacijah in obdržali samo eno vrsto izdelka, prav tako smo v izognitev napakam fizično umaknili izdelke iz lokacij in pustili le-te, ki smo jih obdržali tudi v bazi. Kode na regalih so dovolj velike, da jih vgrajena HD kamera na očalih dobro prepozna. Nabiralec blaga na terminalu izbere nalog, za tem mu terminal

sporoči lokacijo. Ko nabiralec blaga prispe do lokacije, odčita kodo lokacije in s tem potrdi, da je na pravi lokaciji. Terminal mu pokaže, kateri izdelek naj vzame in količino. Ker je na skladišni lokaciji zgolj en izdelek, ni potrebno odčitati njegove kode. Izdelke zložimo na paletu in vpišemo količino ter potrdimo. Z očali je postopek podoben, vendar tokrat brez naprstnega čitalca. Nabiralec blaga izbere nalog, na zaslonu se mu pokažejo lokacija, izdelek in število izdelkov, ki jih mora nabrati. Ko prispe do skladišne lokacije, s pomočjo kamere na očalih odčita kodo lokacije in izdelke zloži na paletu. Potrdi s pritiskom na gumb na očalih.

Rezultati v tabeli 5 kažejo, da je nabiranje blaga z očali za 17 % hitrejše od nabiranja blaga s terminalom. Okolje, ki smo ga pripravili za četrti poskus, je umetno ustvarjeno okolje, ki bi ga v preučevano podjetje težko vpeljali. Če bi hoteli imeti samo en izdelek na lokaciji, bi potrebovali večje skladišče, kar pa finančno ni upravičeno. Želeli smo pokazati, da se v spremenjenem procesu dela obe orodji obnašata hitreje. Nabiranje z očali bi v tem primeru bilo najhitrejše, vendar zaradi narave izdelkov, skladišča in načina dela takega procesa ne moremo vpeljati.

Tabela 5: Rezultati v coni 1, preizkus 4

	RF terminal	Očala
	Čas (min:sec)	Čas (min:sec)
1	3:00	2:37
2	3:10	2:35
3	3:05	2:28
4	2:59	2:29
5	2:57	2:32
6	3:04	2:28
7	3:06	2:33
8	3:04	2:30
9	2:59	2:31
10	3:05	2:30
Povprečje	3:02	2:31

Vir: Lastno delo.

Podobni rezultati so tudi v coni 2, kar prikazuje tabela 6. Nabiranje z očali je hitrejše od nabiranja blaga s terminalom. V coni 2 bi bil takšen proces dela več kot dobrodošel, saj je na eni lokaciji veliko vrst blaga, predvsem drobnih izdelkov, ki jih je potrebno pri nabiranju blaga najti, kar pa vzame veliko nepotrebnega časa.

Tabela 6: Rezultati v coni 2, preizkus 4

	RF terminal	Očala
	Čas (min:sec)	Čas (min:sec)
1	1:53	1:45
2	1:55	1:40
3	1:58	1:41
4	1:52	1:43
5	1:55	1:39
6	1:57	1:45
7	1:57	1:44
8	1:55	1:44
9	1:56	1:40
10	1:53	1:44
Povprečje	1:55	1:42

Vir: Lastno delo.

Glede na rezultate iz tabele 7 lahko vidimo, da je razlika v času med nabiranjem blaga z ročnim terminalom in nabiranjem z očali 79 sekund pri preizkusu 1, 13 sekund pri preizkusu 2 in 44 sekund pri preizkusu 4.

Tabela 7: Razlika v času nabiranja blaga z ročnim terminalom in s pomočjo pametnih očal.

	Ročni terminal (v sekundah)	Očala (v sekundah)	Razlika (v sekundah)
Preizkus 1	373	294	79
Preizkus 3	284	271	13
Preizkus 4	297	253	44

Vir: Lastno delo.

Po vseh testiranjih lahko rečemo, da je nabiranje blaga z očali hitrejše od ročnih terminalov. Ob koncu testiranja smo ugotovili, da se tudi upoštevani elementi procesa iz tabele ne razlikujejo med različno uporabo orodij, razen odlaganje čitalca. Iz tega lahko sklepamo, da je to edina in najbolj bistvena razlika med orodjema, kar pomeni, da je študija uporabe prostoročnega orodja izvedljiva, če gre zgolj za proces nabiranja blaga. V primeru drugega preizkusa, kjer je bil dodan proces premika, študija ni bila v celoti izvedljiva.

Tabela 8: Elementi procesa nabiranja blaga

	Ročni terminal	Očala
Hoja	✓	✓
Potrditev lokacije	✓	✓
Potrditev artikla	✓	✓
Odložimo čitalec	✓	✗
Nabiranje artikla	✓	✓
Vzamemo čitalec	✓	✗
Potrdimo nabiranje	✓	✓

Vir: Lastno delo.

5 ANALIZA STROŠKOV IN KORISTI

Po študiji izvedljivosti, ki kaže, da je tehnologijo pametnih očal za pomoč pri procesu nabiranja blaga možno vpeljati v podjetje, sem pripravila še analizo stroškov in koristi. Analiza bo pokazala, ali se investicija v tovrstno tehnologijo splača oziroma bi uvedba tehnologije vizualnega vodenja pomenila višje neto koristi. V analizo sem vključila tudi direktorja podjetja in druge zaposlene, ki so nudili pomoč pri razlagi poslovnih procesov in koristi, ki iz njih izhajajo. Pri ocenjevanju stroškov sem se večinoma opirala na cenike ponudnikov.

Osem skladiščnikov je letno najmanj 160 dni na dopustu. Za nadomeščanje dopusta podjetje potrebuje devetega zaposlenega, ki bo v času dopustov in bolniške nadomeščal skladiščnike, preostali čas pa bo pomagal pri deklariranju blaga. Podjetje potrebuje opremo in licence za osem zaposlenih. V času uvajanja nove tehnologije lahko delo poteka vzporedno. To pomeni, da nam poslovanja ni potrebno ustaviti, da vpeljemo novo vrsto tehnologije. Delo bi tudi v skladišču potekalo nemoteno, edino v času izobraževanja bi se odprema blaga ustavila, kar pa bi nadoknadili z nadurami.

Za uvedbo nove tehnologije je potrebno najprej pripraviti in izdelati projekt z medsebojnim sodelovanjem izbranega podjetja ter zunanjega izvajalca. Po končani pripravi je potrebno opraviti nakup očal, baterij in naprstnih čitalnikov, sledi implementacija rešitve s strani zunanjega izvajalca s pomočjo informatika, ki sodeluje z izbranim podjetjem. Ko bi bila tehnologija pripravljena za uporabo, bi se izvedlo izobraževanje skladiščnikov, kako se rokuje s pametnimi očali, na kakšen način se jih uporablja, nato pa se jih v praktičnem delu tudi testira. V tem sklopu zunanji izvajalec tudi odpravlja morebitne napake. Ocenjeno je, da bodo skladiščniki prve štiri dni za 30 % slabše opravljali svoje delo oziroma bili manj produktivni kot so bili do zdaj. Vse izgubljene ure bodo nadoknadili z nadurami, saj se poslovanje ne bo ustavilo in bo potrebno naročila pripraviti kljub implementaciji nove

tehnologije. Stroški so ocenjeni na grobo, saj zaradi varovanja podatkov podjetje ni želelo razkriti pravih vrednosti.

5.1 Ocenjevanje stroškov

Stroške sem razdelila na stroške osnovnih sredstev, enkratne začetne stroške in ponavljajoče stroške.

5.1.1 Stroški osnovnih sredstev

Stroški strojne opreme

Za uvedbo vizualnega vodenja ni potrebno dodatno vlagati v računalnike, saj so obstoječi računalniki zadovoljivi. Strošek predstavljajo očala, dodatne baterije in naprstni čitalci za osem skladiščnikov (tabela 9).

Tabela 9: Ocenjeni stroški strojne opreme

	Št. uporabnikov	Strošek na enoto	Skupaj
Stroški strojne opreme			18.400 €
Očala	8	1.700 €	13.600 €
Čitalniki	8	500 €	4.000 €
Baterije	8	100 €	800 €

Vir: Lastno delo.

Stroški programske opreme

Stroški programske opreme (tabela 10) predstavljajo nadgradnjo obstoječe licence in nadgradnjo aplikacije za podporo vizualnega vodenja. V študiji izvedljivosti sem ugotovila, da je smiselno nadgraditi aplikacijo za podporo systemskega premika blaga, saj se ta proces dela pojavlja vsakodnevno.

Tabela 10: Ocenjeni stroški programske opreme

	Št. uporabnikov	Strošek na uporabnika	Skupaj
Stroški programske opreme			5.600 €
Nadgradnja obstoječe licence	8	500 €	4.000 €
Nadgradnja aplikacije	8	200 €	1.600 €

Vir: Lastno delo.

5.1.2 Enkratni stroški

Povprečni mesečni strošek skladiščnika je 2000 € Z upoštevanjem 251 delovnih dni na leto oziroma v povprečju 21 delovnih dni na mesec ima skladiščnik urno postavko 11,40 €

Stroški uvedbe

Pri pripravi in izdelavi projekta s strani izbranega podjetja sodeluje več ljudi (vodja logistike, vodja skladišča, informatik), za kar skupno potrebujejo 20 ur. Stroški uvedbe rešitve predstavljajo stroške zunanjega izvajalca in strošek informatika, ki mora sodelovati pri uvedbi. V izbranem podjetju nimajo zaposlenega informatika, ampak imajo pogodbo z zunanjim informatikom, ki sodeluje s podjetjem po potrebi. Stroški nadur bodo nastali zaradi izobraževanja, saj morajo nadomestiti izgubljene ure za pripravo blaga. Nadura je plačana 15,00 € na uro. Stroški uvedbe so precej nizki, vendar je treba ob tem upoštevati, da je projekt nadgradnja obstoječe rešitve in ne vpeljava ali zamenjava delovnih procesov, kjer bi morali upoštevati še stroške svetovalcev. Ocenjeni stroški uvedbe projekta so prikazani v tabeli 11.

Tabela 11: Ocenjeni stroški uvedbe projekta

	Št. ur	Urna postavka	Skupaj v EUR
Skupni stroški uvedbe projekta			3.540 €
Priprava in izdelava projekta	20	50	1.000 €
Stroški implementacije rešitve			2.000 €
Zunanji izvajalec	32	50	1.600 €
Zunanji IT sodelavec	8	50	400 €
Stroški nadur (nadomeščanje izgube zaradi izobraževanja)	36	15	540 €

Vir: Lastno delo.

Tabela 12 prikazuje stroške vzporednega delovanja pri uvajanju in testiranju. Ocenila sem, da bodo skladiščniki prve štiri dni za 30 % počasnejši v nabiranju blaga, saj potrebujejo čas, da se navadijo novega orodja. Prve štiri dni bi potrebovali 332,8 ure namesto 256 ur, kar prinese dodatne 76,8 delovne ure, ki mora biti opravljena in plačana kot nadura.

Tabela 12: Stroški vzporednega delovanja

Stroški vzporednega delovanja (pri uvajanju in testiranju)	1.152 €
--	---------

Vir: Lastno delo.

5.1.3 Ponavljajoči stroški

Vzdrževanje strojne in programske opreme

Vzdrževanje strojne opreme je v prvih dveh letih 10 % vrednosti nakupa celotne strojne opreme, ko so očala še v garanciji. Nato se vsake dve leti vrednost vzdrževanja poveča za 5 % vrednosti nakupa celotne strojne opreme, tako za tretje in četrto leto znaša 15 %, za peto leto pa 20 % vrednosti nakupa celotne strojne opreme. S tem si podjetje zagotovi nemoteno delovanje in si v primeru poškodbe strojne opreme takoj zagotovi nadomestno opremo. Vzdrževanje je vsako leto dražje, saj je tudi večja možnost okvar. Vzdrževanje programske opreme predstavlja 20 % stroškov programske opreme in je v celotnem obdobju nespremenljivo. Letni strošek vzdrževanja opreme je prikazan v tabeli 13.

Tabela 13: Letni strošek vzdrževanja opreme

	1. leto	2. leto	3. leto	4. leto	5. leto
Letni strošek vzdrževanja opreme	2.960 €	2.960 €	3.880 €	3.880 €	4.800 €
Vzdrževanje strojne opreme	1.840 €	1.840 €	2.760 €	2.760 €	3.680 €
Vzdrževanje programske opreme	1.120 €	1.120 €	1.120 €	1.120 €	1.120 €

Vir: Lastno delo.

5.2 Ocenjevanje koristi

Iz tabele 14 so razvidni ocenjeni letni prihranki stroškov osebja na leto, ki sem jih pridobila iz tabele 7.

Tabela 14: Ocenjeni prihranki stroškov osebja

Ocenjeni letni prihranki stroškov osebja	15.800,40 €
Ocenjeni mesečni prihranki stroškov osebja	1.316,70 €

Vir: Lastno delo.

V podjetju osem skladiščnikov naredi skupaj približno 5000 vrstic iz nalogov na dan, kar pomeni, da dnevno skupno porabijo 25,9 ure za nabiranje blaga z ročnimi terminali, preizkus 1 pa kaže, da bi s pametnimi očali za 5000 vrstic porabili 20,4 ure. Na dan bi torej prihranili 5,5 ure, z upoštevanjem 21 dni na mesec bi mesečno prihranili 1316,7 € in letno 15.800,40 €

5.3 Izračun finančnih kazalcev

Pametna očala imajo dve leti garancije, vendar se od njih pričakuje, da bodo uporabna vsaj pet let. Od podjetja do podjetja je odvisno, ali želijo prevzeti tveganje in računati na delovanje očal vsaj pet let, ali želijo projekt speljati skoraj brez tveganja in upoštevati dobo garancijskega delovanja dve leti. V magistrskem delu bom predstavila obe možnosti. V formuli za neto sedanjo vrednost (1) sem vse denarne prilive diskontirali z diskontno stopnjo 7 % ter od tega odštela sedanjo vrednost denarnih odlivov, ki so zaradi tega nastali.

$$NSV = \sum_{i=1}^T \frac{D_i}{(1+r)^t} - V_0 \quad (1)$$

Vir: Investopedia.

NSV – neto sedanja vrednost

D_i – donos v i -tem obdobju

V_0 – skupna vlaganja (investicijski stroški)

r – diskontna stopnja

Iz tabele 14 je razvidno, da investicija ni upravičena, saj je neto sedanja vrednost pod vrednostjo 0. Doba vračanja vloženih sredstev je po izračunu formule (2) vsaj 2,4 leta, zato je investiranje v uporabo pametnih očal za dobo dveh let nesmiselno.

Tabela 14: Diskontirane neto koristi po letih za dobo dveh let

Diskontna stopnja	7,00 %	
NSV	-3.599,28	
	2018	2019
Diskontirane neto koristi	-14.814,58	-3.599,28
Neto koristi	-15.851,60	12.840,40
Stroški osnovnih sredstev	-24.000,00	0,00
Računalniška strojna oprema	-18.400,00	0,00
Programska oprema	-5.600,00	0,00
Enkratni stroški	-4.692,00	0,00
Priprava in izdelava projekta	-3.000,00	0,00
Stroški nadur	-540,00	0,00
Stroški vzporednega delovanja	-1.152,00	0,00
Ponavljajoči se stroški	-2.960,00	-2.960,00
Vzdrževanje strojne opreme	-1.840,00	-1.840,00
Vzdrževanje programske opreme	-1.120,00	-1.120,00
Koristi	15.800,40	15.800,40
Zmanjšani stroški osebja	15.800,40	15.800,40

Vir: Lastno delo.

$$\text{Doba vračanja vloženih sredstev} = \frac{\text{Začetna investicija}}{\text{Letni donos investicije}} \quad (2)$$

Vir: Investopedia.

Pametna očala so tehnologija, pri kateri se pričakuje doba tehničnega staranja pet let, zato sem naredila izračune za neto sedanjo vrednost tudi za to dobo. Glede na izračunane rezultate se investicija za obdobje petih let izkaže za donosno (tabela 16).

Tabela 15: Diskontirane neto koristi po letih za dobo pet let

Diskontna stopnja	7,00 %				
NSV	23.069,47				
	2018	2019	2020	2021	2022
Diskontirane neto koristi	-14.814,58	-3.599,28	6.131,32	15.225,34	40.534,86
Neto koristi	-15.851,60	12.840,40	11.920,40	11.920,40	11.000,40
Stroški osnovnih sredstev	-24.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Računalniška strojna oprema	-18.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Programska oprema	-5.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Enkratni stroški	-4.692,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Priprava in izdelava projekta	-3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stroški nadur	-540,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stroški vzporednega delovanja	-1.152,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponavljajoči se stroški	-2.960,00	-2.960,00	-3.880,00	-3.880,00	-4.800,00
Vzdrževanje strojne opreme	-1.840,00	-1.840,00	-2.760,00	-2.760,00	-3.680,00
Vzdrževanje programske opreme	-1.120,00	-1.120,00	-1.120,00	-1.120,00	-1.120,00
Koristi	15.800,40	15.800,40	15.800,40	15.800,40	15.800,40
Zmanjšani stroški osebja	15.800,40	15.800,40	15.800,40	15.800,40	15.800,40

Vir: Lastno delo.

Iz izračunov sem ugotovila, da se investicija izplača ob upoštevanju življenjske dobe pet let. Podjetja v praksi gledajo na dobo tehničnega staranja, fizičnega izrabljanja in ne na dobo garancije, zato je vedno prisotno tveganje pri izbiri katerekoli tehnologije.

5.4 Diskusija

S pomočjo pilotne študije sem ugotovila, da je očala možno uporabiti za namene nabiranja blaga v vseh štirih preizkusih. V kolikor je aplikacija izpopolnjena in pokriva vse elemente

procesa nabiranja blaga, vključno s premiki palet na druge lokacije, lahko zamenjamo ročne terminale z očali. Trije preizkusi so pokazali, da z očali hitreje nabiramo blago kot z ročnimi terminali, dokazala pa sem tudi to, da se že s samo optimizacijo procesa dela lahko nabira hitreje. Četrty preizkus, ki sem ga naredila v pilotni študiji pokaže, da smo z optimizacijo procesa dela bistveno hitrejši tudi z ročnimi terminali, še večja razlika pa nastane, če s takšno optimizacijo procesa dela nabiramo blago z očali. Očala so učinkovitejša od ročnih terminalov, saj so podatki naročila ves čas na vpogled in nabiralec blaga ima manjše možnosti za napako. Žal nisem imela možnosti testiranja nabiranja blaga z več različnimi aplikacijami namenjenih za nabiranje blaga z očali, s katerimi bi lahko testirala tudi možnost vnosa slik artiklov in s tem zagotoviti, da je nabiranje blaga še bolj učinkovito.

Iz analize stroškov in koristi sem ugotovila, da se investicija v takšno tehnologijo povrne v več kot dveh letih, zato je smiselno da očala uporabljamo dlje. Glede na to, da je garancije 2 leti, je vsaka nadaljnja uporaba očal hkrati tveganje za okvaro in donos investicije. Hobert in Schumann (2017) sta ugotovila, da so očala narejena iz izredno občutljivih materialov in pri tem se strinjam. Očala so izredno krhka, občutljiva in se lahko hitro polomijo, kar pomeni, da se lahko fizično uničijo še pred tehnično izrabo in zastarelostjo.

Vložek v uporabo nove tehnologije ni velik, saj se bi v mojem primeru menjalo zgolj orodje z aplikacijo.

5.5 Možnost nadaljnjega razvoja

S preizkusi sem ugotovila, da so očala, kot orodje za nabiranje blaga, hitrejša kot ročni terminal, če imamo vse izdelke na zalogi in ni potrebnih premikov palet. Kakor hitro pa pride do spremembe in je to potrebno javiti sistemu, pa imajo očala pomanjkljivost, ki bi se jo dalo odpraviti na naslednje načine:

- TAP, BT naprstnim sistemom, ki nadomešča miško in tipkovnico. To je popolnoma novo razvita tehnologija, prikazana na sliki 25, ki uporabniku omogoča tipkanje po navidezni tipkovnici in uporabo navidezne miške s premikom palca. Senzorji na posebnem jermenu, ki je ovit okoli prstov, omogočajo prepoznavo znakov, ki jih ustvarjamo skozi premikanje prstov (Tap, 2018). Ta tehnologija je smiselna za vnos podatkov, vprašanje pa je, ali je smiselna pri procesu nabiranja blaga, saj tukaj ni govora o prostoročni tehnologiji in bi lahko ovirala skladiščnika pri nabiranju blaga. Poleg tega se je potrebno ukaze s premikom prstov priučiti in je za to potreben čas.

Slika 25: TAP naprstni sistem



Vir: Tap.

- Nadgradnjo opreme, novejša očala z boljšimi mikrofoni ali zunanji mikrofoni. Obstoječi mikrofoni in programska podpora v ozadju ne omogočata zajema ukazov, informacij zaradi nezadovoljivega ločevanja uporabnikovega glasu od hrupa v okolju. Z nadgradnjo opreme očal ali dodatnim zunanjim mikrofonom bi obstoječo rešitev lahko nadgradili s sprejemom ukazov, informacij s pomočjo govora. S tem bi povezali dve tehnologiji, glasovno in vizualno vodenje, ki bi skupaj lahko tvorila zelo uporabno, učinkovito in prijazno rešitev. Uporabnik bi prek zaslona lahko spremljal navodila za trenutno aktivnost in povratne informacije podajal z glasom. Prisotnost informacij v vidnem polju uporabnika je velika prednost v primerjavi z glasovno tehnologijo, vračanje informacij in ukazov z glasom pa predstavlja veliko prednost v primerjavi z očali in uporabo tipk na okvirju očal. Verjetno pa bi bila težava v teži orodja, saj bi dve napravi, združeni v eno, predstavljali večjo obremenitev na glavi. V skladišču ne bi smelo biti hrupa in tako kot sem že izpostavila pri govornem vodenju, je mikrofoni občutljiv na prepoznavo govora. Rahel prehlad in sprememba v tonu glasilk povzročata sistemski težave.

SKLEP

Danes je za podjetja ključnega pomena hitra odzivnost, natančnost in minimiziranje stroškov, predvsem se to kaže v podjetjih z dejavnostjo, ki zahtevajo skladišča in skladiščne procese. V takšnem poslovanju je trg neizprosno in zahteva izdelke nemudoma, brez napak in poškodb. Razvijalci tehnologij za pomoč nabiranju blaga so razvili že več rešitev, ki omogočajo hitro nabiranje blaga. Ključnega pomena pri izbiri tehnologije je, kakšne vrste blaga imamo in kako je opremljeno skladišče. Pomembna pa je tudi cena in

možnost same izvedbe. Skozi leta raziskav trg še vedno strmi k popolni rešitvi, ki pa se vedno izkaže, da ima pomanjkljivosti ali pa je primerna samo za določen segment izdelkov oziroma skladišč.

Kadar se podjetje odloči za novo tehnologijo zaradi optimizacije časa in stroškov, se je potrebno najprej vprašati, ali je proces dela optimiziran. Spremembe v načinu dela lahko prinesejo večji učinek kot pa nova tehnologija. Je pa zamenjava procesa dela včasih dražja, saj zahteva svetovalce, in to včasih prinaša večji strošek kot pa zamenjava tehnologije. Vsekakor pa je najboljšo spremeniti proces dela tako, da bo kar najbolj optimalno za tehnologijo, ki se izkaže kot donosna in prinese prihranek časa ter posledično prihranek stroškov.

Prav iz tega stališča sem se odločila izpeljati študijo izvedljivosti uporabe tehnologije pametnih očal za podporo nabiranju blaga, kot eno zadnjih razvitih tehnologij na trgu. S študijo sem pokazala, da se da očala uporabljati za pomoč pri nabiranju blaga, predvsem sem dokazala, da so očala orodje, s katerim smo hitrejši v primerjavi z ročnimi terminali. Kljub pomanjkljivostim, ki jih imajo očala, lahko trdim, da bodo v prihodnosti postala uporabno orodje v logistiki, vendar je potrebno odpraviti še nekaj malenkosti, ki lahko bistveno vplivajo na delo. Ena izmed ključnih prednosti je prostoročno nabiranje blaga, podatki so nam ves čas na voljo, v primerjavi s terminalom so zelo lahko orodje, medtem ko je večja pomanjkljivost slaba baterija, dvom o sevanju BT in Wi-Fi vmesnika ter način podajanja povratnih informacij v sistem (ni tipkovnice ali dobrega mikrofona).

Investiranje v nadgradnjo takšne tehnologije ne zahteva velikega vložka, vendar je vseeno dobro vedeti, ali se takšna investicija splača. Preko študije sem ugotovila, da se vložek v takšno investicijo splača, če bomo orodje uporabljali več kot 2,4 leta, kar je več, kot je garancijska doba očal. Ker so očala nova tehnologija in je težko vedeti, koliko časa so dejansko sposobna delovati, so ocene študije narejene na podlagi pričakovane dobe delovanja, ki je v našem primeru pet let.

Glede na to, da je cena implementacije ročnih terminalov ali pametnih očal enaka z vidika začetne investicije v sistem (postavitev novega skladišča, razširitev obstoječega), se ob novi izgradnji skladišča vsekakor bolj splača kupiti pametna očala za nabiranje blaga. Z odločitvijo za uporabo tehnologije pametnih očal v času začetnih investicij se izognemo stroškom nakupa terminalov, ki niso zanemarljiv strošek. V magistrskem delu pa je predstavljena analiza nadgradnje, kar pomeni, da podjetju ostanejo terminali, ki jih ne bo več uporabljalo, in licence za terminale. Dejstvo je, da očala še niso izpopolnjena tehnologija, in to lahko prinaša precej tveganja pri uporabi, sploh iz vidika stroškov, ki bi pri tem nastali. Podjetja, ki so že implementirala tovrstno rešitev, ne želijo razkriti podatkov, ali se jim je investicija izplačala ali ne, koliko je težav pri sami uporabi in

kakšne so ovire pri odpravi napak. Dokler podatki ne bodo javni, bomo razpolagali le s podatki, pridobljenimi iz študij, ki pa so v večini napravljeni s strani ponudnikov očal. Ravno zato je ključen prispevek mojega magistrskega dela, da sem izvedla neodvisno in objektivno študijo smiselnosti uporabe pametnih očal za nabiranje blaga. V znanstveni in strokovni literaturi namreč primanjkuje neodvisnih raziskav o vplivu konkretne strojne ali programske opreme na učinkovitost in uspešnost poslovanja (Trkman, 2017).

LITERATURA IN VIRI

1. 3R.Tim d.o.o. (2011). *Skladiščno poslovanje s sistemom Hydra warehouse* (interno gradivo). Ljubljana: 3R.Tim d.o.o.
2. Baechler, A., Baechler, L., Autenrieth, S., Kurtz, P., Hoerz, T., Heidenreich, T., & Kruell, G. (2016). *A comparative study of an assistance system for manal order picking- called pick-by-projection – with the guiding system pick-by-paper, pick-by-light and pick-by-display*. Hawaii: international Conference on system Sciences, 523- 531
3. Chin-Chia, J., & Yih-Weinn, L. (2005). A clustering algorithm for item assignment in a synchronized zone order picking system. *European Journal of Operational Research*, 166, 489–496.
4. Compare WMS systems and software. (2018). Pridobljeno 12. aprila 2018 iz <https://selecthub.com/categories/warehouse-management>
5. de Vries, J., de Koster, R., & Stam, D. (2015). Exploring the role of picker personality in predicting picking performance with pick by voice, pick to light and RF-terminal picking. *International Journal*, 54, 2260–2274.
6. Dolinar, P., Hajdinjak, S., Gogola, V., & Bračič, A. (1982). *Tehnika skladiščenja in organizacija poslovanja skladišč*. Ljubljana: Zavod za tehnično izobraževanje.
7. Drakulič, I. (2013, 10. september). Poslovni informacijski sistemi so mobilnejši. *Delo*. Pridobljeno 15. februarja 2018 iz <http://www.delo.si/gospodarstvo/posel/poslovni-informacijski-sistemi-so-mobilnejši.html>
8. Elder, S., & Vakaloudis A. (2015). A tehcnical evaluation of devices for smart glasses applications. *Internet Technology and Applications*, 98–103.
9. Espro inženiring d.o.o. *SVS govorno vodenje*. Pridobljeno 30. januarja 2018 iz <http://www.espro-ing.si/sistem-za-vodenje-skladisc-skladko-svs/svs-govorno-vodenje>
10. Estes Team. (2014, 1. oktober). *Epicor Wave Picking – AMM* [objava na blogu]. Pridobljeno 12. aprila 2018 iz <http://www.estesgrp.com/blog/epicor-wave-picking/>
11. Fastfetch. (2013, 22. Avgust). *Order picking/ warehouse fulfilment batch picking* [objava na blogu]. Pridobljeno 19. ferbruarja 2018 iz <http://orderpickingfastfetch.blogspot.si/>
12. Finch, C. (2018). *The disadvantages of voice recognition Software*. Pridobljeno 30. januarja 2018 iz <https://www.techwalla.com/articles/the-disadvantages-of-voice-recognition-software>
13. Frazelle, H.E. (1989). *Stock location asignment and order picking productivity* (doktorska disertacija). Georgia :Georgia institut of technology.

14. Frazelle, H.E. (2016). *World class warehousing and material handling*. New York: McGraw-Hill Education
15. Gaudin, S. (2008, 28. april). *Some suppliers gain from failed Walmart RFID edict*. Pridobljeno 16. februarja 2018 iz <https://www.computerworld.com/article/2551910/mobile-wireless/some-suppliers-gain-from-failed-wal-mart-rfid-edict.html>
16. Gharbi, S., Zgaya, H., & Hammadi, S. (2013). Optimization of order picker path based on agent communication in warehouse logistics. *Institute of Health engineering of Lille*, 46(24), 7–14.
17. *Goods to person order fulfillment*. Pridobljeno 19. februarja 2018 iz <https://www.bastiansolutions.com/solutions/technology/goods-to-person>
18. Grosse, E. H., Glock, C. H., Jaber, M. Y., & Neumann, W. P. (2015). Incorporating human factors in order picking planning models: framework and research opportunities. *International Journal of Production Research*, 53(3), 695–717.
19. *GS1 standardi*. Pridobljeno 8. marca 2018 iz <http://www.gs1si.org/Standardi>.
20. Guerra, R.A. (2015, 12. februar). *Here's why Google Glass failed*. Pridobljeno 28. oktobra 2017 iz <http://uk.blastingnews.com/tech/2015/02/here-s-why-google-glass-failed-00268697.html>
21. Habazin, J., Glasanović, A., & Bajor, I. (2017). Order picking process in warehouse: case study of dairy industry in croatia. *Traffic & Transportation*, 29(1), 57–65.
22. Hobert, S., & Schumann, M. (2017). *Enabling the Adoption of Wearable Computers in Enterprises – Results of Analyzing Influencing Factors and Challenges in the Industrial Sector*. Pridobljeno 19. maja 2018 iz <https://pdfs.semanticscholar.org/0f63/a32c122dcc9b6b53173ac345248f7ce996a4.pdf>
23. Hockett, M. (2014, 12. maj). *Atheer Labs bringing augmented reality to industrial workplaces*. Pridobljeno 21. marca 2018 iz <https://www.inddist.com/article/2014/12/atheer-labs-bringing-augmented-reality-industrial-workplaces>
24. Hong, S. (2010). *Analysis and control of batch order picking processes considering picker blocking* (doktorska disertacija). Pohang: University of Science and technology.
25. *Hydra warehouse rešitve podjetja 3R.Tim d.o.o.* Pridobljeno 15. februarja 2018 iz <https://www.racunalniske-novice.com/it-podjetje/resitve/3rtim.html>
26. *Investopedia*. Pridobljeno 10. aprila 2018 iz <https://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp>.
27. Jonsson, P. (2008). *Logistics and supply chain management*. Maidenhead: McGraw Hill Education.

28. Karlsson, R. (2017, 12. julij). *Could smart glasses be the wearable of future warehouse production?* Pridobljeno 1. februarja 2018 iz <https://www.linkedin.com/pulse/could-smart-glasses-wearable-future-warehouse-roberth-karlsson>
29. Kavčič, K. (2009). *Management oskrbnih verig in model taktnega časa* (znanstvena monografija). Koper: Fakulteta za management.
30. Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G.G. (2000). What is ERP? *Information system frontiers*, 2(2), 141–162.
31. Klodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K., & Wasiak, M. (2017). The issues of selection warehouse process strategies. *Procedia Engineering*, 187, 451–457.
32. Kovačič, A., Jaklič, J., Indihar Štemberger, & M., Groznik, A. (2004). *Prenova in informatizacija poslovanja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
33. Krmac, V.E. (2010). *Informacijska podpora logističnih procesov oz. Informacijska podpora logistiki*. Portorož: Fakulteta za pomorstvo in promet.
34. Logan, M. (2018). *Pick to light (PTL) vs. Pick to voice (PTV)* [objava na blogu]. Pridobljeno 30. januarja iz <https://www.bastiansolutions.com/blog/index.php/2009/11/13/pick-to-light-ptl-vs-pick-to-voice-ptv/>
35. *Magic Leap is what happened to Google glass*. (2015). Pridobljeno 12. februarja 2018 iz <https://www.nanalyze.com/2015/09/magic-leap-is-what-happened-to-google-glass/>
36. Martini, M. (2010). *Priročnik za črtno kodiranje*. GS1 Slovenija.
37. Matejčič, K. (2005, 16. november). *Skladiščna tehnologija doživlja vrtočlav razvoj*. Pridobljeno 12. aprila 2018 iz <https://www.finance.si/137307/Skladiscna-tehnologija-doživlja-vrtočlav-razvoj?metered=yes&sid=529466705>
38. Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C., & Zacharia, Z.G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of business logistics*, 22(2), 1–26.
39. Muller, R. (2007). *Piece picking: Which method is best?* Pridobljeno 19. februarja 2018 iz <http://www.distributiongroup.com/articles/piecepickingwhichmethod.pdf>
40. Musaoglu, E. (2017). *How to start cluster picking in your warehouse*. Pridobljeno 19. februarja 2018 iz <https://www.logiwa.com/wave-cluster-picking-in-your-warehouse/>
41. Murray, M. (2016). *Pick to light warehouse system*. Pridobljeno 29. januarja 2018 iz <https://www.thebalance.com/pick-to-light-warehouse-systems-2221456>
42. Olson, L. (2012, 6. September). *How does a warehouse management system (wms) operate?* Pridobljeno 21. marca 2018 iz <http://www.warehousemanagement.com/warehouse/how-does-a-warehouse-management-system-wms-operate/>

43. Pienaar, J.W., & Wogt, J.J. (2012). *Business logistics management: a value chain perspective*. Cape Town: Oxford University Press.
44. Planina A. (2017, 10. avgust). *Vizualno vodenje dela v skladišču* [objava na blogu]. Pridobljeno 14. februarja 2018 iz <http://blog.spica.com/slo/vizuelno-vodenje-dela-v-skladiscu/>
45. Poljanec, M. (2011). *Logistika notranjega transporta in skladiščenja*. Ljubljana: Zavod IRC.
46. Rak, G. (2011). *Logistika notranjega transporta in skladiščenja*. Maribor: Višja prometna šola.
47. Rauschnabel A.P., Brem, A., & Ivens B.S. (2015a). Who will buy smart glasses? Empirical results of two pre-market-entry studies on the role of personality in individual awareness and intended adoption of Google Glass wearables. *Computers in Human Behavior* 49, 635–647.
48. Rauschnabel, A.P., Brem, A., & Ro, Y.K. (2015b). *Augmented reality smart glasses: Definition, conceptual insights and managerial importance* (Unpublished Working Paper). Dearborn: The University of Michigan-Dearborn, College of Business.
49. Roodbergen. *Interactive warehouse*. Pridobljeno 2.februarja 2018 iz <http://www.roodbergen.com/warehouse/frames.htm>
50. Roodbergen, J.K., & de Koster, R. (2001). Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. *International Journal of production research*, 39(9), 1865–1833.
51. Rouse, M. (2018). *Warehouse management system (WMS)*. Pridobljeno 15. februarja 2018 iz <http://searcherp.techtarget.com/definition/warehouse-management-system-WMS>
52. Schwerdtfeger, B. (2009). *Pick-by-Vision: Bringing HMD based Augmented Reality into the Warehouse* (doktorska disertacija). München: Fakulteta za računalništvo in tehniko.
53. Shin, S., & Eksioğlu, B. (2015). An empirical study of RFID productivity in the U.S. retail supply chain. *Int. J. Production Economics* 163, 89–96.
54. Solutions Kardex remstar GmbH. *Vertical lift systems*. Pridobljeno 19. februarja 2018 iz <http://www.kardex-remstar.com/en/storage-retrieval-systems/vertical-lift-systems-en/energyefficientstoragesolutions.html>
55. State, J. (2017, 1. maj). *VR, AR or MR. What's the Difference & Why should I care?* [objava na blogu]. Pridobljeno 12. februarja 2018 iz <http://www.appliedart.com/blog/vr-ar-or-mr-what-s-the-difference-why-should-i-care>
56. Stinson, M. (2016). *Experimental analysis of manual order picking processes in a Learning warehouse*. Stuttgart: Institut für Fördertechnik un Logistik.

57. Stoltz, M.H., Giannikas, V., McFarlane, D., & Strachan, J. (2017). Augmented reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 12979–12984.
58. Šimenc, M. (2010). *Uvod v logistiko: utrip poslovnih sistemov*. Celje: Fakulteta za logistiko.
59. Špica international d.o.o. *Frontman WMS voice*. Pridobljeno 29. januarja 2018 iz <http://www.spica.si/resitve/skladiscno-poslovanje/glasovno-vodenje-po-skladiscu>.
60. TAP. Pridobljeno 26. marca 2018 iz <https://www.tapwithus.com/overview/>
61. *Top 10 ERP Systems rankings report for 2017*. (2016). Pridobljeno 21. marca 2018 iz <http://www.erpnews.com/top-10-erp-report-2017/>
62. Trkman, P. (2017, 6. december). *IT does matter! Even for information system researchers*. Pridobljeno 13. aprila 2018 iz <https://www.linkedin.com/pulse/does-matter-even-information-systems-researchers-peter-trkman/>.
63. Trkman, P., Indihar Štemberger, M., Jaklič, J., & Groznik, A. (2007). Process approach to supply chain integration. *Supply Chain Management - An International Journal*, 12(2), 116–128.
64. Trkman, P., McCormack, K., Valadares de Oliveira, M.P., & Ladeira, M.B. (2010). The Impact of business analytics on supply chain performance. *Decision support systems*, 49, 318–327.
65. *Vision picking in the warehouse. Augmented reality in logistics*. Pridobljeno 21. novembra 2017 iz http://www.supplychain247.com/article/vision_picking_in_the_warehouse_augmented_reality_in_logistics/legacy_supply_chain_services
66. Von den Berg, J.P., & Zijm, W.H.M. (1999). Models for warehouse management: classification and examples. *International journal of production economics*, 59, 519–528.
67. *Vuzix*. (2018). Pridobljeno 8. marca 2018 iz <https://www.vuzix.com/Products/m300-smart-glasses>
68. Wheeler, C. (2014, 16. junij). *The 8 best order picking methods (Including batch picking)*[objava na blogu]. Pridobljeno 18. februarja 2018 iz <https://www.newcastlesys.com/blog/bid/348476/order-picking-methods-and-the-simplest-ways-to-minimize-walking-infographic>