Optimizacija distribucije bio proizvoda tvrtke Claus

Ljevar, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:957390

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Martina Ljevar

OPTIMIZACIJA DISTRIBUCIJE BIO PROIZVODA TVRTKE CLAUS

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

OPTIMIZACIJA DISTRIBUCIJE BIO PROIZVODA TVRTKE CLAUS

THE OPTIMIZATION IN DISTRIBUTION OF BIOLOGICAL PRODUCTS IN THE CLAUS COMPANY

Mentor: dr. sc. Tomislav Rožić

Student: Martina Ljevar, 0135223677

Zagreb, 2016

SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada je izrada prijedloga optimizacije u distribuciji bio proizvoda tvrtke Claus. Rješavanje problema podrazumijeva pronalazak optimalnog redoslijeda obilazaka lokacija uz uvjet da svaku lokaciju posluži samo jedno vozilo. Ograničenje postavljenog uvjeta je da ukupna potražnja svih korisnika na određenoj ruti ne premaši kapacitet vozila. Također, i ograničenja na koje nailaze u sustavu opskrbe u gradskoj logistici. Za taj problem bit će korištena matrica skraćenja prijevoznog puta. Spajanje lokacija kombinirajući rute koje su u dometu vozilu čime se postiže smanjenje vremena putovanja i smanjenje troškova. Analizom trenutnog kretanja vozila i predloženog rješenja, utvrdit će se mogućnost uštede distribucije robe na određenoj ruti.

KLJUČNE RIJEČI: distribucija robe, problem rutiranja vozila, optimizacija, gradska logistika

SUMMARY

The aim of this thesis is the development of proposals of optimization in the distribution of biological products companies Claus. Problem solving involves finding the optimal order of visits the site on condition that each location serve just one vehicle. Provided that the total demand for all users in the route does not exceed the capacity of the vehicle. Also, and limitations encountered by the supply system in the city's logistics. For this problem has been used matrix shortening transportation times. The merge location combining the routes that are in range of the vehicle which is achieved by reducing travel time and reducing costs. The analysis of the current movement of vehicles and an optimal, determined by the savings in the distribution of goods on the observed area.

KEYWORDS: distribution of goods, Vehicle Routing Problem, optimization, city logistics

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Osnovne postavke distribucije robe 3
2.1 Kanali distribucije 4
2.2 Način distribucije 10
2.3 Gradska logistika 13
2.4 Sustav opskrbe u gradskoj logistici 16
3 Analiza procesa distribucije tvrtke Claus 19
4 Problem dostavnih vozila tvrtke Claus 27
4.1 Problem usmjeravanja vozila 27
4.1.1 Vrste problema usmjeravanja vozila 29
4.1.2 Pristupi rješavanju problema usmjeravanja vozila 30
4.2 Matrica skraćenja prijevoznog puta 31
4.2.1 Problem dostavnih vozila na području grada Dresdena 33
4.2.2 Problem dostavnih vozila na području Münchena 41
5 Optimiranje distribucije bio proizvoda tvrtke Claus 47
6 Zaključak 51
LITERATURA 53
POPIS SLIKA 55
POPIS TABLICA 56

1. Uvod

Organizacija distribucije roba u gradskim zonama u današnje vrijeme predstavlja poseban izazov, zbog okolnosti koje utječu na oblikovanje logističke usluge i zbog visoke razine opterećenosti prometne infrastrukture u urbanim zonama. Uz prometno zagušenje, vozila dostave robe moraju u određenom vremenskom periodu izvršiti dostavu.

Problem dostavnih vozila je globalni problem s kojim se suočava svaki dan tisuće tvrtki i organizacija koje se bave dostavom i preuzimanjem robe.

Svrha ovog diplomskog rada je pronalazak optimalnog redoslijeda obilazaka lokacija čime će se ubrzati proces distribucije i povećati produktivnost prijevoznog sredstva tvrtke Claus. Tvrtka Claus je poduzeće koje se bavi distribucijom bio proizvoda tj. organske hrane, bezgutenskih proizvoda, veganskih proizvoda, sirove i zdrave hrane na području Njemačke, Švicarske i Francuske. Tvrtka Claus želi biti vodeća u opskrbi bio proizvodima te konkurirati ostalim prijevoznicima na tržištu. Konstantno povećaju svoj asortiman proizvoda i broj korisnika. Stoga će se u ovome radu optimizirati rute koje će zadovoljiti kriterije: narudžbe (po količini i rokovima isporuke) uz minimalni utrošak resursa (broj vozila, prijeđeni put).

Problem tvrtke Claus je prilazak dostavnih vozila krajnjim potrošačima na području oko grada Dresdena i Münchena stoga će se u nastavku radu to istraživati. U izradi rada korišteni su podaci o prometu na području grada Dresdena i Münchena tijekom travnja 2016. Metode koje će se koristiti prilikom izračuna optimalnog redoslijeda obilaska lokacija sa dostavnim vozilima je Metoda usmjeravanja vozila pomoću matrice skraćenja prijevoznog puta. Razlog odabira ove metode jest poznati paramatri kao što su broj i lokacije odredišta, narudžbe pojedinog odredišta uz ograničenja kapaciteta i broja vozila.

Naslov diplomskog rada je Optimizacija distribucije bio proizvoda tvrtke Claus. Rad je podijeljen u 6 cjelina:

1. Uvod
2. Osnovne postavke distribucije robe
3. Analiza procesa distribucije tvrtke Claus
4. Problem rutiranja vozila tvrtke Claus
5. Optimiranje distribucije bio proizvoda tvrtke Claus

6. Zaključak

U drugom poglavlju su opisane osnovne postavke distribucije robe, kanali distribucije, čimbenici koji utječu na odabir kanala distribucije, te vrste kanala distribucije uz detaljno objašnjenje svakoga kanala. Zatim će se prikazati sustav gradske logistike, njegove prednosti i nedostaci uz poseban prikaz prepreka na koje vozači dostavnih vozila nailaze u distribuciji roba u gradovima.

U trećem poglavlju izvršiti će se analiza procesa distribucije tvrtke Claus, prikazati njihova raspostranjenost u Njemačkoj i iskoristivost kapaciteta dostavnih vozila na primjeru predložene rute.

Predmet istraživanja, odnosno problem organizacije distribucije tvrtke Claus opisan je u četvrtom poglavlju. Također su navedene vrste VRP-a uz objašnjenje pojedine vrste. Matrica skraćenja prijevoznog puta je također objašnjenja na primjeru predložene rute na području grada Dresdena te na području grada Münchena.

U petom poglavlju je napravljen izračun optimalnosti kojim bi riješili problem rutiranja vozila tvrtke Claus, usporedba trenutnog kretanja vozila i optimalnog koji je izračunat prema matrici skraćenja prijevoznog puta te su prikazane uštede u prijeđenim kilometrima na obje rute i uštede goriva primjenom određenog prijevoznog sredstva te koliko bi tvrtka Claus uštedila prilikom korištenja redosljeda obilaska navedenih u radu dok bi vršila distribuciju svojih proizvoda. U proračunima se nije računalo vrijeme čekanja, potrošnja goriva u slučaju zatvorene ceste i korištenja drugog puta.

2. Osnovne postavke distribucije robe

Distribucija podrazumijeva kretanje proizvoda od proizvođača do konačnog kupca. Sustav distribucije je ukupnost svih gospodarskih jedinica koje su povezane s distribucijom i koje sudjeluju u tokovima realnih dobara, nominalnih dobara i informacija.[1]

Pod distribucijom se podrazumijeva djelotvoran prijenos dobara (roba ili usluga) od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje uz minimalne troškove i odgovarajuću razinu zadovoljenja zahtijeva kupaca.

Temeljeni zadaci distribucije jesu:

- skraćenje puta i vremena potrebnog da roba (ili usluga) stigne od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje
- povećanje konkurentnosti robe
- vremensko i prostorno usklađenje proizvodnje i potrošnje
- programiranje proizvodnje prema zahtjevima (potrebama) potrošača
- plasman novih proizvoda (ili usluga) na tržištu
- stvaranje i mijenjanje navika potrošača.[2]

Omogućiti dostupnost proizvoda ili usluga kupcima, u odgovarajućoj količini i asortimanu, u odgovarajućem vremenu i na odgovarajućem mjestu, osnovna je svrha distribucije kao djelatnosti. Distribucija je sustav sastavljen od niza različitih, ali međusobno povezanih elemenata kao što su: narudžba, isporuka, skladištenje, upravljanje zalihama, manipulacije, prijevoz, informacijski sustav..., koji ima svoju strukturu, unutar koje se odvijaju različite djelatnosti, procesi i radnje koje omogućuju dostupnost roba ili usluga kupcima, bilo da se radi o daljnjoj preradi ili krajnjoj potrošnji. [3]

Zadatak distribucije je omogućiti da potrošači raspolažu robom na način i u uvjetima koji odgovaraju njihovim zahtjevima, omogućiti brze, sigurne i racionalne tijekove roba od proizvođača do potrošača, vremenski uskladiti proizvodnju i potrošnju, povećati sposobnost robe za promet, njezino kontinuirano cirkuliranje, usmjeravati proizvodnju prema potrošnji,

[1] http://www.definiraj.com/tag/distribucija
[2] http://web.efzg.hr/dok/trg/predavanja%20pl%20bj%2011-12.pdf
[3] Ivaković, Č.,Stanković R., Šafran M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

djelovati na plasmane novih proizvoda, utjecati na promjenu potrošačkih navika i kulture te zaštiti interese potrošača.[4]

U nastavku je objašnjen kanal distribucije, osnovne funkcije kanala distribucije te vrste kanala distribucije preko kojih proizvođači dolaze u kontakt sa potrošačima.

2.1 Kanali distribucije

Put kojim se proizvod „premješta“ od proizvođača do potrošača naziva se kanal distribucije. U njemu sudjeluje proizvođač i po potrebi više poduzeća iz različitih djelatnosti koje međusobno surađuju. Da bi proizvod „tekao“ kroz kanal, njegovi sudionici poduzimaju niz aktivnosti koji čine fizičku distribuciju. U širem smislu, kanali distribucije su skup međuovisnih institucija povezanih zajedničkim poslovnim interesom, a svrha im je da se olakša prostorna i vremenska transformacija dobara od proizvođača do potrošača. Jednostavno rečeno, to su putevi prodaje za koje se odluči neko poduzeće.[5]

Odluke o kanalima distribucije ubrajaju se u najvažnije odluke poduzeća jer izabrani kanali bitno utječu na sve druge marketinške odluke. O tome tko će prodavati proizvode nekog poduzeća, ovisi i politika cijena, izbor vlastitih prodavača, izbor načina propagiranja i sl.

Kao ključne funkcije marketinških kanala istaknute su:

- informacija (na temelju istraživanja tržišta), (na osnovi istraživanja marketinga o potencijalni i sadašnjim kupcima, konkurentima i drugim akterima i snagama u području marketinga treba prikupljati i širiti kvalitetne informacije),
- promocija (treba stalno razvijati i širiti informacije o određenoj ponudi s namjerom privlačenja kupca),
- pregovaranje (stalno treba nastojati da se pregovorima postignu što povoljniji dogovori i sklope što povoljniji ugovori kako bi se mogao obaviti prijenos vlasništva ili posjedovanja),

[4] hcpm.agr.hr/biznis/mplan-kdistribucije.php
[5] Krpan Lj., Furjan M., Maršanić R.: Tehnički glasnik 8, 2(2014), 182-191, Potencijali logistike povrata u maloprodaji

- naručivanje (komuniciranje o namjerama kupovine kod proizvođača), (treba stvarati realne pretpostavke o povratnim vezama namjera o kupnji robe između članica, odnosno sudionika, posrednika kanala marketinga i proizvođača),

- financiranje (obuhvaća stjecanje i raspodjelu potrebnih sredstava za financiranje zaliha na različitim razinama određenoga kanala marketinga),

- preuzimanje rizika (u svakom poslovnom odnosu treba se znati tko, koje i kakve rizike preuzima za poslove što se obavljaju u kanalu),

- fizičko posjedovanje (fizička distribucija), (u svakom kanalu marketinga mora se znati tko, od kojega do kojega trenutka fizički posjeduje robu na relaciji sirovinska baza-kupac-potrošač),

- plaćanje (putem banaka i drugih financijskih institucija kupci plaćaju ugovorenu protuvrijednost kupljene robe proizvođačima),

- pravni naslov (prijenos vlasništva), (u svakom poslovnom odnosu između pojedinih pravnih subjekata treba se znati tko na koga, kada prenosi vlasništvo ili posjedovanje robe).[6]

Sustav distribucije bit će različito strukturiran za različite proizvode, jer izbor distribucijksog kanala ne ovisi samo o vrsti proizvoda, već i o mnogim drugim osobinama. Na visinu troškova distribucije ne utječe samo dužina, nego i ostale karakteristike kanala distribucije. Zato dužina kanala distribucije i nije uvijek razmjerna troškovima. Radi se i neophodnim funkcijama pojedinih subjekata u kanalu distribucije te se, npr. produženjem kanala radi uključivanja i trgovine na veliko, troškovi distribucije mogu i smanjiti. Budući da prodavaonica treba relativno male količine pojedinog artikla i da su proizvođači uglavnom specijalizirani za uzak asortiman (ali proizvode velike količine), neophodne su i funkcije trgovine na veliko u pregrupiranju količina i asortimana. Dakle, osnovna uloga kanala distribucije u ekonomskom sustavu je transformacija raznovrsne ponude proizvođača u asortiman prema željama potrošača.[7]

Nositelji kanala distribucije su gospodarski subjekti koji obavljaju funkcije prometa roba i usluga na tržištu (klasični špediteri, logistički operateri, prijevoznici, skladištari,

[6] https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A118/datastream/PDF/view
[7] Segetlija, Z.: Distribucija, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2006., str. 18

distributeri, osiguravatelji, financijske institucije, itd.). Sudionici u marketinškim kanalima obavljaju mnoge važne funkcije i sudjeluju u važnim tokovima informacija, promocija, pregovaranja, naručivanja, financiranja, preuzimanja rizika, fizičkog posjedovanja, plaćanja i pravnih odnosa. Sve se te funkcije događaju u marketinškim kanalima, samo je važno tko ih i kako obavlja.[8]

Na izbor kanala distribucije utječe opseg i troškovi prodaje, financijska snaga proizvođača, opseg proizvodnog asortimana, vrijednost jedinice proizvoda, količine proizvoda koje se kupuju odjednom, koncentracija potrošača te sezonski značaj proizvoda.[9]

Također utječu i sljedeći čimbenici: broj potrošača, teritorijalni raspored potrošača, navike i motivi kupnje robe, vrsta i način potpore koju treba pružiti izabranom prodajnom kanalu, tipovi i opseg kooperacije koje pojedini kanala očekuje od proizvođača, razina konkurencije te način upravljanja tvrtkom.[10]

Izabrani distribucijski kanali izravno utječu na sve druge marketinške odluke, primjerice: odluke o tome tko će prodavati određenu robu, gdje će se prodavati određena roba, tko će sve sudjelovati u prodajnim kanalima, odluke o tarifnoj politici, odnosno politici cijena, odluke o ekonomskoj propagandi. Takve i druge odluke, koje se tiču marketinških kanala, impliciraju mnoge ne samo kratkoročne nego i dugoročne poslovne obveze, ne samo između proizvođača i posrednika u takvim kanalima, nego i između samih posrednika u distribucijskim kanalima, a koji su, u pravilu, dugi i veoma zamršeni.

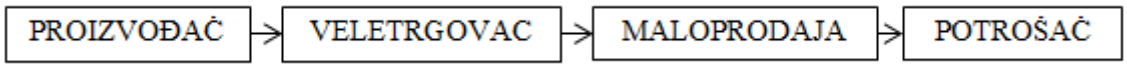
Najvažnije je za poduzeće shvatiti kako se oblikovanjem i organizacijom kanala distribucije može stvoriti konkurentska prednost, odnosno dodati vrijednost svojim proizvodima i uslugama u svrhu pozitivnog diferenciranja na tržištu. Takvi proizvodi predstavljat će poželjniju alternativu za potrošača. Obilježje je kanala distribucije da je njihovo uspostavljanje i trajanje vremenski duže od ostalih varijabli marketinškog spleta Neke konkurentske prednosti koje poduzeće može ostvariti kroz kanale distribucije su manji trošak kanala u odnosu na konkurente, bolja pokrivenost tržišta, blizina proizvoda kupcima, bolja usluga, brža dostava, kvalitetnije postprodajno usluživanje i sl. U globalnom tržišnom

[8] https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A118/datastream/PDF/view
[9] Rožić, T.: Distribucijska logistika, Nastavni materijali 2015/2016, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
[10] http://goo.gl/0H1tVa

natjecanju, koje je obilježeno velikom neizvjesnošüu svaka prednost može biti ključna za pobjedu.[11]

Također kanali distribucije se dijele na:

- Izravne kanale distribucije
  - proizvođači sami prodaju svoje proizvode krajnjim korisnicima
  - prodaja robe se obavlja bez posrednika i proizvođač kontrolira sve faze prodaje
  - prednosti su neposredan kontakt s kupcima, kontrola nad proizvodima i veća prodajna cijena.
  - nedostatak ovog kanala su veća ulaganja novca i rada, manje slobodnog vremena te poznavanja pravnih propisa[12]
- Neizravni kanali distribucije
  - maloprodaja, veleprodaja, različiti agenti prodaje
  - maloprodaja je aktivnost kupovine robe od proizvođača i njenu prodaju krajnjim korisnicima
  - veleprodaja su posrednici koji kupuju od proizvođača i prodaju maloprodaji ili drugim veleprodajama, razlog: kupovina veće količine robe i dobitak određenih popusta na količinu
  - posrednici koji rade usluge za proviziju od prodajne cijene su agenti prodaje
- Kanali za proizvode krajnje potrošnje
  - veliki broj potrošača s malim iznosima kupnje
  - članovi kanala su specijalizirali i obavljaju funkcije u skladu sa svojim položajem u kanalu

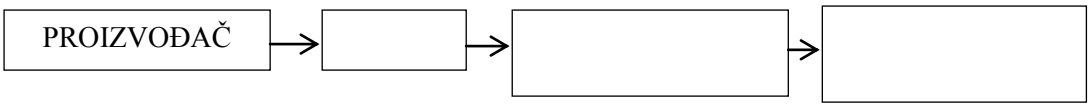


Slika 1: Struktura kanala krajnje potrošnje

Izvor: Izradio autor

- Kanali za proizvode poslovne potrošnje
  - veći iznos (količina i vrijednost) kupnje uz manji broj potrošača
  - velikoj mjeri je prisutna izravna prodaja proizvođača krajnjem kupcu

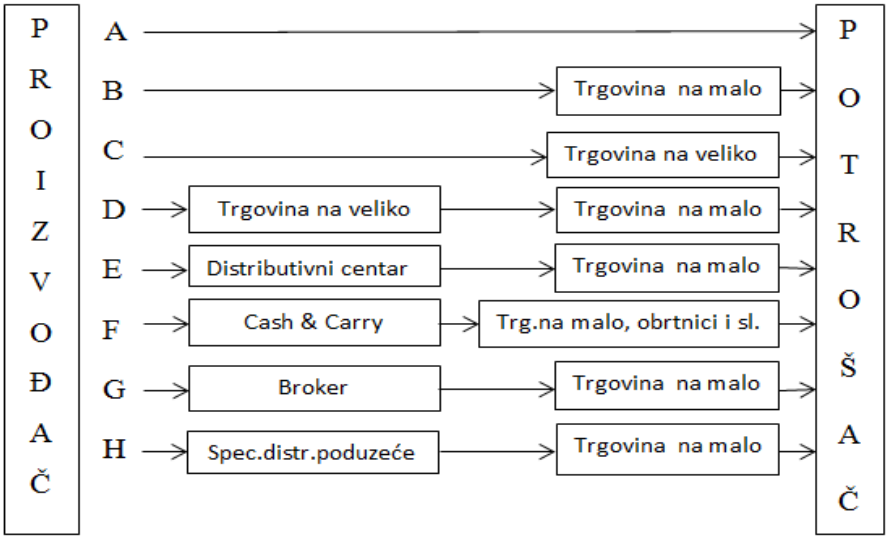
[11] http://ef.sve-mo.ba/sites/default/files/nastavni-materijali/kanali%20distribucije%202014-15.pdf
[12] http://hcpm.agr.hr/biznis/mplan-kdistribucije.php



Slika 2: Struktura kanala poslovne potrošnje

Izvor: Izradio autor

Na slici 3. su prikazani sudionici u marketinškim kanalima te vrste kanala distribucije preko kojih proizvođači mogu stupiti u kontakt s potrošačima.



Slika 3: Vrste kanala distribucije

Izvor: Izradio autor

Kanal "A" ima karakteristiku izravnog kanala distribucije. Dostava robe se vrši preko pošte, prijevoznika ili dostavne službe proizvođača. Izravni kanali distribucije su kanali putem kojih proizvođači sami prodaju svoje proizvode krajnjim korisnicima. Nema posrednika između prodavača i kupca. Prednosti ovakvih kanala distribucije su neposredan kontakt s kupcima, kontrola nad proizvodima i veća prodajna cijena. S druge strane, izravna distribucija zahtijeva veća ulaganja novca i rada, manje slobodnog vremena te poznavanja pravnih propisa.

U ovaj sustav prodaje spadaju:

1. prodaja od vrata do vrata,
2. prodaja na “priredbama” (demonstracijama) u vlastitome domu,

3. prodaja putem pošte i telefona (kataloška prodaja, prodaja putem oglasa u novinama, na radiju, na televiziji, direktna prodaja putem pošte slanjem informativnoga materijala, izravna telefonska prodaja),
4. prodaja preko vlastitih prodavaonica,
5. prodaja na mjestu proizvodnje.

Navedenom sustavu prodaje može se dodati i prodaja putem Interneta.[13] Tvrtka Claus omogućuje kupcima da putem Interneta sastave svoju narudžbu koja bude realizirana u roku od 2 radna dana.

Kanal "B" ima karakteristike kratkog, neizravnog kanala u kojem se nalazi, osim proizvođača, još kao posrednik, i trgovačko poduzeće na malo. Neizravni kanal distribucije može biti kratak i dug. U kratkom sudjeluje samo jedna trgovinska organizacija (obično trgovina na malo), tako da je ona povezana i s proizvođačima i s potrošačima. U dugom kanalu sudjeluju dva ili više posrednika u prometu robe. Roba se kreće od proizvođača, preko trgovine na veliko i trgovine na malo, do individualnih, neposrednih potrošača.

Kanal "C" ima također karakteristike kratkog marketinškog kanala distribucije. Njime se uglavnom koriste veliki potrošači, kao što su bolnice, hoteli, škole i sl.

Kanalom "D", roba se potrošačima dostavlja preko trgovinskih poduzeća na veliko i trgovinskih poduzeća na malo, pri čemu trgovinska poduzeća na veliko u pravilu koriste svoja vlastita skladišta i vozni park. Ovim kanalom se najčešće distribuira roba široke potrošnje.

Kanal "E" najčešće se koristi pri opskrbi regionalnih tržišta robom široke potrošnje.

Kanal "F" je karakterističan po prodaji robe po sustavu "Cash and carry". Koristi ga trgovina na veliko pri prodaji robe obrtnicima i vlasnicima malih trgovina. Roba se plaća gotovinom, prilikom preuzimanja.

Kanal "G" je relativno rijedak marketinški kanal distribucije. Karakterističan je po brokeru kao posredniku u kanalu distribucije. Broker je samostalni trgovac koji na temelju konkretnih naloga, posreduje između kupca i prodavatelja te je stručnjak koji izvrsno poznaje robu i uvjete na tržištu.

Kanal "H" karakterističan je po specijaliziranim distribucijskim poduzećima, kao posrednicima u distribuciji robe.[14]

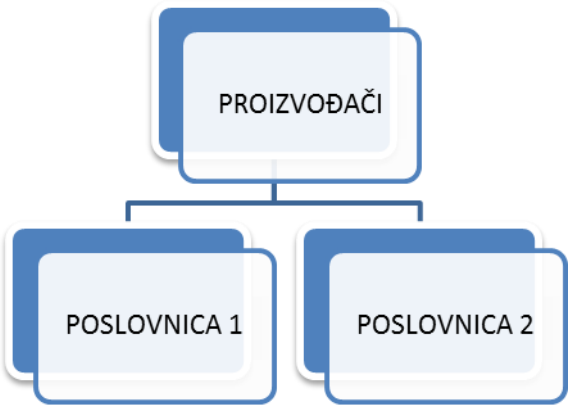
[13] http://documents.tips/documents/kanali-distribucije.html

2.2 Način distribucije

Kada se govori o načinu distribucije robe, dva su osnovna načina: ambulantna ili direktna dostava i centralna distribucija preko distribucijskih skladišta. Također, spoj direktne dostave i centrale distribucije dovodi do novoga načina distribucije, kombinirane distribucije.

Direktna distribucija, ambulantna distribucija ili kapilarna distribucija se može definirati kao poslovni proces koji proizvođači koriste kako bi prodali i distribuirali robu direktno do mjesta prodaje ili mjesta potrošnje uključujući dodatne proizvode i tržišno povezane usluge kao što su merchandising, usluge prikupljanja informacija ili opreme i zaobilaženje logistike maloprodavača ili trgovca na veliko.[15]

Kod provođenja direktne distribucije proizvođač može transportirati svoju robu izravno iz vlastite tvornice u maloprodajne prodavaonice ili prekidanjem transporta u vlastitim distribucijskim centrima. Prilikom isporuke pošiljke, u skladištu mora biti velika količina zaliha robe kako ne bi došlo do nemogućnosti isporuke što uzrokuje visoke troškove. Također je ovdje i veliki broj dostava i rastu troškovi distribucije. Direktna distribucija je pogodna za izravnu narudžbu kupca kod proizvođača, npr. brodogradnja, drvna industrija i sl.



Slika 4: Direktna distribucija

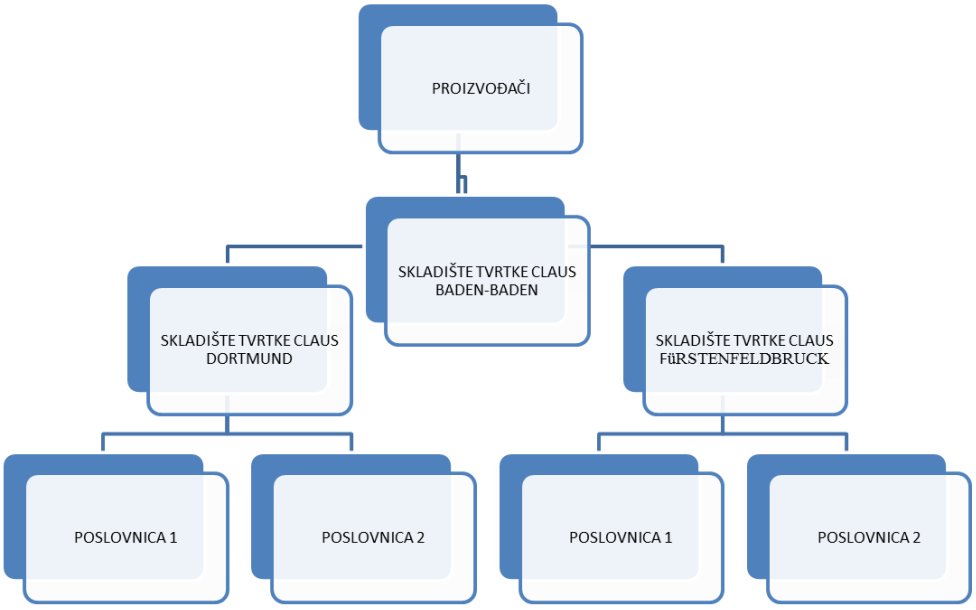
Izvor: Izradio autor

Centralna distribucija je primanje proizvoda od dobavljača i njihova daljnja dostava do individualnih poslovnica u maloprodaji s većim brojem poslovnica. Dostave od dobavljača transportiraju se do centralne lokacije, a ne u svaku poslovnicu. Roba uglavnom dolazi u jednom napunjenom transportnom sredstvu. Dovodi se u skladište gdje se onda dalje

[14] http://goo.gl/0H1tVa
[15] http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement12/blimm1203.pdf

komisionira prema zahtjevima potrošača i raspoređuje u prijevozna sredstva te im se dostavlja u određenom vremenskom razdoblju.[16]

Pozitivne strana centralne distribucije jest da ima niže zalihe u sustavu i bolji obrtaji zbog predvidivih i konzistentnih dostava čime je izbjegnuto gomilanje zaliha. Također ima niži trošak jer jednom dostavom obiđe više prodavaonica. Minimalni prekidi i papirologija je također jedna od pozitivnih stvari ove distribucije. Što se tiče negativne strane, loš informacijski sustav može doprinijeti sukobu između proizvođača i korisnika.[17]



Slika 5: Centralna distribucija

Izvor: Izradio autor

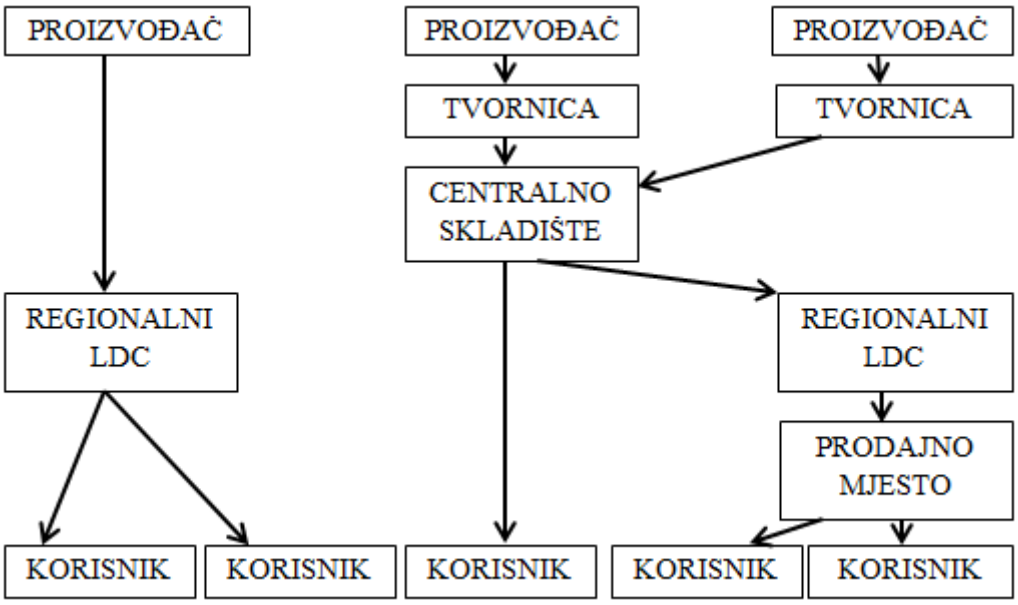
Za primjer centrale distribucije koristiti će se tvrtka Claus koja se obrađuje u ovom diplomskom radu. Sjedište tvrtke Claus se nalazi u Baden – Badenu gdje je ujedno i centralno skladište. Opsluživali su područje oko Baden – Badena te zbog povećanog broja potrošača iz druge pokrajine odlučili su otvoriti skladište u Fürstenfeldbrucku i Dortmundu. Stoga imaju tri skladišta, u Baden – Badenu, Fürstenfeldbrucku i Dortmundu. Najveći broj artikala se nalazi u Baden – Badenu te tamo dolazi roba iz Francuske. Roba se u Baden – Badenu komisionira i svakodnevno otprema za Fürstenfeldbruck i Dortmund. Ukoliko određenog artikla nema u skladištu u Fürstenfeldbrucku i Dortmundu, voditelji poslovnica rade narudžbu

[16] http://goo.gl/WV2uNZ
[17] http://goo.gl/STxOp1

i šalju ju u centralno skladište u Baden – Baden. Razlog tome je mali skladišni prostor te nedovoljno prostora za proširenje.

Također, tvrtka Claus kupuje robu direktno od proizvođača te sami odlaze po nju. Tvrtka Claus proizvodi 20% robe koju također šalju na tržište. Oni surađuju sa veletrgovcima bio voća i bio povrća Willmann-om i Ökoring. Skladište Fürstenfeldbruck uzima bio voće i povrće od proizvođača Ökoringa, a skladište Baden – Baden od proizvođača Willmanna. Međutim, preferiraju proizvode poput voća, povrća i mliječnih proizvoda uzimati iz regionalnog područja gdje se skladište nalazi, naravno uzgojeno u bio uvjetima. Tako za područje Fürstenfeldbrucka robu uzimaju od tvrtke Andechs i Berchtesgardener Land, dok je za skladište u Dortmundu tvrtka SöBekke. Time potiču razvoj manjih regionalnih poduzeća i kupnji domaćih proizvoda.

Kombinirana distribucija je kombinacija centralne distribucije sa direktnom. Vrši se distribucija na način koji najbolje odgovara proizvođaču da distribuira robu do krajnjeg potrošača.



Slika 6: Kombinirana distribucija

Izvor: Izradio autor

2.3 Gradska logistika

Distribucija robe u gradskim područjima rezultira zagušenjima u prometu, zastojima, bukom, emisijom štetnih plinova i prometnim nezgodama koje stvaraju teretna i mala dostavna vozila. Gradska logistika ima za cilj optimizirati cjelokupni logistički sustav unutar gradskog područja i tako pozitivno utjecati na kvalitetu života u gradu bez bitnog utjecaja na razinu i kvalitetu distribucije.

Gradska logistika može se definirati kao proces optimizacije logističkih i transportnih aktivnosti pojedinih tvrtki u nekom urbanom području, uvažavajući prometne, ekološke i energetske čimbenike, odnosno organizaciju urbanog transporta s ciljem zadovoljavanja određenih kriterija.[18]

Organizacija distribucije roba u gradskim zonama u današnje vrijeme predstavlja poseban izazov, zbog okolnosti koje utječu na oblikovanje logističke usluge i zbog visoke razine opterećenosti prometne infrastrukture u urbanim zonama.

Također kada se vrši distribucija, potrebno je paziti na vršne opterećenja prometnica i dinamiku kretanja u gradovima. Grad je centar produkcije i potrošnje. Urbani prostor ima potrebu za velikim brojem kretanja robe unutar urbane sredine. Distribucija robe unutar urbanog prostora uvjetovana je svakodnevnim potrebama građana, te predstavlja značajan prometni volumen koji se u pravilu odvija na cestovnoj mreži urbane aglomeracije.

Promet je povećan tijekom jutarnjih i poslijepodnevnih vršnih sati, u vremenu od 7:30 – 9:00 i 16:30 – 18:00 sati, kada se izmjenjuju svakodnevna ustaljena putovanja (posao, škola, vrtić). U to vrijeme, osim što su vozila preopterećena putnicima, stvaraju se i prometne gužve koje smanjuju efikasno kretanje vozila. Problem distribucije roba u gradovima više je od problema vršnog opterećenja. Problemi se pojavljuju pri opskrbi manjih proizvodnih djelatnosti i maloprodaje velikim vozilima koja obavljaju distribuciju, posebno ako se nalaze u pješačkim zonama ili gdje ometaju javni prijevoz. [19]

Generator gradske logistike predstavlja svaki objekt koji inicira logistički zahtjev transporta, skladištenja, prekrcaja, držanja zaliha i pakiranja.[20] Trgovine na malo su jedan od najvećih generatora robnih tokova u gradskim područjima. Rasprostranjenost trgovina na

[18] Zečević, S.: City logistika, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd, 2006.
[19] Brčić, D., Ševrović, M.: Organizacija prijevoza putnika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012, str.19
[20] Kolarić G., Skorić L.: Metode distribucije u gradska središta, Technical journal 8, 4(2014), str.406

malo po cijelom gradskom području ovisno o veličini grada. Njima se vrši dostava svakodnevno. Njihova rasprostranjenost otežava dostavu veće količine robe koja se mora dostavljati s kamionima kao i sam položaj trgovine u gradu. Na dostupnost pojedine lokacije utječe prometna regulacija te vremenska i prostorna ograničenja.

Kako bi se spriječio ulazak teretnih vozila u jezgru grada ili pješačku zonu, postavljene su prepreke koje omogućavaju nesmetano kretanje stanovništva. S time da je određeni vremenski period za dolazak i odlazak teretnih vozila koji obavljaju dostavu. U pješačke zone vremenski rok ulaska u grad je 9:00h te u nekima do 10:00h.[21] U slučaju da ne stignu, ne mogu doći do trgovine. Stoga, svi vozači kreću s vožnjom oko 2:00h, u krajnjem slučaju oko 4:00h.



Slika 7: Dostava kroz centar grada

Izvor: Izradio autor

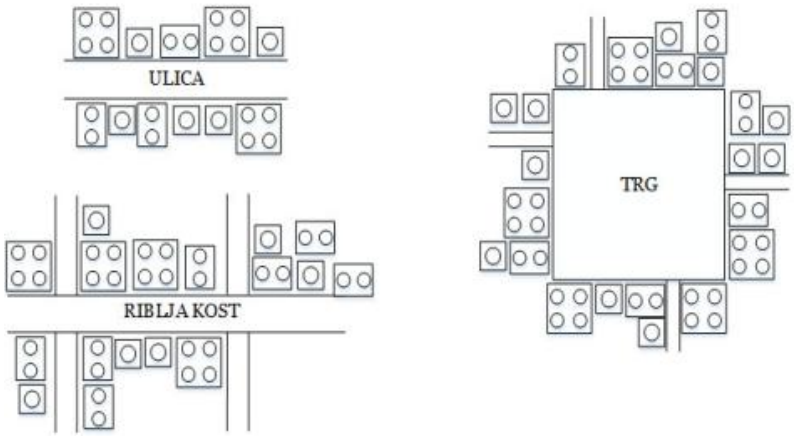
Gradska središta s više objekata i više generatora u jednom prostoru mogu imati različitu formu uređenja ulica. Tako postoje:

• linijska forma ulica

• forma "riblja kost" gdje se više ulica ulijevaju u jednu glavnu

• forma trga kao kvadratna ili kružna

[21] https://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/verkehrszeichen/default.aspx



Slika 8: Prostorno uređenje ulica

Izvor: Rožić, T.: Nastavni materijali iz kolegija „Distribucijska Logistika I“, Akademska godina 2015/2016, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

Pošto je Njemačka zemlja s puno rijeka, a time i mostova, vozači kamiona i teretnih vozila moraju paziti na ograničenje visine za nesmetan prolazak prometnicom ispod mosta. Često zbog nepoznavanja teritorija prilikom dostave robe, dođu do situacije da se moraju zaustaviti te pronaći drugi put kako doći do odredišta, tj. potrošača. Također dosta prometnica je stare gradnje, stoga su uske ili od kamenih bloka što za kamione nije pogodno. Time produljuju svoje putovanje i rok isporuke robe te dolazi do kašnjenja u izvršenju isporuke kod sljedećeg potrošača.

Također, u gradskoj distribuciji može doći do neočekivanih troškova i kašnjenja koji nastaju uslijed nepredviđenih negativnih utjecaja prilikom izvršenja planova isporuke, kao što su zadržavanja u prometu, kvarovi vozila, radovi na putu, nedostatak mjesta u skladištu korisnika i drugo. Mogu se razlikovati tri osnovna tipa problema:

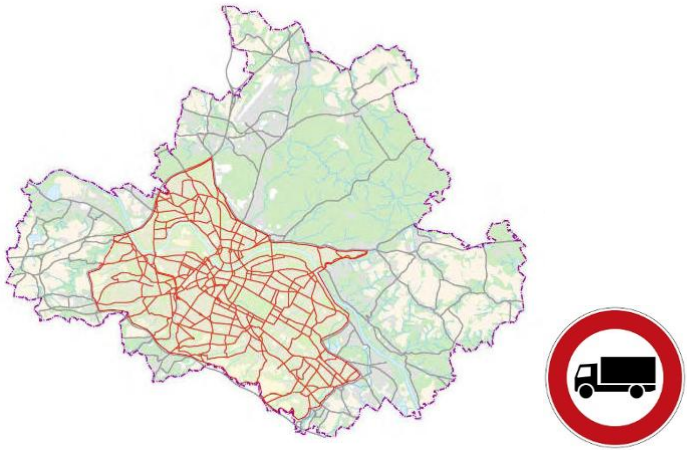
- problemi koji nastaju od strane korisnika usluge: otkazivanje narudžbe, promjena vremena isporuke, novi zahtjevi korisnika, nedostatak mjesta za iskrcaj ili parkiranje,
- problemi koji nastaju zbog infrastrukture ili okruženja: gužve u prometu, kašnjenja zbog radova na infrastrukturi, utjecaj kiše ili snijega,
- problemi uzrokovani dostavnim vozilima: tipični primjeri podrazumijevaju prometne nezgode i/ili mehaničke nedostatke.[22]

U diplomskom radu će se obraditi distribucija bio proizvoda tvrtke Claus na području grada Dresdena i Münchena što predstavlja problem za dostavu vozila tvrtke Claus do krajnjih

[22] Kolarić,G., Skorić,L.: Metode distribucije u gradska središta, Tehnički glasnik 8, 4(2014), 405-412

potrošača. Razlog tome su vremenske zabrane dostave robe u gradskim središtima te razbacane lokacije samih potrošača.

Ulice u centru grada Dresdena označene crvenim linijama označavaju zabranu za vozila s bruto masa vozila za više od 3.5 tona. Također je u Njemačkoj zabranjen promet nedjeljom od 00:00 do 22:00 za teretna vozila s najvećom dozvoljenom masom iznad 7,5t, te za sva teretna vozila s prikolicom bez obzira na masu.[23]



Slika 9: Zabrana ulaska za kamione u gradu Dresdenu

Izvor: http://goo.gl/q4eMja

Svaki od tih problema dovodi do povećanja vremena izvršenja usluge i ponovnog rutiranja vozila.

2.4 Sustav opskrbe u gradskoj logistici

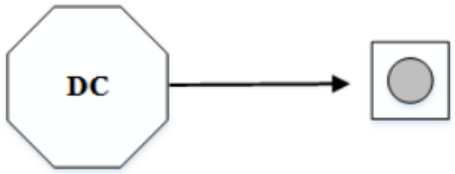
Prilikom dostavljanja robe u urbanim središtima, prijevoznici planiraju rute unaprijed s time da imaju na umu da lokacije nisu često povezane, odnosno da su locirane na različitim lokacijama (razbacane). Ukoliko ima nekoliko lokacija na određenoj ruti, preferiraju se one sa što kraćim udaljenostima jer time štede vrijeme i novac. Cilj je bolje iskoristiti kapacitet teretnih vozila, kako bi se smanjio broj vozila ulaska u urbana područja.[24]

[23] http://www.teretna-vozila.com/zakoni-i-propisi/34-europa/66-zabrane-vonje-eu.html
[24] Verlindea, S., Macharisb, C., Witloxa, F.: How to consolidate urban flows of goods without setting up an urban consolidation centre?, Procedia - Social and Behavioral Sciences 39 (2012), 687 – 701

Za opskrbu u gradskoj logistici najčešće se koriste jedan od tri osnovna sustava opskrbe:

1. Centralizirani sustav opskrbe
2. Decentralizirani sustav opskrbe
3. Hibridni sustav opskrbe

Sve isporuke robe do određenog generatora kako što su većinom maloprodajne trgovine obavljaju se iz jednog distributivnog centra predstavlja centralizirani sustav opskrbe (slika 7). Prednosti ovakve opskrbe su naručivanje veće količine robe čime se ostvaruju količinski popusti, kvaliteta usluge je povećana, a time i kontrola izvršenja dostave, bolje praćenje količine robe, izravni kontakt sa potrošačima te dobitak informacija za moguće promjene i nezadovoljstvo korisnika ukoliko postoje.[25] Nedostatak je veći broj dostava, veći troškovi potrošnje goriva i utrošenog vremena.



Slika 10: Centralizirani sustav opskrbe

Izvor: Rožić, T.: Nastavni materijali iz kolegija „Distribucijska Logistika I“, Akademska godina 2015/2016, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

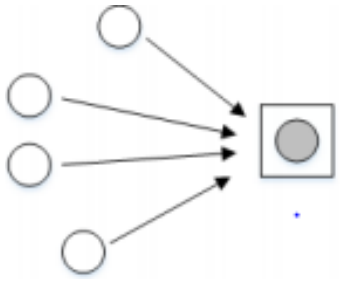
Postoje dva oblika centraliziranog sustava opskrbe:

• interni - za objekte koji su vlasništvo tvrtke koja ujedno posjeduje i distribucijsku mrežu te opskrbljuje objekte iz vlastitog distribucijskog centra

• eksterni - objekti koji se opskrbljuju preko veletrgovca ili kada svi opskrbljivači šalju robu putem specijaliziranog distributera

Decentralizirani sustav opskrbe se razlikuje od centraliziranog sustava jer objekti kao što su maloprodaje zaprimaju robu od različitih proizvođača koji su međusobno neovisni. Objekti, tj generatori su prostorno udaljeni te je potreban veći broj vozila, samim time i dostava kako bi se opskrbili s dovoljnom količinom robe.

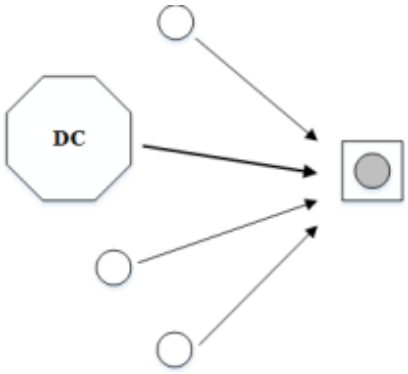
[25] Krpan Lj., Varga D., Maršanić, R.: Organizacijska struktura nabave u poslovnim procesima, Tehnički glasnik 9, 3(2015), 327-336



Slika 11: Decentralizirani sustav opskrbe

Izvor: Rožić, T.: Nastavni materijali iz kolegija „Distribucijska Logistika I“, Akademska godina 2015/2016, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

Kombinacija centraliziranog i decentraliziranog sustava opskrbe naziva se hibridni sustav opskrbe.

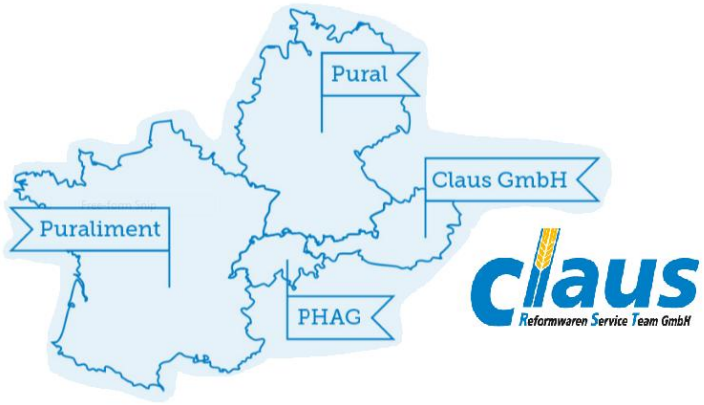


Slika 12. Hibridni sustav opskrbe

Izvor: Rožić, T.: Nastavni materijali iz kolegija „Distribucijska Logistika I“, Akademska godina 2015/2016, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

3 Analiza procesa distribucije tvrtke Claus

Tvrtka Claus je rastuće poduzeće sa širokim rasponom proizvodnje i prodaje organske hrane, bezgutenskih proizvoda, veganskih proizvoda, sirove i zdrave hrane s više od 21 000 artikala. Zajedno sa svojim podružnicama Puraliment (Francuska), PHAG (Švicarska) i Pural (Njemačka) čine Claus Reformwaren Service Team GmbH (slika 13). Claus ima 16500 artikala, a Pural 8500 artikala. Stvorili su vlastiti brand prirodne kozmetike Eubiona, proizvodi za prirodnu njegu tijela i kose.



Slika 13: Podružnice tvrtke Claus

Izvor: http://www.claus-gmbh.de/

Sjedište tvrtke je u gradu Baden – Baden. Osim u Baden – Badenu, tvrtka ima podružnicu u Fürstenfeldbrucku i Dortmundu u Njemačkoj te podružnice u Švicarskoj, Austriji i Francuskoj. Pokrivaju cijelo područje Njemačke te na tom području imaju oko 1500 trgovina zdrave hrane. Također, prema njihovim podacima. imaju oko 400 korisnika (trgovina) u Švicarskoj, oko 400 korisnika (trgovina) u Austriji i oko 1200 korisnika (trgovina) u Francuskoj. Opskrbljuju Europu s više od 330 zaposlenih, flotom od 40 kamiona te oko 700 specijaliziranih dućana.

U ovom diplomskom radu će se pisati o distribuciji robe tvrtke Claus iz skladišta Fürstenfeldbruck. Razlog tome je problem distribucije bio proizvoda na području grada Dresdena i Münchena, a ovo skladište je najbliže tom području. Također i mogućnost kontakta i dobitka informacija za provedbu istraživanja u svrhu ovoga diplomskog rada.

Fürstenfeldbruck se nalazi u pokrajini Bavarskoj gdje su najveći kupci tvrtke Vitalia i Vita Nova Group s ukupno 250 trgovina prehrambenim i 200 trgovina zdrave hrane i

organskih supermarketa. Roba im se isporučuje obično dva do tri puta tjedno. Prodaja Claus-Pural se u Bavarskoj od 2009. utrostručila s 12 milijuna eura na 40 milijuna eura.[26]

Veličina skladišta u Fürstenfeldbrucku je 4300m^2 te 450m^2 rashladni prostor s hladnjačama uz 400m^2 prostor za osoblje uz kuhinju i uredski prostor.



Slika 14: Skladište suhe robe tvrtke Claus

Izvor: http://goo.gl/CETpDg

Roba se pakira na euro palete dimenzija 1200x800x144mm, nosivosti 1000 do 4000 kg te na pokretni kontejner s dvije (2) stranice i plastičnom mrežastom podlogom, dimenzija 810x720x135mm te maksimalne nosivosti 400kg. Pokretni kontejner je prikazan na slici 15.

[26] http://bio-markt.info/berichte/9454-claus-pural.html



Slika 15: Pokretni kontejner

Izvor: http://www.ajproizvodi.com/kolica-i-kosare/kolica-mrezasta/pokretni-kontejner-2-stranice/4135119-43699.wf

Roba prije odlaganja na palete ili u pokretni kontejner pakira se u zelene plastične kutije sa poklopcem, kartone, sanduke, crne kutije ukoliko je posebno naznačeno te palete. S time da se originalni proizvodi šalju u svome originalnom pakiranju. U crne kutije (slika16) ide zamrznuta roba koja se skladišti u hladnjači te se prije ukrcaja stavlja u kutije. Na poklopcu crne kutije ima dodatni poklopac s prostorom za smrznute uloške koji održavaju potrebnu temperaturu u kutiji. Roba u kamionu se hladi uz pomoć stacioniranih uređaja za hlađenje, točnije krovnog klima uređaja.

Kamionski krovni klima uređaj za stacionirani rad ima kapacitet hlađenja 800 wata. Postavlja se na krov umjesto krovnih prozora. Hladi i pročišćava zrak kad je motor isključen, pokreće se akumulatorom vozila, ima hermetički zatvoreni sustav i visoke performanse kompresorske tehnologije. Klima uređaji rade kada je motor isključen. Oni se pokreću na akumulatorske baterije vozila bez opterećenja. Štite akumulator te ga osiguravaju prilikom pokretanja motora. Napon baterija se pojedinačno isključuje i podešava, kada je sustav za klimatizaciju isključen baterija je zaštićena. Također koriste rashladni kompresor za pogon sustava koji stvara ugodnu temperaturu i istovremeno pročišćava zrak u kabini. To daje odlične performanse čak i kod više relativne vlage zraka. [27]

Ovisno za koje se područje roba šalje, mora imati deklaracije na govornom jeziku toga područja. Tako za francusko područje koje opslužuju, proizvodi sadrže deklaracije na francuskom jeziku dok je za austrijsko i švicarsko područje njemački jezik.

[27] http://www.klimamobil.hr/waeco/stacionirani_klima_uredjaji_za_kamione/



Slika 16: Pakiranje robe

Izvor: Izradio autor



Slika 17: Roba u pokretnom kontejneru

Izvor: Izradio autor

Roba kada se spakira mora se učvrstiti folijom te u kamionu s dodatnim konopcem tzv. španerom tako da roba prilikom prijevoza ostane fiksirana u vozilu.



Slika 18: Ukrcana roba u dostavnom vozilu

Izvor: Izradio autor

Prilikom dostave robe, javlja se osnovno pitanje pri stvaranju koncepta regulacije dostave tereta u gradskim zonama. Prijevoz robe cestovnim prometnicama najzastupljeniji je oblik prijevoza u realizaciji tokova na području gradova. Roba široke potrošnje se dostavlja svakodnevno stoga prijevozna sredstva moraju biti adekvatna za prostor koji opslužuju.

Većinom se koriste dostavna vozila čija najveća masa ne prelazi 3,5 tona. Cilj sustava regulacije dostave roba jest smanjiti broj dostavnih vozila čime će se povećati protočnost prometa, smanjiti prometne gužve, povećati razina sigurnosti prometa, a time i stanovništva te smanjiti negativan utjecaj prometa na okoliš.

Kretanje robe prometnicama može se realizirati na više načina i to: teretnim vozilima, kombi i putničkim vozilima, motorima, biciklima, autobusima ili pješice. U distribuciji robe sve su više prisutna kombi i pick-up vozila, a razlozi su mnogobrojni: otežan pristup središnjim gradskim zonama, smanjenje veličine i rast frekvencije isporuka, što zahtijeva vozila dobrih manevarskih sposobnosti. Za isporuku robe na kućnu adresu, kao oblik opskrbe u centralnim gradskim ulicama sve se češće koriste motocikli ili posebno konstruirani gradski bicikli s košaricom koja može biti veličine i do jedne palete. Gradske zone u kojima je zabranjen promet motornim vozilima opskrbljuju se biciklom ili na klasičan način kada

čovjek nosi isporuku korištenjem različitih prijenosnih sredstava, od košare do posebno konstruiranih kolica.[28]

Što se tiče tvrtke Claus, ona posjeduje vlastiti vozni park što čini 40 vozila. Vozila su marke Mercedes Benz i Man (slika 19). Vozni park zadovoljava Euro 5 normu.



Slika 19: Vozni park tvrtke Claus

Izvor: http://www.claus-gmbh.de/2013/02/19/hello-world/

Za dostavu robe u trgovinama i u gradska središta koriste se teretna dostavna vozila Mercedes Benz Atego 1224. U ovo teretno vozilo stane 33 pokretna kontejnera. Kada se vozi svježa roba imaju tzv. „zavjese“ koje nepropuštaju vanjsku temperaturu. Slika 20. prikazuje „zavjese“ u dostavnom vozilu. Roba se hladi u kamionu prilikom prijevoza od 0 do + 5 ºC. Uz njega imaju još Mercedes Benz Atego 1527 i Mercedes Benz Atego 1530.



Slika 20: "Zavjesa" u dostavnom vozilu

Izvor: Izradio autor

[28]Kolarić G., Skorić L.: Metode distribucije u gradska središta, Technical journal 8, 4(2014), str.406



Slika 21: Kamioni za dostavu u trgovine

Izvor: Izradio autor

Skladište u Baden – Badenu je veće površine te sadrži veći broj artikala. Ukoliko u narudžbi kupca na području Fürstenfeldbrucka određenog artikla nema, naručuje se artikal iz Baden – Badena. Za tu distribuciju se koristi MAN TGL 12.250 (slika 22). On prometuje na relaciji Baden – Baden – Fürstenfeldbruck svaki dan. Uglavnom prevozi krutu robe i pića. Roba dolazi u skladište u Fürstenfeldbruck oko 18h. Tada radnici sortiraju artikal na pripadajuću poziciju za određenog kupca. Uz njega koristi se i Mercedes Benz Actros 1846 i Mercedes Benz Actros 1848. U njih stane 30 euro paleta.



Slika 22: MAN TGL 12.250

Izvor: http://www.pural.de/wp-content/uploads/2015/05/lkw.jpg

Ukoliko na ruti imaju malu količinu robe tada koriste Mercedes Benz Sprinter 316 koji se uglavnom koristi za dovoz svježeg voća. Njegova primjena je zbog jednostavnosti i brzine dolaska do korisnika, bio u središtu grada ili u periferiji. Također vršeći dostavu s njime,

postiže se brža dostava, manja je naplata cestarine u odnosu na dostavna vozila veće teretne mase te je lakše manevriranje vozilom prilikom ulaska i izlaska iz središta grada. Tvrtka raspolaže samo sa tri Mercedes Benz Sprintera 316. U svakodnevnoj upotrebi su dva vozila Sprintera 316 te je jedan u pričuvi zbog moguće hitne distribucije.

Također, brinući se o okolišu, posjeduju dva dostavna vozila koji zadovoljavaju najnoviju Euro 6 normu. Time se smanjuje potrošnju goriva za aktivnu zaštitu okoliša. Niska potrošnja goriva ima pritom važnu ulogu, ali tu su i drugi kriteriji primjerice pouzdanost, lako održavanje i stabilnost vrijednosti vozila koji svakako pridonose učinkovitosti u transportu robe.[29]

Osim svog voznog parka, tvrtka Claus surađuje sa dva logistička operatera, Kühne & Nagel i Oehrle. Kühne & Nagel ima veliku globalnu logističku mrežu, jako dobru povezanost i organizaciju distribucije u međunarodnoj distribuciji. Oehrle vrši regionalnu distribuciju u Bavarskoj i međunarodnu distribuciju u Austriji i Francuskoj. Temperatura u dostavnim vozilima za smrznutu robu iznosi -18 do -25°C, svježu robu 2 do + 4°C i suhu robu +14 do + 18°C. Uz njih surađuju i s Aroba špedicijom, Gewand, itd.

[29] http://www.truck.man.eu/hr/hr/man-svijet/tehnologija-i-kompetentnost/euro-6/faq/FAQ.html

4 Problem dostavnih vozila tvrtke Claus

Sa problemom dostavnih vozila, tvrtke se susreću svakodnevno kao i stanovništvo. Dostavna vozila se zadržavaju na pješačkim zonama prilikom iskrcaja pošiljke za određeno prodajno mjesto. Dolazi do prometne gužve pješaka prilikom obilaska vozila te vozila ukoliko dostavno vozilo smeta za preglednost prometnice ostalim vozačima. Također stanovništvo gubi osjećaj sigurnosti, osobito ako se u blizini nalaze maloljetna djeca. Stoga se nastoji regulirati vrijeme dostave tako da se obavlja tijekom noćnih sati kada je promet najmanji.

U nastavku rada će se opisati općenito o problemu usmjeravanja vozila te različitim vrstama problema uz detaljno objašnjenje svakog pojedinog problema. Razlog korištenja metode usmjeravanja vozila jest sve veći problem kod distribucije proizvoda. Sve više znanstvenih i stručnih radova ima na ovu temu, a problem je što nema određenog rješenja koji će biti pogodan za svaku distribucije. Rješenja metode usmjeravanja vozila se mijenjaju ovisno od rute do rute.

4.1 Problem usmjeravanja vozila

Jedan od istaknutih problema u logistici je problem usmjeravanja vozila (VRP[30]). VRP je generički naziv za niz problema koji se pojavljuju prilikom distribucije robe gdje je potrebno odrediti rutu kojom će vozilo obići određen broj gradova uz minimalne ukupne troškove te u što kraćem vremenskom periodu.

"Vehicle Routing Problem" definira se kao određeni broj vozila sa određenim kapacitetom lociran je u distribucijskom centru. Slobodni su za opsluživanje raznih narudžbi kupaca (opskrba robom, ili prikupljanje robe). Svaka narudžba kupca ima specifičnu lokaciju i veličinu. Zadani su transportni troškovi između svih lokacija. Cilj je dizajnirati najpovoljniji broj ruta za sva vozila, da su pritom sve kupci jednom posjećeni, te da je zadovoljeno ograničenje kapaciteta.[31]

[30] U daljnjem tekstu VRP

[31] Hasle G, Kloster O.: Industrial Vehicle Routing, Geometric Modelling, Numerical Simulation, and Optimization, 2007. str. 397-435

Problem usmjeravanja vozila se može opisati kao nevolja projektiranja optimalne isporuke ili zbirka ruta iz jednog ili više skladišta u područje razbacanih gradova ili kupaca.[32]

Radi se o raspodjeli dobara u određenom vremenu, određenom broju korisnika, određenim brojem vozila koji su smješteni u jednoj ili više centrala. Vozila se kreću po zadanoj mreži prometnica. Rješavanje takvog problema obično se sastoji u pronalaženju ruta, gdje po svakoj ruti vozi jedno vozilo koje kreće iz centrale i vraća se u nju, sva zadana ograničenja moraju biti zadovoljena i ukupna cijena puta (tj. udaljenost koju će vozila prijeći) mora biti najmanja moguća.[33]

Razvoj tehnologija i rast u cestovnom prometu predstavlja nove izazove za istraživanje i usmjeravanje vozila teretnog prometa. Usmjeravanje vozila u urbanim područjima zahtijeva razmatranje informacija o tipičnom prometu države. S VRP-om se suočava svaki dan tisuće tvrtki i organizacija koje se bave dostavom i preuzimanjem robe. Troškove transporta može poboljšati smanjenjem ukupne prijeđene udaljenosti i smanjenje broja potrebnih vozila.[34]

Vozila imaju određena ograničenja:

- Svako vozilo treba otići i doći iz jednog skladišta
- Svako vozilo treba uslužiti korisnika u prethodno definiranom vremenskom razdoblju
- Ukupno opterećenje vozila ne smije biti veće od kapaciteta
- Svaki korisnik treba biti poslužen jednim vozilom[35]

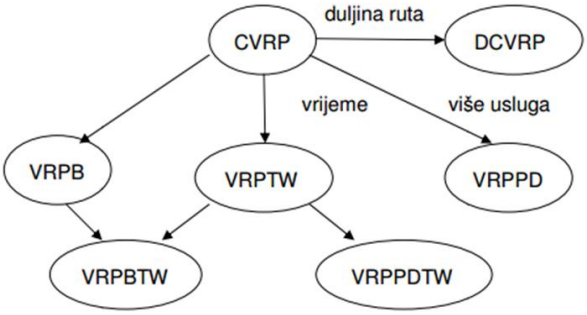
Problem pronalaženja optimalnih ruta za grupe vozila, tj. problem usmjeravanja vozila pripada klasi NP-teških kombinatorne probleme. U praksi se osnovna formulacija VRP problema nadopunjuje s ograničenjima kao što je kapacitet vozila ili vremenski interval u kojem svaki gost mora biti poslužen.

Problem se sastoji od skupa korisnika koje treba obići poštivajući zadana ograničenja, a rješenje predstavlja skup ruta koje će umanjiti troškove obilaska korisnika. Najčešća ograničenja su raspoloživi broj vozila, kapacitet svakog vozila, ali i ograničenja postavljena od svakog korisnika posebno (zahtijevana količina robe, određeno vrijeme ukrcaja odnosno iskrcaja i dr.).

[32] Laporte,G.: The vehicle routing problem: An overview of exact and approximate algorithms, European Journal of Operational Research, 1992
[33] https://goo.gl/iyO71M
[34] https://bib.irb.hr/datoteka/433524.Vehnicle_Routing_Problem.pdf
[35] Lang, Z., Yao, E., Hu, W., Pan, Z.: A Vehicle Routing Problem Solution Considering Alternative Stop Points, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 138, 14 July 2014, str.585

4.1.1 Vrste problema usmjeravanja vozila

Postoji mnogo različitih vrsta problema usmjeravanja vozila, ovisno o ograničenjima koja su uzeta u obzir. Na slici su prikazane pojedine vrste problema, a u nastavku je opisana svaka pojedina vrsta.



Slika 23: Vrste problema usmjeravanja vozila

Izvor: https://goo.gl/iyO71M

CVRP - kapacitativni VRP (engl. capacitated VRP)

Problem rutiranja vozila s ograničenjem kapaciteta gdje vozila imaju određeni kapacitet koji mogu prevoziti.

VRPTW - VRP s vremenskim prozorima (engl. VRP with time windows)

Svakom je korisniku dodijeljen i vremenski interval koji se naziva vremenski prozor. Vremenski je prozor definiran najranijim trenutkom dolaska i najkasnijim trenutkom odlaska vozila. Ako vozilo do korisnika dođe kasnije do najkasnije definiranog dopuštenog trenutka, ono će se kazniti, a ako dođe ranije od najranije dopuštenog definiranog trenutka, ono će čekati. Vozila, također, moraju proći svoju rutu unutar definiranog vremena putovanja t_{ij}.[36]

VRPB - VRP s povratom (engl. VRP with Backhauls)

Skup korisnika podijeljen je na dva podskupa gdje prvi podskup predstavljaju korisnici koji zahtijevaju određene količine robe za isporuku, a drugi podskup predstavlja korisnike kod kojih se zahtijeva prikupljanje određene količine srodne robe.[37]

[36] https://goo.gl/ZOXJYF
[37] Carić, T., Fosin, J.: Problem usmjeravanja vozila, autorizirana predavanja iz kolegija Optimizacija prometnih procesa, Fakultet prometnih znanosti, 2015.

VRPBTW - VRPB s vremenskim prozorima (engl. VRPB with time windows)

Problem rutiranja vozila gdje vozilo vrši povrat te je ograničen sa određenim vremenskim periodom kada povrat treba izvršiti.

VRPPD - VRP s podijeljenom isporukom (engl. VRP with Pickup and Delivering)

Svakom je korisniku dodijeljena vrijednost zahtjeva za isporukom robe d_i, a i vrijednost za količinom robe koja se mora pokupiti p_i. Vozilo mora imati dovoljan kapacitet za robu koju mora isporučiti i za onu koju mora preuzeti.

DCVRP - CVRP s ograničenjem udaljenosti (engl. Distance – Constrained CVRP)

Vozila koja uz ograničenje kapaciteta imaju ograničenu i udaljenost koju mogu napraviti.

VRPPDTW - VRPPD s vremenskim prozorima (engl. VRPD with time windows)

Vozila koja obavljaju prikupljanje i dostavu istovremeno imaju vremensko ograničenje u izvršenju dostave.

Neki od primjera iz prakse su prikupljanje krupnog otpada, zatim čišćenje ulica, prijevoz djece u škole školskim autobusima, prijevoz osoba s invaliditetom, transport robe, transport pisama, doprema robe iz skladišta i sl.

4.1.2 Pristupi rješavanju problema usmjeravanja vozila

Metode rješavanja problema usmjeravanja vozila mogu se podijeliti u tri glavne grupe: egzaktne metode, heurističke metode i metaheurističke metode.

Egzaktne metode (linearno programiranje, mješovito-cjelobrojno programiranje, branch and bound metoda) teže točnom rješenju, spore su te nisu primjenjive i iskoristive u realnim problemima. Egzaktne metode rješavanja problema sastoje se u tome da se prebroje sva moguća stanja problema. Za svako stanje se izračuna cijena i na kraju izabere stanje s minimalnom cijenom. Egzaktni algoritmi imaju smisla samo za probleme sa malim brojem korisnika. Postoji mogućnost da dobiveno rješenje predstavlja optimum, ali to nije uvijek moguće i utvrditi.

Heuristički pristup predstavlja korištenje iskustva, intuicije i vlastite procjene prilikom rješavanja nekog problema. Predstavljaju pravila izbora, filtriranja i odbacivanja rješenja, a služe za smanjivanje broja izvedenih mogućih putova u postupku rješavanja problema. Heuristike su najčešće napravljene "po mjeri", za točno određeni problem, te se s ciljem pronalaska dobrih rješenja znatno oslanjaju na specifičnosti problema te je zbog toga postupak dugotrajan i iziskuje detaljno istraživanje problema i duboko poznavanje njegovih karakteristika. Heurističke metode su Clark&Wright, Sweep, najbliži susjed, umetanje najbližeg, umetanje najdaljeg i dr.[38]

Metaheurističke metode (genetski algoritmi, kolonija mrava, kaljenje) simuliraju prirodne procese kao što su biološka evolucija, potraga mrava za hranom, termodinamički proces kaljenja metala i sl. Vode proces pretraživanja prostora mogućih rješenja i često simuliraju mehanizme koji se odvijaju u prirodi. najbolje rezultate daju algoritmi koji kombiniraju više heurističkih metoda.[39]

U nastavku će se prikazati način usmjeravanja vozila prilikom distribucije bio proizvoda tvrtke Claus na području grada Dresdena uz pomoć matrice skraćenja prijevoznog puta što spada u egzaktne metode rješavanja problema usmjeravanja vozila. Razlog odabira ove metode jesu poznati parametri te mali broj lokacija gdje se može odrediti optimalan redoslijed i ostvariti određene uštede.

4.2 Matrica skraćenja prijevoznog puta

Matrica skraćenja prijevoznog puta nastoji smanjiti broj prijeđenih kilometara i troškove distribucije definirajući moguće skraćenje puta između dvije lokacije te stvoriti novu rutu i zatim odrediti redoslijed obilaska nakon što se skrati prijevozni put između svih lokacija. Također se problem usmjeravanja vozila može riješiti pomoću ove matrice uz četiri koraka.

Matrice skraćenja prijevoznog puta sastoji se od sljedeća četiri koraka:

1. definiranje matrice udaljenosti,
2. definiranje matrice skraćenja,
3. definiranje ruta,

[38] https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Goran_Molnar_KDI.pdf
[39] Fosin, J.: Vremenski ovisan problem usmjeravanja flote vozila, SORDITO, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

4. definiranje redoslijeda obilaska

U prva tri koraka određuje se koja vozila obilaze koja odredišta, a u četvrtom koraku se određuju najkraće rute s obzirom na redoslijed obilaska. Četvrti korak također uključuje i postupke poboljšanja ruta.

Prvi korak je matrica udaljenosti koja se sastoji od udaljenosti između svakog para lokacija uz pretpostavku simetričnosti tj. da je udaljenost između lokacije P1 i P2 jednaka udaljenosti između P2 i P1. Udaljenosti se izračunavaju kao udaljenost između dvije točke u ravnini prema formuli:

$$d(P_1, P_2) = \sqrt{\left(X_{P1} - X_{P2}\right)^2 + \left(Y_{P1} - Y_{P2}\right)^2}$$

Matrica skraćenja predstavlja drugi korak. Tj. skraćenja prijevoznog puta (S) koja se postižu obilaskom dva prodajna mjesta (P) istim vozilom, tj. konsolidacijom dvije narudžbe na istoj ruti (u istom vozilu). Ruta je slijed lokacija koje vozilo obilazi, primjerice ruta LDC – Px – LDC počinje odlaskom vozila iz LDC-a, zatim slijedi obilazak prodajnog mjesta Px i povratak u LDC.

Skraćenje prijevoznog puta S(Px,Py) postiže se spajanjem ruta LDC – Px – LDC i LDC – Py – LDC u jednu rutu LDC – Px – Py – LDC.

Izračunava se primjenom izraza: $S(P_X, P_Y) = d(LDC, P_X) + d(LDC, P_Y) - d(P_X, P_Y)$

Definiranje rute je treći korak matrice skraćenja prijevoznog puta. Iterativnim postupkom se nastoji odrediti najkraće rute kojim pojedino vozilo obilazi prodajna mjesta. Započinje tako da se svakome prodajnom mjestu dodjeljuje posebna ruta. Rute se mogu spajati u novu moguću rutu ako ukupna potražnja (P) ne prelazi kapacitet vozila (K).

$$K \geq P$$

U svakoj iteraciji kombiniraju se rute čijim se spajanjem ostvaruje najveće skraćenje prijevoznog puta (primjena matrice skraćenja) i na taj se način dobiva nova moguća ruta.

Postupak se nastavlja dok se ne iscrpe sve kombinacije, odnosno obiđu sva prodajna mjesta tj. moguće rute.

Zadnji korak je definiranje redoslijeda obilaska. Za svaku rutu određuje se redoslijed obilaska prodajnih mjesta koji rezultira najkraćim prijevoznim putom. Postupak se sastoji od

određivanja inicijalnog redoslijeda obilaska za svaku rutu, primjerice Metodom najbližeg susjeda. Razlog za korištenje ove metode je taj što se uzima u obzir najmanja udaljenost između trenutne lokacije i sljedeće lokacije koju treba posjetiti. Zatim se poboljšava inicijalna ruta tako da se mijenja redoslijed obilazaka dok se ne dođe do obilaska koji daje najkraći prijevozni put. Metoda najbližeg susjeda zasniva se na ideji pretraživanja događaja koji je najbliži trenutnome događaju.

Metoda najbližeg susjeda je algoritam koji radi na način da iz skupa gradova slučajno odabere početni grad, doda ga u rutu i označi kao posjećenog. Zatim iz skupa neposjećenih gradova pronađe najbliži grad od prethodno dodanog i doda ga u rutu te ga označi da je posjećen. Ovaj korak se ponavlja sve dok svi gradovi ne budu posjećeni.[40]

U nastavku će biti prikazana metoda usmjeravanja vozila uz pomoć matrice skraćenja prijevoznog puta na području grada Dresdena i Münchena. Tj. tjednoj ruti jednog od vozača tvrtke Claus.

Radno vrijeme vozača kreće u ponedjeljak u 4:00h. Iz skladišta Fürstenfeldbrucku (FFB[41]) vozi robu za Baden – Baden (BAD[42]) ukoliko se određena roba skladišti u tom skladištu te narudžbe koje su napravljene za Baden – Baden i okolicu. Relacija FFB – BAD je međusobno udaljena 295km te je vozaču potrebno 2h i 40min do 3h. Dolaskom na odredište, uzima viličar ukoliko ima robe koja je na paletama i pokretne kontejnera, te iskrcaj na određenom mjestu u skladištu. Zatim uzima pakiranu robu namijenjenu za FFB, ukrcava u dostavno vozilo vodeći brigu o maksimalnog iskoristivosti kapaciteta i sigurnosti tereta. Za prijevoz koristi Mercedes Benz 1530, čiji kapacitet iznosi 15 tona. Ukrcan kreće nazad za FFB gdje stiže oko 15:00h i iskrcava robu. Njegov radni dan završava u 17:00h.

U utorak kreće u 2:00h na rutu broj 262 koja kreće iz FFB za Bautzen, okolica grada Dresdena. U nastavku je prikazana metoda usmjeravanja vozila kroz matricu skraćenja prijevoznog puta na području grada Dresdena.

4.2.1 Problem dostavnih vozila na području grada Dresdena

Kod distribucije bio proizvoda tvrtke Claus za područje grada Dresdena, roba se pakira iz skladišta u Fürstenfeldbrucku u Mercedes Benz Altego 1224 koji im služi za dostavu unutar

[40] http://goo.gl/pZG1O2
[41] U nastavku teksta FFB
[42] U nastavku teksta BAD

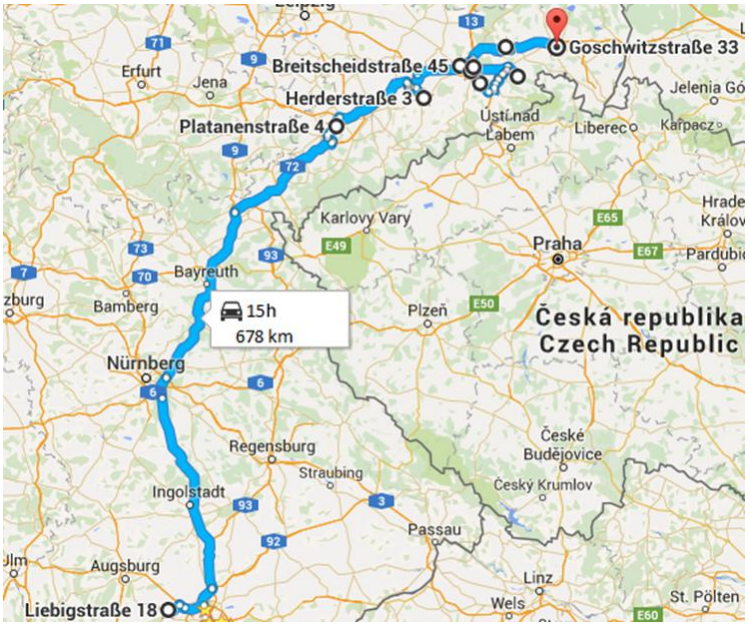
gradskog središta. Ukoliko se radi o manjoj količini narudžbe koristi se Sprinter 316. Ako narudžba prelazi kapacitet ovoga prijevoznog sredstva, onda se za distribuciju uzima Mercedes Benz Actros 1527 ili 1530.

U tablici 1. su prikazane lokacije odredišta koje treba obići sa pripadajućom količinom narudžbe za određenu trgovinu iskazanim u kilogramima. U dostavnom vozilu su prema tablici, 3 palete i 12 pokretnih kontejnera.

Tablica 1. Lokacije odredišta s određenom količinom robe

Naziv	Oznaka	Adresa	Potražnja {kg}
Simmel AG	P1	Platanestraße 4, Lichtenstein	180
Angela Bayerlein	P2	Herderstraße 3, Freiberg	470
Bio-Sphäre Naturkost	P3	Königsbrückerstraße 76, Dresden	150
VG Verbrauchergemeinschaf	P4	Frizt-Reuter Straße 32, Dresden	2050
Mathias Uhlig	P5	Breitscheiderstraße 45, Dresden Cossebaude	3300
VG Verbrauchergemeinschaf	P6	Jahnstaße 5a, Dresden	140
Frank Möbius	P7	Dohnaerstraße 246, Dresden	165
Edeka Markt	P8	Antonstraße 2a, Dresden	138
Sandro Schöne	P9	Ziegenbaldplatz 8, Pulsnitz	546
Andreas Schaal	P10	Goschwitzstraße 33, Bautzen	315

Na slici 24. su prikazane lokacije trgovina kojima se treba dostaviti određena roba. Vozač tijekom jednog radnog dana mora obići mjesta od Bautzena na istoku preko Dresdena do Freiberga na zapadu. Na ovoj ruti ima 10 trgovina.



Slika 24: Grafički prikaz rute u gradu Dresdenu

Izvor: Izradio autor

Udaljenosti između lokacija su izračunate uz pomoć aplikacije „Google karte“ i prikazane u tablici 2 u km.

Tablica 2. Matrica udaljenosti

	LDC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LDC	0										
P1	387	0									
P2	451	70	0								
P3	481	99	54	0							
P4	480	99	53	1	0						
P5	473	92	46	16	11	0					
P6	475	94	45	4	3	12	0				
P7	484	103	57	11	12	26	10	0			
P8	482	100	55	1	2	10	3	11	0		
P9	502	121	75	30	30	38	33	55	31	0	
P10	532	151	105	60	60	70	64	80	63	34	0

Prilikom distribucije bio proizvoda tvrtke Claus, vozači nemaju određen redoslijed obilaska lokacija i potrošača te idu redoslijedom prema listi: LDC, P1, P2, itd. Stoga njihova ruta glasi: LDC – P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7 – P8 – P9 – P10 – LDC. Prijevozni put iznosi: 387 + 70 + 54 + 1 + 11 + 12 + 10 + 11 + 31 + 34 + 532 = 1153 km. Dostavno vozilo ovisi o potražnji potrošača. Koristi se Sprinter 316, a ukoliko potražnja prelazi kapacitet vozila, za dostavu se uzima Mercedes Benz 1224.



Slika 25: Grafički prikaz redoslijeda obilaska u gradu Dresdenu

Izvor: Izradio autor

Prema navedenoj formuli u drugom koraku [S(PX, PY) = d(LDC, PX) + d(LDC, PY) – d(PX, PY)] za izračun skraćenja prijevoznog puta dobila se tablica 3. Tako da za skraćenje prijevoznog puta od P1 do P2 glasi: S(P1, P2) = 387 + 451 – 70 = 768. Postupak se nastavlja dok se ne obiđu sve lokacije.

Tablica 3. Matrica skraćenja prijevoznog puta Dresden

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	0									
P2	768	0								
P3	769	878	0							
P4	768	878	960	0						
P5	768	878	938	942	0					
P6	768	881	952	952	936	0				
P7	768	878	954	952	931	949	0			
P8	769	878	962	960	945	954	955	0		
P9	768	878	953	952	937	944	931	953	0	
P10	768	878	953	952	935	943	936	951	1000	0

Nakon završetka izračuna matrice skraćenja prijevoznog puta, kombiniraju se rute čijim se spajanjem ostvaruje najveće skraćenje prijevoznog puta (primjena matrice skraćenja) i na taj se način dobiva nova moguća ruta. Tako je prema tablici 3. najveće skraćenje spajanjem P9 i P10, rute se povezuju, a skraćenje 1000 se isključuje iz daljnjeg promatranja što je prikazano u tablici 4.

Tablica 4. Definiranje ruta u gradu Dresdenu

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	0									
P2	768	0								
P3	769	878	0							
P4	768	878	960	0						
P5	768	878	938	942	0					
P6	768	881	952	952	936	0				
P7	768	878	954	952	931	949	0			
P8	769	878	962	960	945	954	955	0		
P9	768	878	953	952	937	944	931	953	0	
P10	768	878	953	952	935	943	936	951	1000	0

U prvoj iteraciji najveće skraćenje 1000 se ostvaruje spajanjem ruta P9 - P10. Ukupna potražnja iznosi 861 kg što je manje od nosivosti vozila Mercedes Benz Sprinter 316 što iznosi 3500 kg. Stoga je kombinacija moguća i rute se povezuju, a skraćenje 1000 se isključuje iz daljnjeg promatranja.

U drugoj iteraciji je najveće skraćenje 962 čime se spajaju P8 – P3 čija ukupna potražnja iznosi 288 kg i manje je od 3500 kg. To je nova moguća ruta.

Sljedeće skraćenje je 960 koje spaja P4 – P3. Pošto je P3 spojen u prijašnjoj iteraciji s P8, dodaje im se P4, pa nova ruta ide P8 – P3 – P4 i njihova potražnja iznosi 2338 kg što je manje od nosivosti vozila.

U sljedećoj iteraciji je najveće skraćenje 955 koje se ostvaruje spajanjem P8 – P7. P8 je već spojen i ukoliko spajanjem P7 s prijašnjom rutom ne prelazi nosivost vozila može se spojiti. Spajanjem P8 – P3 – P4 – P7 ostvaruje se ukupna potražnja od 2503 kg što čini još jednu moguću rutu.

Sljedeće najveće skraćenje je 954 čime se spaja P8 – P6. Spaja se na rutu P8 – P3 – P4 – P7 – P6 i njihova potražnja iznosi 2643 kg i dalje spada u moguću rutu.

U sljedećoj iteraciji, najveće skraćenje iznosi 945 što spaja P8 – P5. Ako se spoji sa prijašnjom rutom, njihova ukupna potražnja će iznositi 5943 kg što premašuje ukupni kapacitet vozila Mercedes Benz Sprinter 316. U tom slučaju, trebati će drugo vozilo veće nosivosti, Mercedes Benz 1530 nosivosti 15000 kg. Ako se ne spaja, sljedeća iteracija iznosi 881.

Sljedeće najveće skraćenje iznosi 881 ostvaruje se spajanjem rute P6 – P2 na način da se ruta P2 dodaje postojećoj ruti na kojoj se već nalazi ruta P6 pa nova moguća ruta glasi P8 – P3 – P4 – P7 – P6 – P6 – P2, a ukupna potražnja joj iznosi 3113 kg.

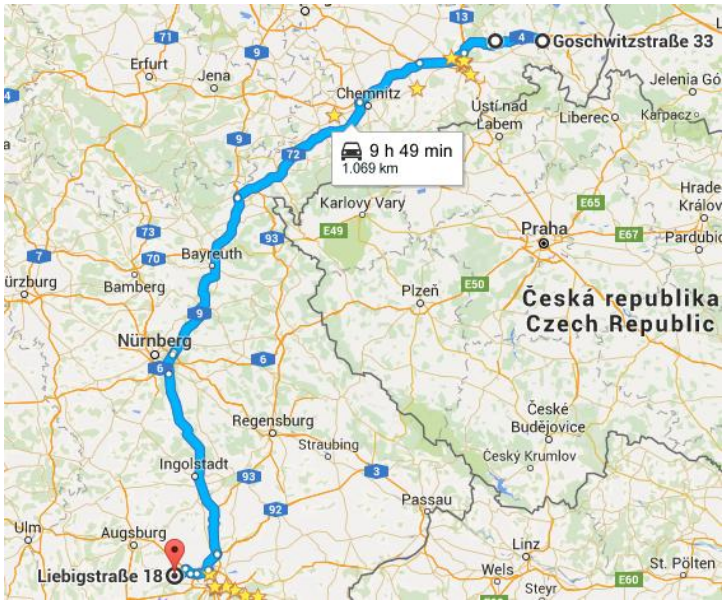
Zadnja iteracija iznosi 769 ostvaruje se spajanjem P8 – P1 što se spaja na već postojeću rutu i onda tada glasi P8 – P3 – P4 – P7 – P6 – P2 – P1. Njihova ukupna potražnja iznosi 3293 kg < 3500, čime se i dalje može realizirati prijevoz.

Ostaje P5 koji je nepovezan i on stvara novu rutu, LDC – P5 – LDC. Potražnja ove rute je 3300 kg što odgovara kapacitetu vozila.

Nakon provedenog postupka definiranja ruta, došlo se do rješenja kako su potrebne tri rute za distribuciju robe na području Dresdena. Prva ruta je LDC – P9 – P10 – LDC čija ukupna potražnja iznosi 861 kg za koju se koristi teretno vozilo nosivosti 3500 kg. Druga moguća ruta je LDC – P8 – P3 – P4 – P7 – P6 – P2 – P1 – LDC ukupne potražnje 3293 kg. Ukupna potražnja treće rute je 3300 kg LDC – P5 – LDC. Za to je potrebno tri vozila. U ovom slučaju, za rute se koristi Mercedes Benz Sprinter 316 nosivosti 3500 kg i iskoristivosti kapaciteta za prvu rutu 30%, drugu 94% i treću 94%. Ukoliko se želi smanjiti broj vozila,

može se postići koristeći vozilo veće nosivosti tj. Mercedes Benz 1530. Gdje bi iskorišteni kapacitet bio 50%.

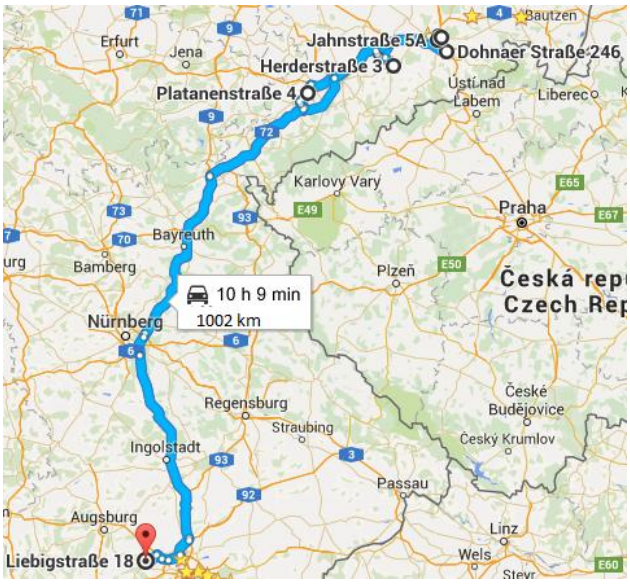
Što se tiče prve rute prodajno mjesto najbliže LDC-u je P9, a najbliži susjed P1 je P10, Prema tome dobiva se inicijalni redoslijed prve rute: LDC – P9 – P10 – LDC. Na temelju ovoga izračuna, prijevozni put za prvu rutu je 502 + 34 + 532 = 1068 km. U ovom slučaju, nakon provjere svih kombinacija, redoslijed obilaska s najkraćim prijevoznim putom je onaj koji je inicijalno dobiven metodom najbližeg susjeda.



Slika 26: Grafički prikaz prve rute

Izvor: Izradio autor

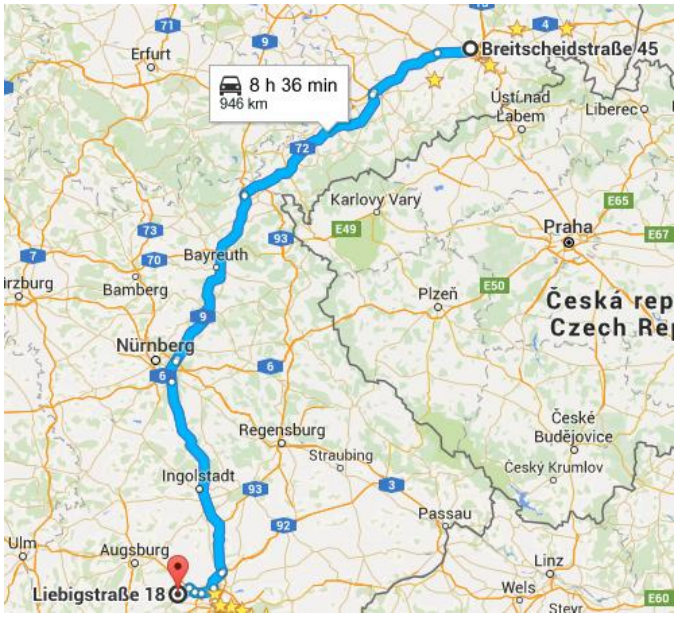
Najbliže prodajno mjesto LDC-u druge rute je P1. Najbliži susjed njemu je P2. Zatim idu P6, P4, P3, P8 i zadnje mjesto je P7. Inicijalni redoslijed druge rute je LDC – P1 – P2 – P6 – P4 – P3 – P8 – P7 – LDC. Prijevozni put iznosi u tom slučaju 387 + 70 + 45 + 3 + 1 + 1 + 11 + 484 = 1002 km. U slučaju druge rute, nakon provjere svih kombinacija, redoslijed obilaska s najkraćim prijevoznim putom je onaj koji je inicijalno dobiven metodom najbližeg susjeda.



Slika 27: Grafički prikaz druge rute

Izvor: Izradio autor

Kod treće rute, najbliži i jedini susjed LDC-u je P5. Inicijalni redoslijed tada iznosi LDC – P5 – LDC. Prijevozni put iznosi 473 + 473 = 946 km.



Slika 28: Grafički prikaz treće rute

Izvor: Izradio autor

Provedbom sva četiri koraka Metode rutiranja vozila pomoću matrice skraćenja prijevoznog puta, dobiva se sljedeće rješenje VRP-a:

- Prva ruta: LDC, P9, P10, LDC = 1068 km,

- Druga ruta: LDC, P1, P2, P6, P4, P3, P8, P7, LDC = 1002 km,
- Treća ruta: LDC, P, LDC = 946 km.

Ukupni prijevozni put tada iznosi 1068 + 1002 + 946 = 3016 km.

Prema ovim rutama, treba tri vozila Mercedes Benz Sprinter 316, a time i tri vozača. U prvoj ruti, vozač sa 30% iskorištenim kapacitetom vozila radi 1068 km, s tim da je početna i krajnja točka skladište u Fürstenfeldbrucku. Ako Mercedes Benz Sprinter 316 tijekom gradske vožnje i na otvorenoj cesti na 100 km/l potroši 9,5l, s time da 1l iznosi 1,09€. Prema Hrvatskoj narodnoj banci tečaj kune i eura iznosi 1€= 7,61. Stoga 1l dizela iznosi 8,3kn. Sve ukupno na prvoj ruti, vozač ima troška 842 kn za gorivo. Minimalno mu je potrebno 10h vožnje, s time da je vožnja prema ograničenjima za kamion te bez zastoja i čekanja. Trošak na drugoj ruti iznosi 790 kn, a na trećoj 746 kn. Ukupni dnevni trošak za gorivo za tri vozača iznosi 2378 kn. Vozila se mogu zamijeniti, tako da se za ovu rutu koristi jedno prijevozno sredstvo veće nosivosti Mercedes Benz Atego 1224 kojim upravlja jedan vozač. Time vlasnik tvrtke ostvaruje financijsku uštedu prema broju zaposlenih.

Pošto u srijedu vozač kreće iz Bautzena za Baden – Baden, vozila se ne vraćaju u skladište u FFB i ne rade velike kilometre nepotrebno, već kada isporuči sve dostave odlazi na odmaralište u Bautzenu te čeka početak drugoga radnoga dana. Odmaralište se nalazi 5 km od zadnjeg odredišta na ruti.

Prema toj činjenici i prema metodi najbližeg susjeda, vozač kreće iz FFB te ide do prvog najbližeg odredišta, tj. P1. Zatim odlazi do njemu sljedećeg najbliže i tako dok ne izvrši sve. Njegova ruta tim redom glasi LDC – P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7 – P8 – P9 – P10 – udaljenost do odmarališta= 387 + 70 + 54 + 1 + 11 + 12 + 10 + 11 + 31 + 34 = 621 km + 5km= 626 km. Potreban je jedan vozač, ne tri kao gore navedeno, ostvaruju se velike uštede u novcu i vremenu, smanjuje se broj kilometara, potrošnje goriva i povećava se brzina izvršenja distribucije robe. Njegova prosječna potrošnja na 100 km iznosi 21l. S činjenicom da 1l iznosi 1,09€, 1€= 8,3 kn, dnevni trošak goriva za ovo vozilo iznosi 1.091 kn što je manje za 46% od prijašnjeg rješenja.

Koristeći metodu najbližeg susjeda na ovoj ruti, redoslijed obilaska s najkraćim prijevoznim putom se promijenio. Time optimalna ruta glasi: LDC – P1 – P2 – P6 – P8 – P4 – P3 – P7 – P5 – P9 – P10 – odmaralište = 387 + 70 + 45 + 3 + 2 + 1 + 11 + 26 + 38 + 34 = 617 + 5 = 622 km. Usporedbom rute i inicijalno dobivene optimalne rute, ostvarila se ušteda od 4

km. Prijevozni put iznosi 622 km s jednim vozačem što je za 80% manje od prijevoznog puta s tri vozača. Dnevni trošak goriva na ovoj ruti glasi 1.084 kn. Rekalkulacijom prijašnje rute i korištenjem ovog redosljeda obilaska, ostvariti će se ušteda od 7 kn što znači 1.764 kn godišnje, tako da se dnevni trošak množio sa brojem radnih dana u godini tj. 252.

Srijedom započinje s vožnjom u 6:00h iz Bautzena u Baden – Baden. Ondje odlazi na ukrcaj u Naturatu. Razlog tome je iskoristivost kapaciteta kamiona pri povratku u BAD. Naturata je vodeći proizvođač organske i bio hrane te jedan od najvećih dobavljača Demeter hrane. Grupa proizvoda koju distribuira Naturata su proizvodi od tjestenine, ulja i vina, začini, sladila, čokolade, sušeno voće i orašasti plodovi, poslastice, kava, kakao i peciva. Demeter oznaka označava najviši standard za bio hranu. Oni imaju kriterije kako koju vrstu hrane uzgajati te ako se pridržava kriterija, tvrtke koje kupuju robu imaju dozvolu stavljati oznaku Demeter na svoje proizvode.

S odmarališta u Niederkainaerstraße, Bautzen kreće za Gründsfeld gdje se nalazi Naturata. Ondje se obavlja ukrcaj robe koja se dalje distribuira u Baden – Badenu za korisnike u Austriji. Udaljenost koju mora prijeći iznosi 465 km do Naturate te od Naturate do Baden – Badena 185 km. Sveukupno radi 650km. Radni dan završava u 20:00h. Tada ima odmor do četvrtka navečer u 22:00h.

Četvrtak započinje u 22:00h te na ovoj ruti vozi robu iz BAD za FFB. Robu koje nema u skladištu u FFB, a skladišti se u BAD. Prijevozni put iznosi 295 km i 3h vožnje. Ima odmor od 2h i zatim kreće na rutu predviđenu za petak. Vozač na ovoj ruti, petkom distribuira robu na području Münchena što je prikazano dalje u radu.

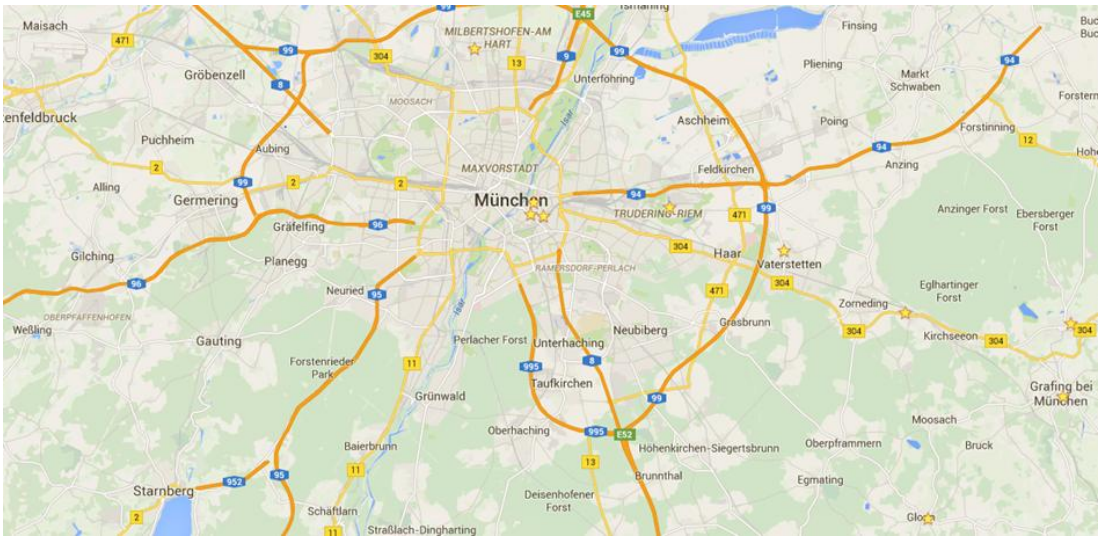
4.2.2 Problem dostavnih vozila na području Münchena

U tablici 5. su prikazane lokacije odredišta na području Münchena koje treba obići u petak sa pripadajućom količinom narudžbe za određenu trgovinu iskazanim u kilogramima. U kamionu se nalazi 18 pokretnih kontejnera sveukupne težine 1767 kg.

Tablica 5. Lokacije odredišta na području Münchena

Naziv	Oznaka	Adresa	Potražnja {kg}
Reweg Neuform	P1	Heimperthstraße 11, München - Feldmochin	431
Edeka Markt Edeka Simmel Glonn	P2	Behamstraße 2, Glonn	236
Korn Biomarkt GmbH	P3	Schwarzbäckstraße 1-3, Grafing	102
Korn Biomarkt GmbH	P4	Schloßplatz 5. Ebersberg	88
Biomopoulos GmbH	P5	Siriusstraße 2, Kirchseeon	0
Bio Markt Vaterstetten	P6	Fasanenstraße 6, Vaterstetten	180
Vitalia	P7	Willy - Brandt - Platz 5, München	465
VollCorner	P8	Innere Wiener Straße 52, München	105
VollCorner Biomarkt GmbH	P9	Weißenburger Straße 5, München - Haidhausen	90
VITA SINN Inh.	P10	Orleansplatz 11, München	70

Lokacije odredišta na području grada Münchena su prikazane na slici 29. Kao što se vidi, lokacije su rasprostranjene na cijelom području te najviše distribucije ima u samom središtu grada.



Slika 29: Lokacije odredišta rute na području Münchena

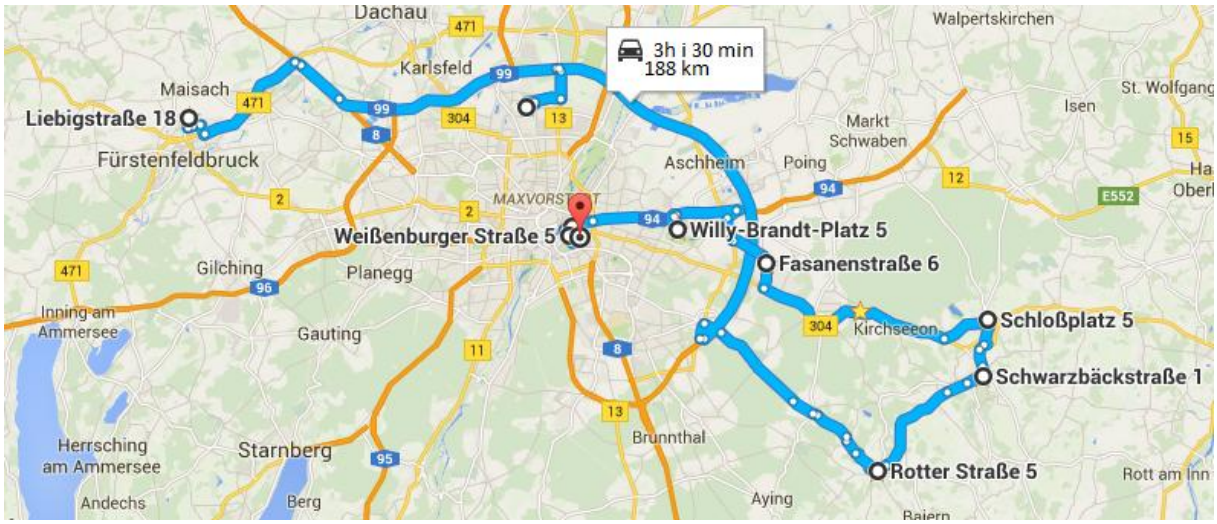
Izvor: https://www.google.hr/maps/@48.1075742,11.5652465,11z

U nastavku su izračunate udaljenosti od skladišta u FFB i krajnjih odredišta oko grada Münchena te su prikazane u tablici 6.

Tablica 6. Matrica udaljenosti na području Münchena

	LDC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LDC	0										
P1	35	0									
P2	74	48	0								
P3	71	46	11	0							
P4	70	45	17	5	0						
P5	61	36	14	10	10	0					
P6	53	27	21	20	19	10	0				
P7	53	18	30	31	30	20	11	0			
P8	46	12	36	37	36	26	17	9	0		
P9	48	14	32	38	37	27	18	10	1	0	
P10	47	13	32	37	36	27	17	9	2	1	0

Vozač ide redoslijedom kako se vidi u tablici 6. Od skladišta u FFB ide do P1, pa P2, itd. Ruta je tada: LDC – P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7 – P8 – P9 – P10 – LDC što je prikazano na slici 30. Prijevozni put iznosi: 35 + 48 + 11 + 5 + 10 + 10 + 11 + 9 + 1 + 1 + 47 = 188 km.



Slika 30: Grafički prikaz rute u gradu Münchenu

Izvor: Izradio autor

U nastavku je prikazana matrica skraćenja prijevoznog puta i očekuje se smanjenje kilometara. Postupak je isti kao i kod izračuna za grad Dresden.

Tablica 7. Matrica skraćenja prijevoznog puta München

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	0									
P2	61	0								
P3	60	134	0							
P4	60	127	136	0						
P5	60	121	122	121	0					
P6	61	106	104	104	104	0				
P7	70	97	93	93	94	82	0			
P8	69	84	80	80	81	82	90	0		
P9	69	90	81	81	82	83	91	93	0	
P10	69	89	81	81	81	83	91	91	94	0

U prvoj iteraciji najveće skraćenje iznosi 136 spajanjem ruta P4 – P3. Ukupna potražnja iznosi 190 kg što je manje od nosivosti vozila Mercedes Benz Sprinter 316 što iznosi 3500 kg. Stoga je kombinacija moguća i rute se povezuju, a skraćenje se isključuje iz daljnjeg promatranja.

U drugoj iteraciji je najveće skraćenje 134 čime se spajaju P3 – P2. P3 je već spojen pa im se pridružuje P2 i ruta tada glasi: P4 – P3 – P2. Ukupna potražnja iznosi 426 kg i manje je od 3500 kg. To je nova moguća ruta.

Sljedeće skraćenje je 122 koje spaja P5 – P3. Pošto je P3 spojen u prijašnjoj iteraciji, dodaje nastaje ruta P4 – P3 – P2 – P5 i njihova potražnja iznosi 426 kg. Jer na lokaciji P5 nema narudžbe robe, nego vozač dolazi po prazne pokretne kontejnere, crne i zelene kutije.

Sljedeći najveći broj je 106 koji nastaje spajanjem P6 – P2. On se spaja na rutu prije. Ruta glasi P4 – P3 – P2 – P6 – P5. Potražnja iznosi 606 < 3500 te je prijevoz Sprinterom 316 i dalje moguć.

Sljedeće najveće skraćenje je 97 čime se spaja P7 – P2. Spaja se na rutu P4 – P3 – P2 – P6 – P5 – P7 i njihova potražnja iznosi 1071 kg i dalje spada u moguću rutu.

U sljedećoj iteraciji, najveće skraćenje iznosi 94 što spaja P10 – P9. Potražnja iznosi 160 kg < 3500.

Sljedeće najveće skraćenje iznosi 93 ostvaruje se spajanjem rute P9 – P8 na način da se ruta P8 dodaje postojećoj ruti i nova moguća ruta glasi P10 – P9 – P8, a ukupna potražnja joj iznosi 265 kg.

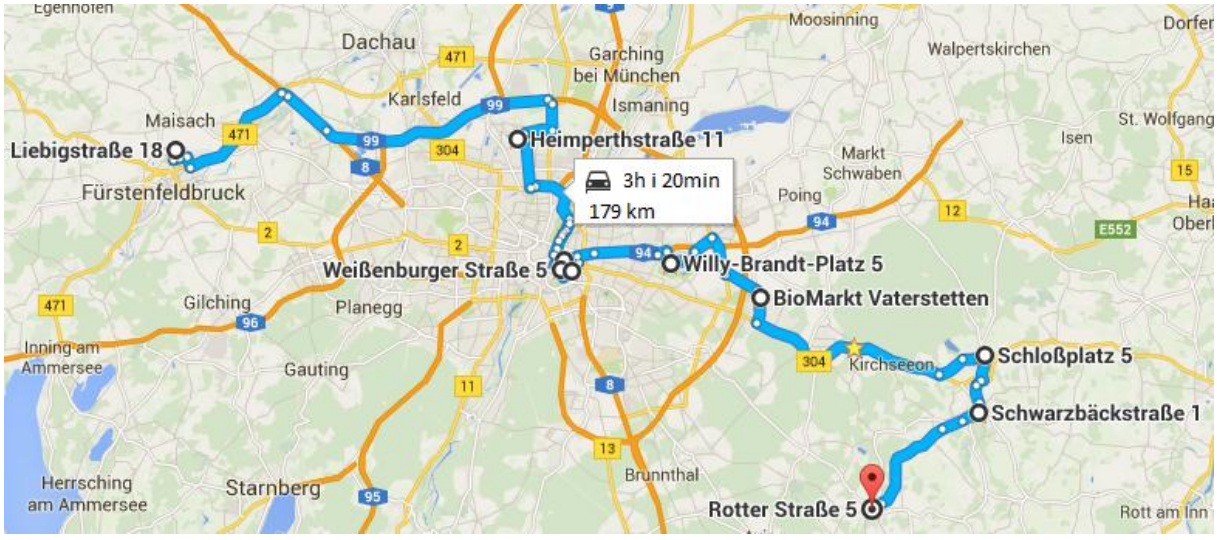
U sljedećoj iteraciji, najveće skraćenje je 70 što spaja P1 – P7. Pošto je P7 već spojen, P1 se spaja na tu rutu i tada ruta glasi P4 – P3 – P2 – P6 – P5 – P7 – P1 ukupne potražnje 1502 kg < 3500.

Spajanjem svih lokacija, može se uvidjeti da imamo dvije rute koje se mogu spojiti u jednu kako bi se popunio kapacitet vozila namijenjenog za tu rutu. Stoga ruta izgleda ovako: LDC – P4 – P3 – P2 – P6 – P5 – P7 – P1 – P10 – P9 – P8 – LDC. Ukupna potražnja iznosi 1767 kg i za ovu distribuciju bio proizvoda se koristi Mercedes Benz Sprinter 316.

Definiranje redoslijeda obilaska je četvrti korak matrice skraćenja prijevoznog puta. Metodom najbližeg susjeda se određuje inicijalni redoslijed obilaska.

Prodajno mjesto najbliže LDC-u je P1 (LDC, P1). Najbliži susjed P1 je P8 (LDC, P1, P8). Zatim ide redom: P9, P10, P7, P6, P5, P4, P3, P2. Inicijalni redosljed rute je LDC, P1, P8, P9, P10, P7, P6, P5, P4, P3, P2, LDC. Prijevozni put pritom iznosi: 35 + 12 + 1 + 1 + 9 + 11 + 10 + 10 + 5 + 11 + 74 = 179 km. Nakon provjere svih kombinacija, redoslijed obilaska s najkraćim prijevoznim putem je onaj koji je inicijalno dobiven metodom najbližeg susjeda.

Na slici 31. je grafički prikaz redoslijeda obilaska s najkraćim prijevoznim putem nakon provjere svih kombinacija na području Münchena.



Slika 31: Grafički prikaz poboljšane rute u gradu Münchenu

Izvor: Izradio autor

Mercedes Benz Sprinter 316 prosječno troši 9,5l/ 100km. Ako je 1€= 7,61kn, 1l benzina 1,09€ tada ukupan trošak goriva za 179 km iznosi 141 kn dnevno, što znači da bi godišnji trošak goriva bio 141 x 252 radnih dana u godini što iznosi 35.532 kn.

Vozač svoj radni tjedan završava u 14:00h iskrcajem robe u skladištu u Fürstenfeldbruku s prijeđenim 2683 km ne računajući prometne nesreće, zatvorene ceste, radove na cesti, obilazak i sl. Vozač u jednom radnom danu boravi više od 8h čime ostvaruje pravo na dnevnice. Prema svim podacima ovdje prikazanima u radu, vozač tijekom tjedna je napravio 58 radnih sati i ostvario 4 dnevnice. Ukoliko vozač radi obilazak lokacija prema izračunatim optimalnim rutama kako je navedeno u radu, radio bi 2041 km tjedno što je za 21% manje.

5 Optimiranje distribucije bio proizvoda tvrtke Claus

Nakon provedene Matrice skraćenja prijevoznog puta na ruti koja obuhvaća distribuciju bio proizvoda tvrtke Claus na području grada Dresdena, optimalan redoslijed obilaska je prema popisu lokacija jest LDC – P1 – P2 – P6 – P8 – P4 – P3 – P7 – P5 – P9 – P10. S time da je zadnje odredište, početna točka polaska za sljedeći dan. Tim redoslijedom se ostvaruje najmanji prijevozni put i uštede u vremenu nego da se koristi dosadašnji redoslijed obilaska koji glasi: LDC – P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7 – P8 – P9 – P10 – LDC. Kako je u prijašnjem poglavlju izračunato, korištenjem optimalne rute isplativije je za distribuciju proizvoda uzeti prijevozno sredstvo veće nosivosti prema količinama narudžbe i međusobne udaljenosti svake lokacije koje je potrebno obići. S time da je korištenjem optimalnog redoslijeda obilaska odredišta zadovoljen uvjet ograničenja ulaska dostavnih vozila u grad. Dostavna vozila mogu ući u sve ulice gdje je potrebno obaviti dostavu. U proračunima se nije računalo vrijeme čekanja, potrošnja goriva u slučaju zatvorene ceste, korištenja drugog puta i sl.

Usporedba prijašnjih redoslijeda obilaska lokacija i izračunom optimalnih ruta na području grada Dresdena i Münchena prikazana je u tablici 8.

Tablica 8. Usporedba trenutnog i optimalnog redoslijeda ruta

		DRESDEN			
STANJE		TRENUTNO	MOGUĆE		OPTIMALNO
RUTA		LDC-P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-LDC		LDC-P1-P2-P6-P8-P4-P3-P7-P5-P9-P10-ODM	
TIP VOZILA		Mercedes Benz 1224	Sprinter 316	Mercedes Benz 1224	Mercedes Benz 1224
BROJ VOZILA		1	3	1	1
BROJ VOZAČA		1	3	1	1
PRIJEĐENI KILOMETRI {KM}		1153	3016	626	622
TROŠAK GORIVA {KN}	DNEVNO	2.008,44	2.376,65	1.091,00	1.084,00
	GODIŠNJE	506.126,88	598.915,80	274.932,00	273.168,00
VRIJEME DOSTAVE		15h	67h, 34 min	9h, 15 min	9h, 5min
		MüNCHEN			
STANJE		TRENUTNO		OPTIMALNO	
RUTA		LDC-P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-LDC		LDC-P1-P8-P9-P10-P7-P6-P5-P4-P3-P2-LDC	
TIP VOZILA		Sprinter 316		Sprinter 316	
BROJ VOZILA		1		1	
BROJ VOZAČA		1		1	
PRIJEĐENI KILOMETRI {KM}		188		179	
TROŠAK GORIVA {KN}	DNEVNO	148,14		141,05	
	GODIŠNJE	37.331,28		35.532,00	
VRIJEME DOSTAVE		3h, 31 min		3h, 20 min	

Jedan vozač za obilazak svih lokacija i dolaska u početnu točku sadašnjim redoslijedom obilaska koji glasi: LDC – P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7 – P8 – P9 – P10 – LDC na području Dresdena napravi 1153 km koristeći Mercedes Benz 1224 te mu je potrebno 15h vožnje. Zbog količinu naručene robe u ovom slučaju ne koristi Sprinter 316. Trošak goriva u trenutnom stanju na dnevnoj bazi iznosi 2.008,44 kn što godišnje iznosi 506.126,88 kn. Godišnji izračun se dobije tako da se množi dnevni trošak sa brojem radnih dana u godini tj, 252.

Da se za distribuciju bio proizvoda tvrtke Claus na području grada Dresdena koristi Sprinter 316 uz potražnju od 7454 kg koju je potrebno isporučiti, potrebna su tri vozača i tri vozila. Trenutna potražnja od 7454 kg ne može se ukrcati u jedno prijevozno sredstvo Mercedes Ben Sprinter 316 te su potrebno tri takva vozila. Također je moguće da su prilikom distribucije zauzeta vozila veće nosivosti te je potrebno raspolagati sa manjim vozilima (**moguće stanje** u tablici 8). Ukoliko dođe do narudžbe koju je potrebno hitno isporučiti, a vozač je već u procesu dostavljanja bio proizvoda potrošačima, narudžba se ukrcava u pričuvno vozilo, tj. Sprintera 316 koji je namijenjen za takve situacije (hitne slučajeve) i dostavlja na odredište. Optimiranjem prema matrici skraćenja prijevoznog puta, za potražnju od 7454 kg tri vozača naprave 3016 km što je za tvrtku veći trošak u odnosu na dosadašnji način, te se ta mogućnost ne razmatra. U tablici 8. prikazani su također troškovi goriva na dnevnoj i godišnjoj bazi te utrošeno vrijeme za izvršenje distribucije ovim prijevoznom sredstvom u mogućem stanju. Trošak goriva u **mogućem stanju** iznosi 2.376,65 kn dnevno, tj. 2.376,65 x 252 radnih dana u godini iznosi 598.915,80 kn godišnje. Također vrijeme dostave u mogućem stanju iznosi 67h, 34 min koristeći tri vozila Mercedes Benz 316.

Prema matrici skraćenja prijevoznog puta na području grada Dresdena dobiven je izračun koji donosi velike uštede u broju prijeđenih kilometara i broj vozača koristeći Mercedes Benz 1224. Koristeći optimalan redoslijed obilaska dobiven izračunom u ovome radu s time da se koristi veće vozilo, za izvršenje distribucije bio proizvoda tvrtke Claus njenim potrošačima te od zadnjeg odredišta (Bautzena) potraži najbliže dostupno odmaralište budući da sljedeći dan nastavlja distribuciju iz Bautzena, prijeći će 626 km (moguće stanje), ili optimalnim redoslijedom 622 km. U mogućem stanju ukoliko se uzme optimalan redoslijed obilaska lokacija dnevni trošak goriva iznosi 1.091 kn, dok godišnji trošak iznosi 274.932 kn. Vrijeme dostave u mogućem stanju koristeći Mercedes Benz 1224 iznosi 9h, 15 min. U **optimalnom stanju** se ostvaruju uštede u prijeđenim kilometrima jer se vozač ne vraća nazad

u skladište u Füstenfeldbrucku. Za to mu je potrebno 9h, 5 min što je 6h manje od dosadašnjeg redoslijeda obilaska. Drugim riječima, optimalnom rutom DC – P1 – P2 – P6 – P8 – P4 – P3 – P7 – P5 – P9 – P10, jedan vozač napravi 54% manje kilometara nego kada bi se vraćao u početku točku. Trošak goriva je veći za 2.184 kn godišnje u odnosu na potrošnju goriva koristeći manje vozilo Sprinter 316, ali je zanemariv ukoliko se uspoređuju prijeđeni kilometri i utrošeno vrijeme na dostavu robe. Stoga se koristi vozilo veće nosivosti te jedan vozač. Time se ostvarila i ušteda u broju vozača i to za njih čak dvojicu. Također imajući na umu da je zadovoljen uvjet mogućnosti ulaska teretnog vozila u grad i sve ulice gdje je potrebno obaviti dostavu. Koristeći se dobivenim optimalnim redoslijedom obilaska uštediti će se 7 kn dnevno tj. 7 x 252 radna dana u godini iznosi 1.764 kn godišnje u optimalnom stanju.

Što se tiče problema tvrtke Claus kod određivnja redoslijeda obilaska lokacija na području Dresdena dobiveno rješenje jest LDC – P1 – P2 – P6 – P8 – P4 – P3 – P7 – P5 – P9 – P10 – odmaralište koristeći se matricom skraćenja prijevoznog puta i odabirom metode najbližeg susjeda uz prijevozno sredstvo Mercedes Benz 1224 što je prikazano u tablici 8. (optimalno stanje).

Za distribuciju na području Münchena, prema količini naručene robe koristilo se jedno prijevozno sredstvo manje nosivosti, Mercedes Benz Sprinter 316. Usporedbom prijašnjeg redoslijeda obilaska i optimalnog koji je dobiven inicijalno metodom najbližeg susjeda, jasno se vidi ušteda od 9 km. Redoslijedom obilaska lokacija u trenutnom stanju je LDC – P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7 – P8 – P9 – P10 – LDC čime je potrebno prijeći 188 km, dok koristeći optimalan redoslijed broj kilometara se smanjuje za 9 km te redoslijed obilaska u optimalnom stanju glasi: LDC – P1 – P8 – P9 – P10 – P7 – P6 – P5 – P4 – P3 – P2 – LDC. Što se tiče troškova goriva trenutnim redoslijedom obilaska lokacija potroše 148,14 kn dnevno, tj. 37.331,28 kn godišnje. **Optimalnim redoslijedom** troškovi iznose 141 kn dnevno, tj. 35.532 kn godišnje. Ovdje se ostvaruje ušteda u troškovima goriva u iznosu od 7,05 kn dnevno, tj. 1.776,60 kn godišnje. Godišnji trošak se ostvaruje tako da se množi dnevni trošak sa brojem radnih dana u godini. U proračunima se nije računalo vrijeme čekanja, potrošnja goriva u slučaju zatvorene ceste i korištenja drugog puta. Temeljem usporedbe trenutnog i optimalnog stanja distribucije bio proizvoda tvrtke Claus ostvarila se ušteda u vremenu od 10 min dnevno.

Tvrtka Claus je ostvarila uštede izračunom **optimalne rute** na području grada Dresdena u broju radnika, tako što nisu potrebna tri vozača nego jedan. Stoga nema izdataka za nepotreban broj zaposlenika. Zatim se ostvarila uštede u vremenu od 5h, 55 min čime se može dalje fokusirati na proširenje broja lokacija na tom području. Time su smanjeni i prijeđeni kilometri, sa 1153 km na 622 km, tj. od 531 km. Gledajući trenutno stanje i optimalno, prema matrici skraćenja prijevoznog puta ušteda u gorivu iznosi 240.354,40 kn godišnje.

Također tvrtka Claus ostvaruje uštede i na optimalnom stanju na području grada Münchena u prijeđenim kilometrima u iznosu od 9 km, te uštedu goriva od 7 kn dnevno, odnosno 1.764 kn godišnje te uštedu u vremenu dostave od 10 min na ruti na dnevnoj bazi.

6 Zaključak

Kanali distribucije u marketingu, ali i u gospodarstvu, imaju sve veći značaj. Raznovrsni su razlozi tome: povećane teškoće u osiguranju održive konkurentske prednosti, porast snage distributera u kanalima, posebice jačanje trgovina na malo, potrebe smanjenja troškova distribucije, ubrzan razvoj tehnologije i povećanje njezine uloge u razvitku i jačanju kanala. Razvoj kanala obilježava smanjenje broja posrednika te intenzivno korištenje tehnologije.

Odluke o kanalima distribucije ubrajaju se u najvažnije odluke poduzeća jer izabrani kanali bitno utječu na sve druge marketinške odluke, o tome tko će prodavati proizvode nekog poduzeća, ovisi i politika cijena, izbor vlastitih prodavača, izbor načina propagiranja i sl. Izborom dobre vrste kanala distribucije uvelike utječe na poziciju proizvoda na tržištu. Također i način distribucije proizvoda od proizvođača do krajnjih potrošača. Potrošači se sve više oslanjaju na brzinu isporuke uz minimalnu cijenu prijevoza. Naravno, računajući na kvalitetu i stručnosti pri distribuciju samih proizvoda.

Poseban izazov za svaku organizaciju koja se bavi distribucijom robe jest distribucija robe u gradskim zonama. Potrebno je dobro proučiti strukturu pojedinog grada gdje se vrši distribucija, imati na umu vršne sate, paziti na prepreke za dostavna vozila pazeći na sigurnost stanovništva na tome području.

Globalni problem s kojima se dnevno suočava veliki broj tvrtki i organizacija koje se bave distribucijom svojih proizvoda ili vrše distribuciju za treće osobe jest problem usmjeravanja vozila. Potrebno je odrediti rute kojom će vozilo obići određen broj gradova uz minimalne ukupne troškove te u što kraćem vremenskom periodu. Te vrlo moguće dodatno ograničenje kao što je kapacitet vozila ili vremenski prozori.

Prilikom optimiranja ruta pri distribuciji bio proizvoda tvrtke Claus uočila se velika razlika pri korištenju različitih redoslijeda obilaska. Na temelju Matrice skraćenja prijevoznog puta, isplativije je koristiti redoslijed obilazaka koji su navedeni gore u radu jer se time ostvaruju velike uštede u potrošnji goriva, brzini dostava i iskorištenju kapaciteta vozila što je pogodno za vlasnika tvrtke Claus. Korištenjem dobivenih optimalnih redoslijeda obilaska tvrtka Claus može unaprijediti svoju dostavu tako da će se povećati brzina dostave vozila i broj prijeđenih kilometara će se znatno smanjiti. Trenutnim redoslijedom obilaska potrošača

vozač napravi tjedno 2683 km, a dobivenim optimalnim redoslijedom 2143 km što je 540 km manje imajući na umu da je zadovoljen uvjet ograničenja ulaska dostavnih vozila u gradska središta. Koristeći optimalan redoslijed obilaska na području Dresdena i Münchena ima uštedu u vremenu od 6h i 6 min. Trenutno za dostavu je potrebno 18h i 31 min, a optimalno 12h i 25 min. Za dostavu bio proizvoda koristi vozilo veće nosivosti te ukoliko se poveća potražnja od strane potrošača ili broj dostavnih lokacija, vozilo ima kapacitet te može dostaviti tu količinu robe.

LITERATURA

[1] Kolarić,G., Skorić,L.: Metode distribucije u gradska središta, Tehnički glasnik 8, 4(2014), p. 405-412.

[2] Rožić, T.: Gradska logistika: autorizirana predavanja iz kolegija Distribucijska logistika 1, Fakultet prometnih znanosti, 2016.

[3] Carić, T., Fosin, J.: Problem usmjeravanja vozila, autorizirana predavanja iz kolegija Optimizacija prometnih procesa, Fakultet prometnih znanosti, 2015.

[4] Galić, A., Carić, T., Fosin, J.: The Case Study of Implementing the Delivery Optimization System at a Fast-Moving Consumer Goods Distributer, Promet – Traffic&Transportation, Vol. 25, 2013, No. 6, 595-603

[5] Bu, L., Duin, J.H.R., Wiegmans, B., Luo, Z., Yin, C.: Selection of City Distribution Locations in Urbanized Areas, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 39, 2012, p. 556-567

[6] Comendador, J., López-Lambas, M.E., Monzón, A.: A GPS Analysis for Urban Freight Distribution, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 39, 2012, p. 521-533

[7] Lin, J., Zhou, W., Wolfson, O.: Electric Vehicle Routing Problem, Transportation Research Procedia 12 (2016), p. 508 – 521

[8] Schneider, M., Stenger, A., Goeke, D.: The Electric Vehicle- Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations, Transportation Science, 48 (4) (2014), p. 500–520

[9] Groß, P.O., Ulmer, M.W., Ehmke, J.F., Mattfeld, D.C.: Exploiting Travel Time Information for Reliable Routing in City Logistics, Transportation Research Procedia, Volume 10, 2015, p. 652-661

[10] Seidel, S., Mareï, N., Blanquart, C.: Innovations in e-grocery and Logistics Solutions for Cities, Transportation Research Procedia, Volume 12, 2016, Pages 825-835

[11] Archetti, C., Savelsbergh, M., Speranza, M.G.: The Vehicle Routing Problem with Occasional Drivers, European Journal of Operational Research, Volume 254, Issue 2, 16 October 2016, p. 472-480

[12] Stanković, R.; Problem usmjeravanja vozila: autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 2, Fakultet prometnih znanosti, 2015.

[13] URL: http://hr.urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/germany-mainmenu-61/dresden-ar

[14] URL: http://goo.gl/WV2uNZ

[15] URL: http://www.claus-gmbh.de/wp-content/uploads/2014/12/BT-12.12.2014-Kollektiv-Claus.pdf

POPIS SLIKA

Slika 1: Struktura kanala krajnje potrošnje 7
Slika 2: Struktura kanala poslovne potrošnje 8
Slika 3: Vrste kanala distribucije 8
Slika 4: Direktna distribucija 10
Slika 5: Centralna distribucija 11
Slika 6: Kombinirana distribucija 12
Slika 7: Dostava kroz centar grada 14
Slika 8: Prostorno uređenje ulica 15
Slika 9: Zabrana ulaska za kamione u Dresdenu 16
Slika 10: Centralizirani sustav opskrbe 17
Slika 11: Decentralizirani sustav opskrbe 18
Slika 12. Hibridni sustav opskrbe 18
Slika 13: Podružnice tvrtke Claus i logo 19
Slika 14: Skladište suhe robe tvrtke Claus 20
Slika 15: Pokretni kontejner 21
Slika 16: Pakiranje robe 22
Slika 17: Roba u pokretnom kontejneru 22
Slika 18: Ukrcana roba u dostavnom vozilu 23
Slika 19: Vozni park tvrtke Claus 24
Slika 20: "Zavjesa" u dostavnom vozilu 24
Slika 21: Kamioni za dostavu u trgovine 25
Slika 22: MAN TGL 12.250 25
Slika 23: Vrste problema usmjeravanja vozila 29
Slika 24: Grafički prikaz rute u gradu Dresdenu 34
Slika 25: Grafički prikaz redoslijeda obilaska u gradu Dresdenu 35
Slika 26: Grafički prikaz prve rute 38
Slika 27: Grafički prikaz druge rute 39
Slika 28: Grafički prikaz treće rute 39
Slika 29: Lokacije odredišta rute na području Münchena 42
Slika 30: Grafički prikaz rute u gradu Münchenu 43
Slika 31: Grafički prikaz poboljšane rute u gradu Münchenu 45

POPIS TABLICA

Tablica 1. Lokacije odredišta s određenom količinom robe 34
Tablica 2. Matrica udaljenosti 35
Tablica 3. Matrica skraćenja prijevoznog puta Dresden 36
Tablica 4. Definiranje ruta u gradu Dresdenu 36
Tablica 5. Lokacije odredišta na području Münchena 42
Tablica 6. Matrica udaljenosti na području Münchena 43
Tablica 7. Matrica skraćenja prijevoznog puta München 44
Tablica 8. Usporedba trenutnog i optimalnog redoslijeda ruta 47