



GÖTEBORGS UNIVERSITET
HANDELSHÖGSKOLAN

RUTTOPTIMERING INOM HEMTJÄNSTEN

KAN ETT FÖRDELNINGSOPTIMERINGSSYSTEM FÖRBÄTTRA HEMTJÄNSTENS
TRANSPORTER UR ETT MILJÖPERSPEKTIV?

Kandidatuppsats i Logistik

Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet

Vårterminen 2018

Handledare: Ove Krafft

Författare:

Emma Gabinus

Matilda Bergström

Födelseårtal:

940422

931029

Förord

Denna studie startades genom vårt intresse för logistik och hållbarhetsfrågor. Den inledande kontakten med den ideella organisationen Miljöbron vilka kopplar studenter till näringslivet var därmed väldigt värdefull. Miljöbron introducerade kontakten med Sotenäs kommun där vi senare kunde genomföra en fallstudie och testa våra frågeställningar. Hos Miljöbron vill vi tacka Anna Jonson Sahlberg för ett givande samarbete.

Vidare under arbetets gång kom vi i kontakt med PTV Group. Dem gjorde det möjligt för oss att genomföra studien genom att förse oss med licenser och viktig support i användandet av programvaran Route Optimiser. På PTV Group vill vi framförallt tacka Kim Örn och Mikael Turesson.

För att arbetet skulle kunna fortlöpa och för att få en inblick i hur andra arbetar och ser på ruttoptimeringproblemet inom hemtjänsten besökte vi Tomas Lilja på IT Kompanion. Vi vill tacka Tomas för att han delade med sig av flera perspektiv på hur ruttoptimering fungerar i hemtjänsten samt för hans hjälp med ett tillvägagångssätt för att kunna erhålla ett tolkningsbart resultat från simuleringarna.

Under studien undersöktes hemtjänsten i Sotenäs kommun. Där vill vi tacka Daniel Lindström, Titti Johansson och all annan personal på hemtjänsten i söder för att vi fick lov att vara med i deras verksamhet. De var alla väldigt hjälpsamma och svarade på alla våra frågor och delade med sig av många lärdomar. Vi träffade även många andra värdefulla personer i Sotenäs. Tack till Maria Vikingsson och Anita Mattisson för intressanta diskussioner. Vi vill tillägna ett speciellt tack till Helena Götherström (brandman och fordonsansvarig) då hon ena stunden släckt bränder och andra stunden hjälpt oss att ordna möten, guidat och varit vår länk till kommunen.

Avslutningsvis vill vi tacka vår käre handledare Ove Krafft som har varit en stöttepelare för oss under hela arbetet. Han har sett till att vi håller oss inom ramarna och blir klara i tid.

Matilda Bergström och Emma Gabinus

Göteborg, juni 2018

Sammanfattning

I denna studie undersöks hur ett fördelningsoptimeringssystem kan appliceras i den kommunala hemtjänsten i syfte att vara ett steg för att nå Sveriges miljömål. Miljömålet innebär att Sverige ska nå en fossiloberoende fordonsflotta till år 2030. Ruttplanering inom hemtjänsten är ett komplext arbete eftersom man måste ta hänsyn till många restriktioner kopplade till brukare och personal. Att samtidig ta hänsyn till dessa restriktioner och uppnå en miljöeffektivisering anses vara en stor utmaning vilket gör området intressant för forskning. I denna studie genomförs därför en fallstudie på hemtjänsten i Sotenäs kommun. Där studeras hur användandet av ett ruttoptimeringssystem påverkar transporter. De områden som undersöks är dagens planeringsrutiner, genomförandet av rutter och den aktuella bränsleanvändningen.

I studien presenteras klassiska teorier och lösningsmetoder för ruttoptimeringsproblemet, samt teori om ruttoptimering applicerad inom hemtjänsten. Fallstudien genomförs genom två huvudsakliga metoder: en deskriptiv undersökning och en simuleringsmodell. I den deskriptiva delen undersöks hur hemtjänstens ruttplanering ser ut och fungerar idag. Sedan används ett fördelningsoptimeringssystem för att skapa simuleringsmodellen. Först genomförs en återrapporterad simulering med dagens planeringsrutiner, detta för att få en förståelse om nuvarande miljöpåverkan. Därefter genomförs en optimerad simulering med samma data, då införs tidsfönster så att besöken får lov att byta sekvensering och personal. Avslutningsvis jämförs de två simuleringarna och tillsammans med den deskriptiva undersökningen ligger de till grund för att ge svar på hur ett fördelningsoptimeringssystem kan användas för att miljöeffektivisera transporter inom hemtjänsten i Sverige.

Slutsatser som dragits av studien och simuleringarna är att ett fördelningsoptimeringssystem kan miljöeffektivisera hemtjänstens transporter i viss mån. Emellertid måste hemtjänsten anpassa sig till många restriktioner och till följd av detta blir miljöeffektiviseringen lägre prioriterad. Eftersom hemtjänstens restriktioner är kopplade till vård och omsorg behöver dessa i flertalet fall komma före. Planeringen av transporter i hemtjänsten i Sotenäs kommun anses vara av det traditionella sättet och mindre effektivt än användandet av ett optimeringsprogram eftersom all planering sker manuellt. Avslutningsvis anses ett fördelningsoptimeringsprogram kunna gynna kommunernas hållbarhetsarbete till att nå riksdagsmålet år 2030.

Nyckelord: *Vehicle Routing Problem (VRP), VRP in home care services, Computer-based tools, VRSP-Software, Operational Research, Route Planning, Ruttplaneringsproblemet.*

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Introduktion.....	1
1.2 Problembakgrund.....	1
1.3 Problemdiskussion	3
1.3.1 Ruttoptimering och miljöeffektivisering.....	3
1.3.2 Hemtjänstens restriktioner inom ruttoptimering	4
1.3.3 Datorstöd för ruttoptimering	5
1.3.4 Avvägningar mellan kostnader, kvalitet och miljöeffektivisering.....	6
1.4 Syfte	7
1.5 Forskningsfrågeställningar.....	7
1.6 Avgränsningar.....	7
2. Teoretisk referensram	8
2.1 Ruttplaneringsproblemet - Vehicle Routing Problem (VRP)	8
2.1.1 VRP	8
2.1.2 Lösningmetoder för VRP	9
2.2 Klassiska heuristiska metoder.....	9
2.2.1 Besparingsmetoden (The Saving Method)	9
2.2.2 Ett handelsresandeproblem	10
2.2.3 Svep- och utbytesmetoden	10
2.2.4 Petalmetoden.....	11
2.3 Metaheuristiska metoder.....	11
2.4 VRP i Hemtjänsten	12
2.5 Datoriserade ruttoptimeringssystem ur ett miljöperspektiv	13
2.5.1 Fördelar med ruttoptimeringsprogram.....	13
2.5.2 Nackdelar med ruttoptimeringsprogram	14
2.5.3 Route Optimiser	15

2.6 Sammanfattning av teorier	16
3. Metod	18
3.1 Metodval	18
3.2 Bakgrund Fallstudie	18
3.3 Deskriptiv undersökning	19
3.3.1 Undersökning av dagens situation	19
3.3.2 Datainsamling intervjuer	20
3.3.3 Datainsamling observationer	20
3.4. Simulering	21
3.4.1 Datainsamling	22
3.4.2 Tillvägagångssätt av återrapporterad simulering	23
3.4.3 Tillvägagångssätt av optimerad simulering	25
3.5 Etiska aspekter	26
3.6 Metoddiskussion	26
3.6.1 Validitet	26
3.6.2 Reliabilitet	27
3.6.3 Generaliserbarhet	28
4. Resultat och Analys	29
4.1 Deskriptivt resultat - Hemtjänsten i Sotenäs Kommun	29
4.1.1 Planering och genomförande av transporter i hemtjänsten i Sotenäs	29
4.2 Resultat av simuleringar	32
4.2.1 Simulering Dag 1	32
4.2.2 Simulering Dag 2	35
4.3 Allmän analys av vad ett fördelningsoptimeringssystem har för inverkan på hemtjänstens transporter ur ett miljöperspektiv	37
5. Slutsatser och fortsatt forskning	42
5.1 Slutsatser	42
5.2 Fortsatt forskning	43

Referenslista.....	44
Tryckta källor.....	44
Elektroniska källor.....	46
Muntliga källor.....	48
Bilder och figurer.....	48
Bilagor.....	49
Dag 1 återrapporterad simulering:	49
Dag 1 optimerad simulering:	51
Dag 2 återrapporterad simulering:	55
Dag 2 optimerad simulering:	57

Figurförteckning

Figur 1: Illustration av svepmetoden	11
Figur 2: Illustration av tabu search	12

Tabellförteckning

Tabell 1: Återrapporterad simulering dag 1.....	32
Tabell 2: Optimerad simulering dag 1, test 1.....	33
Tabell 3: Optimerad simulering dag 1, test 2.....	34
Tabell 4: Återrapporterad simulering dag 2.....	35
Tabell 5: Optimerad simulering dag 2:	36

Definitionslista

Miljöeffektivisering: I vår tillämpning av begreppet syftar vi på att minska utsläpp av växthusgaser och minska användandet av fossila bränslen. Begreppet innefattar det effektiviseringsarbete som görs i syfte till att minska klimatpåverkan och skapa ett hållbart samhälle.

Brukare: En person som använder sig av hemtjänstens service.

Personal/anställd: Samtliga anställda inom hemtjänsten, med roller innefattande undersköterskor, sjuksköterskor och servicepersonal.

Mjuka restriktioner: I ruttoptimering av hemtjänsten finns flera restriktioner att ta hänsyn till. De mjuka restriktionerna benämns vara de behov och önskemål som finns hos både brukare och personal.

Fördelningsoptimeringssystem: En typ av datoriserat ruttoptimeringssystem. I denna programvara kan flera fordon tas med i beräkningen samtidigt och systemet föreslår en lösning vilken balanserar transportuppgifterna mellan fordonen samtidigt som körsträckan minimeras (Vägverket, 2007).

Heuristik: Heuristik innebär att ingen optimalitet kan garanteras men anger en lösning som är tillräckligt tillfredsställande för den aktuella situationen.

VRP (Vehicle Routing Problem): VRP är den klassiska benämningen för det komplexa ruttplaneringsproblemet, vars lösningar syftar till att minimera körsträckor och finna optimala rutter.

VRPTW (Vehicle Routing Problem with Time Windows): Ruttplaneringsproblem där leveranser eller besök har tidsfönster vilka måste beaktas vid planering.

HCCSP (Home Care Crew Schedule Problem): HCCSP innebär den problematik som finns vid schemaläggning av personal i hemtjänsten, då man har flera restriktioner att ta hänsyn till.

Sökinformation: Den information som behövs vid planering och optimering av rutter. Hur man förhåller sig till och använder denna sökinformation kan ibland begränsas av typ av optimeringssystem eller lösningsmetod.

1. Inledning

1.1 Introduktion

Riksdagsmålet att skapa en fossiloberoende transportflotta till år 2030 är ett steg mot en hållbarare framtid (Kommitédirektiv 2012:78). Att förändra transportsektorn är en stor del i denna process men målet avser även alla verksamheter i Sveriges kommuner. Hemtjänsten till exempel, där kärnverksamheten är vård och inte transporter, påverkas även den av dessa förändringar. Detta eftersom flertalet transporter sker inom verksamheten. I dagsläget drivs hemtjänsten i Sverige av bland annat kommunerna och kvaliteten kan se olika ut från kommun till kommun (Interpellation till statsråd, 2015/16:140). I Sverige har antalet förväntade levnadsår med god hälsa ökat de senaste åren. Till år 2050 förväntas det finnas en fördubbling av de äldre som är över 85 år. Det blir även allt vanligare att fler bor kvar i hemmet, vilket resulterar i att efterfrågan av hemtjänsten ökar. En viktig aspekt blir då att utveckla, koordinera och effektivisera hemtjänstens transporter så dessa är i korrelation med transportsektorns utveckling mot en hållbarare framtid (Boverket, 2017). Att utveckla och effektivisera hemtjänstens transporter kan göras via ett datoriserat ruttoptimeringssystem (Trawaski och Ireståhl, 1988). I denna studie kommer en fallstudie genomföras i Sotenäs kommun för att se hur användandet av ett datoriserat ruttoptimeringssystem påverkar miljöeffektiviseringen av hemtjänstens transporter i Sveriges kommuner.

1.2 Problembakgrund

Idag är logistik och transporter en viktig del i samhället, framförallt för att gynna ett konkurrenskraftigt näringsliv. I takt med att organisationer blir allt mer slimmade ökar kraven på att transporter skall ske inom kortare tidsfönster och med hög punktlighet. Det finns en stor konkurrens inom transportsektorn varav planering och optimering av transporter blir en nödvändighet för att överleva (Svenskt Näringsliv, 2005). Idag står många transportörer inför problemet att möta efterfrågan samtidigt som man måste minimera sina kostnader (Ibid.). Det är även en konkurrensfördel att tillhandahålla miljövänliga transporter, vilket även i sin tur leder till att transportsektorn tvingas komma på mer miljövänliga transportlösningar (Johansson, 2014). Den svenska transportsektorn stod under år 2016 för en fjärdedel av Sveriges totala energianvändning (Statens energimyndighet, 2016). Att minska transporternas negativa påverkan på klimatet och miljön är en av de största utmaningarna inom hållbar utveckling (Naturvårdsverket, 2018). I Sverige och internationellt står förbränningen av fossila bränslen för den största delen av växthuseffekten. Transporternas utsläpp av växthusgaser

förändrar klimatet, försurar naturen och påverkar människans hälsa. Det finns olika tillvägagångssätt att lösa detta transportproblem. I dagsläget är det inte fastställt vilket transportmedel som är mest kostnadseffektivt och miljövänligt. Det pågår ständigt forskning kring olika biodrivmedel eller om elbilen kommer ligga i framkant, detta beroende på utvecklingen av batteriets innehåll av kobolt och tillverkningsprocessen. (Liljemalm, 2017). Mängden trafik ökar och den övergång till biodrivmedel som sker räcker inte för att motverka denna effekt (Naturvårdsverket, 2018).

Eftersom transportsektorn är en konkurrensutsatt bransch finns därför många smarta transportlösningar att inspireras av. Ruttoptimering till exempel, vilket är ett bra första steg mot en hållbarare framtid. Ruttoptimering eller ruttplanering optimerar och planerar transporter i syfte att minimera kostnader och möta efterfrågan på ett konkurrenskraftigt sätt (Lundgren, Jörnsten och Madsen, 1993). Att ha ett välplanerat ruttschema kan leda till minskade transportkostnader då man ofta kan leverera snabbare, resvägen blir kortare och att timingen passar bättre (Segerstedt, 2007). En följd av dessa fördelar är också att bränsleanvändningen minskar vilket sparar både kostnader och miljöpåverkan.

Det är inte bara transportbolagen som påverkas av att transporter skall ske allt snabbare och bli mer miljövänliga i syfte att nå riksdagsmålet. Även i hemtjänsten är transporter en viktig del av planeringen. Hemtjänstens transporter står för ca 80 procent av alla transporter i den kommunala verksamheten (Länsstyrelsen 2, 2018). Det är därför essentiellt att kommunerna planerar transporterna så effektivt som möjligt, vilket kräver stort engagemang och kunskap inom såväl vård som logistik (Andersson, 2016). En del av denna kunskap anser vi kunna hämta från hur rutter planeras inom transportsektorn.

Traditionellt sett har ruttplaneringen utgått från personaltillgänglighet, vilket oftast har skett manuellt och av vårdpersonalen själva (Vägverket, 2007). Vid planeringstillfället görs schemaläggning av personal med vårdinsats som en planeringsparameter. Till skillnad från det traditionella sättet tar ett datoriserad ruttoptimeringssystem både in vårdinsats och transporttid i beräkningen som två parametrar för en effektiv planering.

Den kommunala hemtjänsten finns till för den som inte själv kan få sina behov tillgodosedda. I detta fall har man rätt till bistånd från Socialnämnden. I hemtjänsten kan man som brukare få hjälp med hushållsarbete som till exempel städning, inköp och andra hushållssysslor. Vidare kan man få hjälp med personlig omvårdnad vilket innefattar hjälp ur säng, badning, påklädning och dosering av medicin (Socialstyrelsen, 2016). Att hemtjänsten erbjuder ett stort omfång av

tjänster leder till att de behöver olika kompetenser i sin verksamhet. Detta leder i sin tur att hemtjänstens transportplanering begränsas av personaltillgänglighet och brukarens speciella behov och önskemål (Länsstyrelsen 1, 2018). Ytterligare begränsningar och restriktioner att beakta vid hemtjänstens transportplanering är att både brukare och personal har restriktioner inom ruttplanering vad gäller tidsfönster, dessa baserade på när under dagen patienten behöver vård och hur personalens raster ser ut. En annan begränsning är påtryckningar från regeringen att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2050. Regeringen arbetar ständigt med långsiktiga prioriteringar och ett steg för att nå denna vision är att Sverige bör ha en fordonsflotta som är fossiloberoende år 2030 (Näringsdepartementet, 2012). Detta är en process av successiv omställning och vidareutveckling som berör alla i Sverige och ett tvärfunktionellt partnerskap blir allt viktigare för att nå en hållbar välfärd (Regeringen, 2017).

1.3 Problemdiskussion

1.3.1 Ruttoptimering och miljöeffektivisering

Eftersom hemtjänsten är en växande sektor i Sverige, står kommunerna inför en stor utmaning att tillgodose äldres behov av vård och omsorg samtidigt som de ska förändra dess transportflotta i takt med att nå riksdagsmålet till år 2030. Det är alltså avgörande att alla kommuner deltar i arbetet och det finns ett stort engagemang i kommuner, vilket är betydande i utvecklingen för ett hållbart samhälle (Regering, 2017).

Att minska transportutsläppen är ett steg på vägen för en miljöeffektivisering inom hemtjänsten. Samtidigt som man vill använda minsta möjliga resursinsats, den totala körsträckan, måste man även möta vårdtagarens behov av vård och omsorg. Ruttplanering är därför en viktig del i lösningen för att minska körsträckan och därmed utsläppen. Ytterligare ett resultat av ruttplanering kan vara att man kan använda färre fordon i verksamheten. Rutterna måste därför planeras noggrant för att se till att allas behov tillgodoses utan att fordonets lastkapacitet överskrids och att den totala reslängden minskar. Detta kallas för det klassiska ruttplaneringsproblemet (Lundgren et al., 1993). Inom forskningsområdet ruttplanering har Clark och Wright (1964) konstruerat en modell för att lösa detta problem, så kallad besparingsmetoden. Eftersom Clark and Wrights modell tar hänsyn till lastkapacitet så är den inte helt överförbar till vår studie, men modellen presenteras i teorikapitlet för att få en grundläggande förståelse av ruttplanering.

Vidare finns det andra forskningsmetoder för att lösa det klassiska ruttplaneringsproblemet. En av dessa är handelsresandeproblemet, *the Travelling Salesman Problem (TSP)*. TSP används

när lastkapaciteten inte är relevant och gör därför denna metod mer överförbar till planering av hemtjänstens transporter. I detta problem antas att en handelsresande hela tiden reser till närmsta destination (Lundgren et al., 1993). Detta leder till att han inte alltid tar den mest optimala vägen för att nå samtliga av sina destinationer. Den totala sträckan kan förkortas om man genom en iterativ metod testat nya lösningar för att komma fram till en kortare körsträcka. Detta resulterar i sin tur till minskade miljöutsläpp.

1.3.2 Hemtjänstens restriktioner inom ruttoptimering

Samtidigt som vi i denna studie vill titta på miljöeffektivisering, måste vi ta hänsyn till andra faktorer och restriktioner som finns vid ruttplanering inom hemtjänsten. Denna uppsats behandlar ett specifikt ruttoptimeringsproblem, hur man skall ruttplanera och samtidigt förhålla sig till alla begränsningar som finns inom hemtjänsten. Ruttoptimeringsproblemet inom hemtjänsten kan anses komplext på grund av dess många restriktioner. Det finns tidigare forskning som beskriver det komplexa ruttoptimeringsproblemet inom hemtjänsten och de många restriktioner man bör ta hänsyn till. Bland annat menar Sachidanand, Begur, Miller och Weaver (1997) att man måste matcha brukare med en personal av rätt kompetens, eftersom brukare har olika behov. Vissa brukare har behov av en sjuksköterska som kan ge medicin och sprutor medan andra behöver assistans med andra sysslor i hemmet.

Vidare finns det restriktioner inom hemtjänsten där man måste ta hänsyn till både personalens och brukarens tidsfönster (Decerle, Grunder, Hajjam El Hassani och Barakat, 2017). Personal måste ha raster och får inte jobba övertid, och brukaren har ibland behovet att få sitt besök under en viss tid på dagen. Ruttplaneringen bör därför ta hänsyn till att balansera ut arbetsbördan på samtlig personal. Att hemtjänsten karakteriseras av att förhålla sig till tidsfönster kategoriseras som ett *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) (Rasmussen, Justesen, Dohn och Larsen, 2012). VRPTW innebär att hemtjänstbesök har ett tidsfönster som måste respekteras. Undantagsfall när besöken inte har ett tidsfönster kan exempelvis vara då en medicinering måste ske på en viss utsatt tid.

En annan restriktion handlar om kontinuitet vilket är av stor vikt inom hemtjänsten. Det är en kvalitetsfaktor och trygghet inom hemtjänsten att brukare kopplas till en eller flera specifika personalgrupper för att skapa kontinuitet (Decerle et al., 2017). Därför bör även denna aspekt beaktas vid planering och schemaläggning. Ibland kräver även en brukare fler än en personal under samma besök vilket också bidrar till en komplexitet i planeringen (ibid.). I Decerles et al. (2017) modell beskrivs att det är viktigt att balansera samtliga restriktioner och att minimera

den totala körsträckan. Modellen syftar till att kunna stötta beslutsfattare där total körsträcka minskas samtidigt som mjuka restriktioner balanseras mot ruttplanering och schemaläggning. Det kan också resultera att man ibland kan behöva göra avvägningar däremellan. Eftersom vi kommer att behöva ta hänsyn till flertalet restriktioner i ruttplaneringen, kommer vi inte finna den optimala lösningen ur ett miljöperspektiv där man endast vill minska transportsträckan. Detta leder till att vi kommer benämna resultatet som en planeringslösning där vi, precis som Declere et al. (2017) eftersträvar att finna balans mellan restriktioner och att minska den totala körsträckan.

1.3.3 Datorstöd för ruttoptimering

Datorstöd skulle kunna vara en möjlighet för att effektivisera hemtjänstens transporter och ruttplanering. En viktig grund för att se om det går att applicera ett fördelningsoptimeringssystem på hemtjänstens transporter är att förstå det klassiska ruttplaneringsproblemet. De ovan nämnda metoder som finns för att beräkna den optimala ruten grundar sig ofta på heuristiska metoder. Dessa metoder beskrivs vidare i teorikapitlet för att ge en ökad förståelse för de grundläggande lösningsmetoderna. Även datoriserade ruttoptimeringsprogram använder sig av heuristiska metoder, vilka arbetar snabbare och effektivare än vad en manuell ruttplanering gör (Vägverket, 2007). År 2006 var det knappt hälften av Sveriges kommuner som använde någon form av digitalt stöd för sin hemtjänstverksamhet. Vid dåvarande användning av administrativa program var ruttoptimering mycket begränsat. Ruttoptimeringssystem beräknar och optimerar körsträckan för att korta ner antal körda kilometer och restid. Med hjälp av avancerade algoritmer optimeras körsträckan och körtiden, vilket resulterar i en besökslista som antingen kan skrivas ut eller skickas till fordonets GPS. Detta leder i sin tur till win-win situation där både, miljö, företag och kvaliteten förbättras. Enligt Vägverket (2007) kan användningen av ett ruttoptimeringssystem leda till att man frigör resurser och effektiviserar transporterna, samt minskar dess miljöbelastning. Denna studie kommer att fastställa om det är applicerbart inom hemtjänsten.

Det finns tre olika typer av datorsystem för ruttplanering; nätverksanalys, kostnadsminimerande körrutter (TSP) och balanserade körrutter (Moen, 2016). Nätverksanalyser används framförallt till kommersiella program för exempelvis vägbeskrivningar eller upplysningar om trafiken och tar endast hänsyn till ett fordon i taget. Arbetar man utefter en nätverksanalys anger programvaran sträckan mellan punkt A och punkt

B men det finns inga algoritmer eller beräkningsfunktioner för hur transportplaneringen skall ske på bästa sätt. Användaren får i regel själv definiera hur transportschemat skall se ut. Vidare kan man arbeta utefter optimering, även känt som kostnadsminimerande körrutter (Vägverket, 2007). Denna metod använder sig av samma logik som *the Travelling Salesman Problem* (TSP-algoritmer) där den effektivaste resvägen beräknas via en iterativ metod (ibid.). Till sist menar Moen (2016) att man även kan använda sig av balanserade körrutter, även kallat fördelningsoptimeringssystem. I denna programvara kan flera fordon tas med i beräkningen samtidigt. Systemet föreslår en lösning vilken balanserar transportuppgifterna mellan fordonen samtidigt som körsträckan minimeras. Fördelningsoptimeringssystemet förutsätter att data är geokodad och att samtliga mjuka restriktioner är integrerade i programvaran. (Vägverket, 2007) Eftersom det senare systemet som både balanserar transportuppgifterna, tar hänsyn till att körsträckor minimeras samt väger in restriktioner i planeringsproblemet anses det passa bäst vid applicering på hemtjänstens ruttoptimeringsproblem. Därför väljer vi att undersöka detta system mer ingående.

1.3.4 Avvägningar mellan kostnader, kvalitet och miljöeffektivisering

Ett resultat av transportproblemet i hemtjänsten blir att kvaliteten och arbetsförhållandena försämras. De anställda inom hemtjänsten brottas ofta med ett komplicerat arbetsschema och arbetar under stor tidsbegränsning (Lagercrantz, 2017). Ibland har de också lång väg mellan vårdtagarna och trots att de vill ge dem äldre mer tid hinns inte detta med på grund av andra besök som väntar. Till följd av detta varierar kvaliteten och personalkontinuiteten i kommunerna. De äldre kan i genomsnitt få besök av mellan 6 och 24 olika vårdare under en period om två veckor (Interpellation till statsråd, 2015/16:140). Detta har resulterat i att var fjärde äldre känner sig otrygg i att få stöd från den kommunala hemtjänsten. Tidigare forskning har framförallt fokuserats på att förbättra kvaliteten och balansera hemtjänstens speciella restriktioner (Declere et al, 2017). Rasmussen et al. (2012) menar samtidigt att det finns lite forskning om hemtjänstens transporter. Denna studie kommer därför belysa hemtjänstens transporter ur ett miljöperspektiv för att gynna arbetet mot att nå Sveriges miljömål till 2030. För att kunna svara på hur Sveriges kommuners miljöeffektivisering kan komma att påverkas av ett datoriserat ruttplaneringssystem kommer en fallstudie genomföras på hemtjänsten i Sotenäs kommun. Då arbetet sker utifrån ett fördelningsoptimeringssystem är de mätbara miljöeffektiviseringsfaktorerna körsträckor, bränsleanvändning samt koldioxidutsläpp. Därför kommer undersökningen fokuseras på dessa faktorer. Arbetet förväntas kunna ge riktlinjer till

planerare inom hemtjänst på hur ett fördelningsoptimeringsprogram kan påverka miljöeffektiviseringsarbetet.

1.4 Syfte

Syftet med studien är att visa hur användandet av ett fördelningsoptimeringssystem påverkar den kommunala hemtjänstens transporter ur ett miljöperspektiv.

1.5 Forskningsfrågeställningar

Med beaktande av att man idag vill miljöeffektivisera inom hemtjänsten samtidigt som man har ett komplext ruttoptimeringsproblem, leder problemdiskussion och syfte till följande frågeställning:

Hur påverkas hemtjänstens transporter och planering ur ett miljöperspektiv, vid användandet av ett fördelningsoptimeringssystem?

För att kunna genomföra denna studie krävs det delforskningsfrågor som tillsammans svarar på huvudsyftet som ligger till grund för denna studie. Dessa forskningsfrågor inriktar sig mot fallstudien i Sotenäs kommun. Dessa frågor kan bidra till att vara riktlinjer för andra kommuner vid utvärdering av miljöeffektivisering vid ruttoptimering i hemtjänsten.

- Hur planeras och genomförs dagens transporter inom hemtjänsten?
- Kan en implementering av ett fördelningsoptimeringsprogram effektivisera planeringsrutinerna?
- Vad har användandet ett fördelningsoptimeringsprogram för påverkan på körsträckor, körtider och bränsleanvändningen?

1.6 Avgränsningar

Ruttplanering kan vara ett tillvägagångssätt för att undersöka eventuella förbättringar för kvaliteten och arbetsförhållandena inom hemtjänsten, däremot kommer denna studie avgränsa sig till enbart miljöpåverkan. Dock är kvalitet, arbetsförhållanden och kostnader andra viktiga aspekter vilka är intressanta för fortsatt forskning.

2. Teoretisk referensram

I detta avsnitt presenteras olika teorier och modeller vilka anses kunna ligga till grund för att finna metoder och tillvägagångssätt för hur ruttplanering kan miljöeffektivisera transporter. Vidare förklaras fördelar och nackdelar med ett fördelningsoptimeringsprogram samt hur programvaran Route Optimiser fungerar för att effektivisera transporter.

2.1 Ruttplaneringsproblemet - Vehicle Routing Problem (VRP)

2.1.1 VRP

För att försörja ett antal kunder i ett område bör man finna en så effektiv distributionsplan som möjligt (Lundgren et al., 1993). Planering av distributionsplanen kan både göras på en strategisk och en operativ nivå. På den strategiska nivån ligger beslut om val av och antal fordon, samt lokalisering av fordonsterminal osv. Den operativa delen avser istället att minimera körsträckor och finna optimala rutter. Att minimera körsträckan och finna optimala rutter är ett komplext problem och kallas för det klassiska *Vehicle Routing Problem*, *VRP* (Lundgren et al., 1993). *VRP* handlar om att bestämma optimala rutter för en fordonsflotta vilken utgår från en central depå (Laporte et al., 2000). För *VRP* är målet att möta en känd efterfråga med minsta möjliga resursinsats, den totala körsträckan (Lundgren et al., 1993).

Ruttplaneringsproblemet, *VRP*, är ett optimeringsproblem, vilket innebär att bästa lösningen kan hittas genom en matematisk lösning (Lundgren et al., 1993). Detta matematiska problem består av variabler med ett flertal begränsningar, där en tillåten lösning är en distributionsplan som uppfyller samtliga begränsningar. Som tidigare nämnt har hemtjänsten flertalet speciella begränsningar att ta hänsyn till såsom brukarens önskemål och behov av specialkompetens. Det är därför av stor vikt att genomföra en distributionsplan som uppfyller de givna restriktionerna. Fullständiga optimeringslösningar för ruttplanering är dock komplexa och tidskrävande (Lumsden, 2012). Vid optimering av rutter bör man identifiera antalet möjliga ruttkombinationer. Det finns dock en svårighet i att finna dessa, eftersom antalet möjliga ruttkombinationer bestäms av antalet besöksställen genom $n = k!$, där n = antalet möjliga rutter och k = antalet besöksställen (ibid.). Det finns ytterligare en svårighet i att antalet alternativa rutter växer fort i takt med att antalet besöksställen ökar (Segerstedt, 2007). För att illustrera detta så har hemtjänsten nio platser att besöka. Detta innebär att det finns $9! = 362\ 880$ alternativa ruttordningar. Om hemtjänsten ytterligare får en plats att besöka, resulterar detta i att det finns $10! = 3\ 628\ 800$ alternativa ruttordningar. Detta är en ökning med nästan 3,3

miljoner ruttordningar. Vidare är det även svårt att avgöra vilken ruttordning som är den mest optimala av dessa. Det är därför viktigt att aktivt söka och genomföra analyser av ruttplanering för nå kostnadsbesparingar och miljöeffektivisering. Därför brukar man vid ruttoptimeringsproblem använda sig av heuristiska metoder. Även denna studie kommer använda sig av heuristiska metoder.

2.1.2 Lösningmetoder för VRP

Det finns olika typer av heuristiska lösningar för VRP. Eftersom datoriserade optimeringssystem använder sig av heuristiska lösningar anses beskrivningen av de mest fundamentala lösningmetoderna vara relevant för förståelsen av datoriserade system. Dessa lösningmetoder kommer inte appliceras i studiens metod men ligger till grund för att ge en övergripande förståelse för hur man skall hantera det komplexa ruttplaneringsproblemet i hemtjänsten. Laporte (2000) identifierar två huvudgrupper av dessa fundamentala lösningmetoder; klassiska heuristiska metoder och metaheuristik. Den klassiska heuristiken utvecklades främst mellan 1960 och 1990 medans metaheuristik växte fram under 2000-talet. Klassiska metoder genererar generella kvalitetslösningar men är begränsade i sitt användande av sökinformation. Dessutom kan de flesta av dessa metoder lätt utökas för att ta hänsyn till restriktioner som finns i praktiken. Därför används de klassiska metoderna ofta i kommersiella datasystem. En utveckling av de klassiska heuristiska metoderna är metaheuristisk som egentligen är en naturlig förbättring av dessa. I metaheuristiska metoder görs en mer ingående undersökning av sökinformationen för att finna lösningar utanför den redan lokalt optimerade modellen. Metoden tar hänsyn till grannområden, sökningsregler och minnesstrukturer för att förbättra kvaliteten på lösningarna. En av dessa metoder kallas för *tabu search* och anses vara den mest framgångsrika metoden inom metaheuristik som ofta används vid lösning VRP (ibid). Under avsnittet metaheuristik kommer vi därför enbart att fokusera på *tabu search*.

2.2 Klassiska heuristiska metoder

2.2.1 Besparingsmetoden (*The Saving Method*)

Clarke och Wrights (1964) *savings algorithm* eller *besparingsmetod* är möjligtvis den mest kända heuristiska lösningen för VRP (Laporte et al., 2000). Besparingsmetoden är en ruttplaneringsmodell vilken syftar till att minimera körsträckor samt maximera lasten under varje sträcka. Besparingsmetoden utgår från att en fordonsflotta av varierande kapacitet används för leveranser från en central depå till ett antal leveranspunkter (Clarke och Wright,

1964). Målet med metoden är att fördela laster till fordon så att all efterfråga täcks och körsträckan minimeras.

Besparingsmetoden bygger på att varje förändring av en aktuell lösning skall ge en förbättring av den totala kostnaden (Lundgren et al., 1993). För förklaring av dess grundprincip kan ett antagande göras att vi i utgångsläget har en fabrik som skall leverera till två leveransställen. Vi antar även att vi har tillgång till en lastbil vilken kör från fabriken till det första leveransstället och sedan tillbaka till fabriken. Sedan kör den från fabriken till det andra leveransstället och sedan tillbaka till fabriken. Vid användande av besparingsmetoden skulle man istället kunna eliminera två av sträckorna genom parvis optimering och istället köra från fabriken till det första leveransstället och sedan direkt till det andra leveransstället innan man återvänder till fabriken. Detta fungerar dock endast om fordonet har kapacitet att ta med sig båda leveransställets gods. (Rosén, 2018)

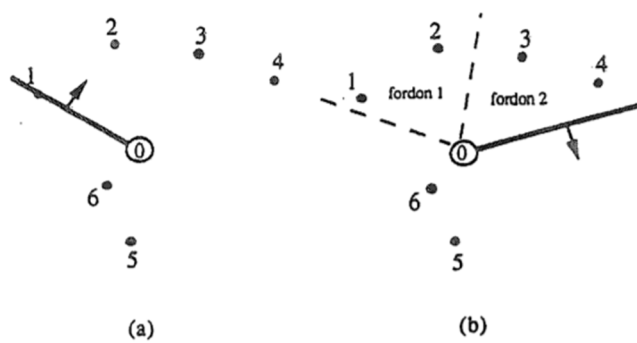
2.2.2 *Ett handelsresandeproblem*

Ruttplaneringsproblemet i hemtjänsten kan liknas med handelsresandeproblemet, även känt som *The Travelling Salesman Problem*. Problemet innebär att man försöker hitta den kortaste vägen mellan ett antal destinationer som alla skall besökas en gång var (Lundgren et al., 1993). Man antar att tillgång endast finns till ett fordon vilket kan besvara efterfrågan hos samtliga destinationer. Detta betyder att den totala efterfrågan hos kunderna inte kan överstiga lastkapaciteten. Handelsresandeproblemet är en heuristisk metod och ligger till grund för flertalet andra heuristiska metoder inom ruttplanering, det finns även flertalet olika variationer av handelsresandeproblemet som exempelvis svep- och utbytesmetoden.

2.2.3 *Svep- och utbytesmetoden*

Svepmetoden beskrivs av Gillett och Miller (1974) att vara en iterativ metod vilken används för att minska den totala körsträckan för samtliga planerade rutter. Svepmetoden är en metod vilken utnyttjar faktumet att en rutt där transportsträckorna inte korsar varandra oftast är kostnadsfördelaktig (Lundgren et al., 1993).

I svepmetoden utgår man initialt från depån och kluster skapas genom att en stråle roteras 360 grader runt depån utifrån en vald startkund (se figur 1) (Lundgren et al., 1993). Svepmetoden delar alltså in kundområdet i sektorer runt depån



Figur 1: Illustration av svepmetoden. Indelning av sektorer med en stråle som roteras 360 grader runt depån. Varje siffra är en kund vilka delas in kundområden runt depån med startkund i (a)-bilden och vidare i (b)-bilden har fler kunder delats in i sektorer. (Lundgren et al., 1993 s.21)

2.2.4 Petalmetoden

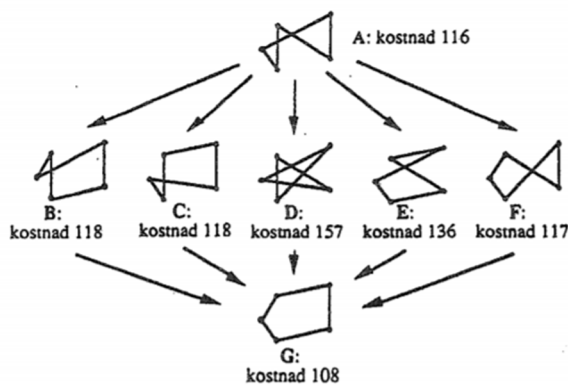
En utveckling av svepmetoden introducerades Foster och Ryans (1976) vilket använder en speciell struktur så kallade *petals* (Laporte, 2000). Byggandet av rutter använder en begränsad kronbladsliknade struktur (*petal-like structure*) som är baserad på att alla rutter tilldelas geografiska områden runt depån (Ryan, Hjorring, och Glover, 1993). Det vill säga att alla noder i det geografiska området nås och ingen kund utlämnas. Vid observation av ruttplaneringsproblem visas många optimala rutter på liknande sätt som Foster and Ryans begränsade kronbladsliknade struktur.

2.3 Metaheuristiska metoder

Tabu search används som ett verktyg för att lösa kombinatoriska optimeringsproblem och har visat sig mer framgångsrik i jämförelse med de andra metaheuristiska metoderna (Laporte, 2000). Tabu search använder sig av heuristiska metoder på en avancerad nivå och fungerar bättre eftersom man använder sig av en mer flexibel minnesstruktur för att tillåta att sökinformation används mer grundligt och genomgående (Glover, 1990).

Tabu search utvecklar metoder och förebygger att de resulterar i enbart lokalt optimerade lösningar och man kan istället se bortom dessa. En beskrivning av denna utvidgade metoden kan göras genom en utveckling på den tidigare nämnda *utbytesmetoden*. Denna utveckling innebär att man i planeringen accepterar en kostnadsförsämring temporärt för att sedan kunna komma fram till en lösning som är mer kostnadsmässig fördelaktig än tidigare (se figur 2) (Lundgren et al., 1993). Med denna metod kan man i vissa fall komma tillbaka till en tidigare

utvärderad och förkastad rutt. Dessa rutter sammanställs till en förbudslista, dvs rutter som ej bör användas, därav namnet *tabu search*.



Figur 2: Illustration av *tabu search*. Bokstäverna representerar möjliga sätt att via 2-byten nå G-lösningen från A-lösningen. Kostnaderna för varje sätt visas för att se att trots att man initialt accepterar en högre kostnad kan man i slutändan nå den mer kostnadseffektiva lösningen (Lundgren et al., 1993 s.22).

Tabu search kan användas inom flera olika typer av redan satta modeller för att generera nya lösningar (Glover, 1990). Dessa nya lösningar kan genereras exempelvis genom att man lägger till eller tar bort en faktor i modellen, byter plats på olika arbetssteg eller förändrar värdet på en variabel. Modellen är väldigt anpassningsbar och kan genom ovan beskrivet tillämpas i flera olika sammanhang.

2.4 VRP i Hemtjänsten

Rasmussen et al. (2012) beskriver att hemtjänstens planeringsproblem tillhör VRP med tidsfönster (VRPTW). Detta eftersom restiden mellan besöken och tidsfönster av besöken måste respekteras. Hemtjänstens ruttplanering har en speciell utmaning eftersom planeringen måste ta hänsyn till mjuka prioritetsrestriktioner och temporärt beroende mellan besöken (Rasmussen et al., 2012). Mjuka prioritetsrestriktioner innebär att varje brukare har preferenser och önskemål som ska prioriteras samt att rätt kompetens måste gå till rätt brukare. Ett annat exempel på mjuka prioritetsrestriktioner är personalkontinuitet. Det är en viktig aspekt inom hemtjänsten eftersom det bidrar till att kunna erbjuda och hålla en hög servicenivå. Temporärt beroende mellan besök innebär att besöken är tidsberoende av varandra, dvs att besöken ibland måste vara synkroniserade och ske inom samma tidsram som vid exempelvis dubbelbemanning. Temporärt beroende kan även innebära att en tvättmaskin ska sättas på under ett besök och att den nytvättade tvätten skall hängas upp under ett annat. Dessa två besök är beroende av varandra och måste ske inom ett visst tidsfönster. Det temporära tidsberoendet

kan vara av minimum- och maximumkaraktär, vilket innebär att de två tvättbesöken exempelvis måste ske inom minst ett två timmars fönster och max ett fyra timmars fönster. Ett temporärt tidsberoende av besöken kan också överlappa varandra då exempelvis en nyckel måste ges från en personal till en annan. En metod för att lösa både temporärt tidsberoende mellan besöken och hemtjänstens mjuka prioritetsrestriktioner är klustring.

Güven-Kocak, Heching, Keskinocak och Toriello (2017) menar att klustring är ett steg på vägen till att bibehålla kvalitet och servicenivå i hemtjänsten eftersom man erhåller en bättre kontinuitet med personal hos brukarna. Genom klustring kan man låsa vissa brukare till ett specifikt fordon eller en viss personal (Nakari, 2016). *Home Care Crew Scheduling Problem* (HCCSP) har till skillnad från VRPTW en preferensparameter för varje anställd och brukarkombination (Rasmussen et al., 2012). Detta innebär att varje brukare har en prioriteringslista för de anställda som kan utföra besöket, detta eftersom det är fördelaktigt att samma person skall besöka brukaren för att bibehålla kontinuiteten. Klustring kan genomföras genom att man delar upp och reducerar det geografiska ruttområdet för personalen, så att den specifika personalen har ett mindre antal brukare i sin totala brukarlista. Klustring kan också liknas med petalmetoden eftersom även denna metod begränsar rutterna till områden i en kronbladslikande struktur (Rasmussen et al., 2012).

Att skapa kontinuitet för brukarna är som nämnt viktigt för att bibehålla kvaliteten och servicenivån i hemtjänsten. Vidare menar dock Rasmussen et al. (2012) på att man kan förlora optimalitet vid användandet av klustring i ruttplanering. Detta eftersom klustring kan leda till att man inte väljer den kortaste vägen. Det är därför viktigt att göra avvägningar för de fördelar man får genom klustring mot optimalitet.

2.5 Datoriserade ruttoptimeringssystem ur ett miljöperspektiv

2.5.1 Fördelar med ruttoptimeringsprogram

Med ett datoriserat ruttplaneringssystem kan felkörningar elimineras, körsträckor minimeras och körtider förkortas. Detta görs antingen via ruttplanering eller vägvalsangivelser. Ruttplanering innebär att en färdplan ges ut på förhand innan transporten har börjat, i form av en lista i körturordningen eller en karta. Till skillnaden från ruttplanering sker vägvalsangivelser allt eftersom transporten fortskrider då färdbeskrivningarna visas via skickas till och från en mobildator som finns i fordonet. (Trawaski och Ireståhl, 1988) Enligt Lundgren et al. (1993) bygger de befintliga ruttplaneringsprogrammen på heuristiska metoder och kan ge

upp till 13 procent i besparingar av de totala kostnaderna. Även Toth och Vigo (2001) menar att användandet av ett datoriserat ruttoptimeringsprogram kan leda till betydande kostnadsbesparingar. Användandet resulterar generellt i en minskning med 5 till 20 procent av de totala transportkostnaderna. Detta leder även till en minskning av transportsträckor, bränsleanvändning och utsläpp av växthusgaser (Toth och Vigo, 2001). När ett datoriserat ruttplaneringsprogram uppskattar bränsleanvändningen, använder programmet parametrar som exempelvis områdets väglag och väghastigheter (Eglese och Black, 2015). Programmet antar sedan en genomsnittlig bränsleanvändning per distansenhet beroende på vägtyp och val av fordon.

2.5.2 Nackdelar med ruttoptimeringsprogram

Användandet av ett ruttplaneringsystem kan innebära att vissa parametrar i planeringen inte kan tas hänsyn till fullt ut. En av dessa parametrar kan exempelvis vara trängsel och trafik. Eglese, Maden och Slater (2006) menar ruttoptimeringsystem ofta har svårt att ta hänsyn till just detta. De menar att den genomsnittliga väghastigheten kan variera under dagen, beroende på trafik och trängsel på vägarna. Trafiken resulterar i att fordonet hindras från att köras i optimal hastighet, vilket leder till en negativ påverkan på fordonets totala miljöutsläpp. Om hastigheten är under den optimala hastigheten används en mer betydande bränslemängd då trafiken innebär ett start-stop beteende. Detta leder i sin till en ökning av bränsleanvändning eftersom fordonet växlar upp och bromsar ner fler gånger istället för att hålla en stadig hastighet (McKinnon och Piecyk, 2009).

Eglese och Black (2015) påpekar även att förarens körstil och fordonets storlek, ålder och typ av bränsle har en inverkan på miljöpåverkan. Dessa faktorer är därför viktiga då man vill minska användandet av bränsle. Vidare är det essentiellt att föraren inte frångår planeringen och att förarens körstil är i korrelation till eco-driving för att systemet skall visa rätt bränsleanvändning (Eglese och Black, 2015). Även Liimatainen, Stenholm, Tapio, och McKinnon (2012) menar att förarens körteknik är en signifikant faktor för bränsleförbrukningen. Detta eftersom föraren kontrollerar hastigheter, accelerationer, inbromsningar, växlingsteknik, tomgångskörning osv. Enligt Demir, Bektas och Laporte (2014) kan det skilja upp till 25 procent i bränsleförbrukning mellan den sämsta och den bästa föraren. Även McKinnon (2015) menar att träning av förare i eco-driving kan förbättra bränsleeffektiviteten med upp till tio procent.

2.5.3 Route Optimiser

I simuleringarna kommer programvaran Route Optimiser att användas i syfte att försöka minska miljöpåverkan av hemtjänstens transporter. Route Optimiser är ett fördelningsoptimeringssystem vilket syftar till att effektivisera transporter för att minska kostnader samtidigt som en mindre bränsleåtgång gynnar en minskning av koldioxidutsläpp (PTV Group, 2017). Systemet är ett standardsystem för ruttoptimering och lämpar sig för alla organisationer som har transporter i sin verksamhet.

Route Optimiser arbetar utefter tre komponenter vid optimering av importerade ordrar/besök; *kartan*, *affärsregler* samt *optimeringsalgoritmer*. Detta för att nå en så verklighetsbaserad optimering som möjligt. *Kartan* i Route Optimiser är en detaljerad karta på gatunivå som används för att beräkna restidsmatriser som sedan ligger till grund för ruttoptimeringsprocessen. Dessa restidsmatriser är nödvändiga för att få en rimlig svarstid för fördelningen av körordrar. Detta eftersom restidsmatriserna tar hänsyn till olika vägtyper och väghastigheter samt val av fordon och bränsleåtgång under olika tider på dygnet. Fördelningen av körordrar kan ställas in med hjälp av inställningar i systemet, ett vanligt exempel är att man ofta prioriterar ”svåra” körordrar först i planeringsprocessen för att säkerställa att dessa blir utförda. *Affärsregler* i Route Optimiser avser alla de transportsparametrar vilka hör till hemtjänstens verksamhet. Dessa kan exempelvis vara leveranstider, leveransadresser, arbetstider, raster, öppettider, typ av bilar, utsläppshalter och hemtjänstens lokalisering. Affärsreglerna kan antingen importeras till systemet eller konfigureras i gränssnittet. *Optimeringsalgoritmerna* som används har kontinuerligt utvecklats under mer än 30 års tid där nya funktioner lagts till för att lösa olika scenarion och problem. De högutvecklade algoritmerna bygger på The Tower of Hanoi vilket är ett känt matematiskt problem. Problemet utgår ifrån att man har tre pinnar med ett antal skivor i olika storlekar sorterade i avtagande ordning på en av dessa tre pinnar (Nicholson, 2014). Det matematiska problemet innebär att man skall överföra alla skivorna till en av de andra två pinnarna där det slutligen skall ligga sorterade på samma avtagande sätt som innan. Man måste flytta skivorna individuellt, från pinne till pinne, utan att de någon gång läggs ovanpå en skiva som har en mindre diameter än sig själv.

Route Optimiser fördelar olika ordrar och föreslår vilket fordon som ska åka vart beroende på de olika förutsättningarna som programmeras (Turesson, intervju, 23 april 2018). Detta görs i syfte att förbättra utnyttjandegraden av fordonsflottan samt minimera körsträckorna.

Optimeringens resultat presenteras sedan i form av en orderlista där ruttordningen visas, en kartbild och alternativt i olika KPI-rapporter.

2.6 Sammanfattning av teorier

För att kunna miljöeffektivisera ruttplanering med ett fördelningsoptimeringssystem inom hemtjänstens transporter är en viktig grund att förstå det klassiska ruttplaneringsproblemet – *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP handlar om att finna optimala rutter med minsta möjliga resursinsats, den totala körsträckan (Lundgren et al., 1993). Fullständiga optimeringslösningar för ruttplanering är dock komplexa och tidskrävande (Lumsden, 2012). Därför brukar man vid ruttoptimeringsproblem använda sig av heuristiska metoder (Segerstedt, 2007). Det finns två typer av heuristiska metoder för lösningar av VRP, klassiska och metaheuristiska (Laporte, 2000). Klassiska heuristiska metoder genererar generella kvalitetslösningar men är begränsade i sitt användande av sökinformation. En utveckling av de klassiska heuristiska metoderna är metaheuristisk som egentligen är en naturlig förbättring av dessa. Programmet Route Optimiser vilket används i fallstudien kan liknas med en metaheuristisk arbetsmetod, därför är förståelsen för dessa metoder relevant för en förståelse av programmet.

Den vanligaste av de klassiska heuristiska metoder är basparingsmetoden av Clark och Wright (1994) som syftar till att minimera körsträckor samt maximera lasten under varje sträcka. Eftersom hemtjänstens rutter inte behöver ta hänsyn till lastkapacitet så introduceras ett handelsresandeproblem, *the Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP innebär att man försöker hitta den kortaste vägen genom att enbart besöka varje nod en gång då den totala efterfrågan hos kunden inte överstiger fordonets kapacitet. Den finns olika variationer av handelsresandeproblemet, varav svep- och utbytesmetoden är två utav dem. (Lundgren et al., 1993). Det finns även en utveckling av svepmetoden så kallad petalmetoden och en utveckling av utbytesmetoden så kallad tabu search. Dessa metoder används för att få förbättrade lösningar av VRP.

Hemtjänstens rutter planeras och lösningar tas fram på liknande sätt som man löser det klassiska ruttplaneringsproblemet VRP. Däremot har hemtjänsten speciella utmaningar och förutsättningar att ta hänsyn till som försvårar ruttplaneringen. Detta eftersom mjuka prioritetsrestriktioner måste respekteras vid planeringen. Detta innebär att varje brukare har krav och önskemål som ska prioriteras, samt att personalkontinuitet ska eftersträvas för att nå hög servicenivå. En annan viktig faktor att ta hänsyn till är att hemtjänsten ofta har ett temporärt beroende mellan besöken, vilket leder till att hemtjänsten rutter efterliknar VRP med tidsfönster

(VRPTW). Detta innebär att besöken är tidsberoende av varandra och sker vid exempelvis dubbelbemanning eller att en aktivitet såsom tvätt måste delas upp i två besök. (Rasmussen et al. 2012)

En känd metod som löser just hemtjänstens speciella utmaningar och förutsättningar är klustring. Klustring kan liknas med petalmetoden eftersom den innebär att man låser vissa kunder till ett specifikt fordon eller en viss person. Med klustring kan man nå kostnadseffektivitet, personalkontinuitet och det är lättare att se till att rätt kompetens åker till rätt brukare. (Rasmussen et al. 2012)

Istället för att ruttplanera och lösa ruttplaneringsproblemet manuellt menar Toth och Vigo (2001) att ett datoriserat ruttoptimeringsprogram kan leda till betydande kostnadsbesparingar. Detta leder i sin tur till minskade körsträckor, bränsleanvändning och utsläpp av växthusgaser. Dock menar Eglese och Black (2015) att ett datoriserat ruttplaneringssystem har svårt att ta hänsyn till vissa faktorer som i sin tur kan leda till negativ miljöpåverkan. Dessa faktorer kan exempelvis vara trafik och trängsel, förarens körstil samt typ av fordon och bränsle.

Route Optimiser är ett datoriserat optimeringssystem som syftar till att effektivisera transporter för att minska kostnader, vilket även resulterar i en mindre bränsleåtgång. Programmet använder sig en högutvecklad algoritm som fördelar olika ordrar och föreslår vilket fordon som ska åka vart beroende på de olika förutsättningarna som programmeras. Med hjälp av en avancerad algoritm, affärsregler och karta nås en så verklighetsbaserad optimering som möjligt. Optimeringens resultat presenteras sedan i form av en ruttordning, kartbild och alternativt i olika KPI rapporter.

3. Metod

I metodkapitlet beskrivs hur studien har genomförts och dess koppling till den teoretiska referensramen. Inledningsvis beskrivs valet av metod och bakgrund till fallstudien. Vidare beskrivs den deskriptiva undersökningen och dess tillvägagångssätt följt av metoden för de båda simuleringarna. Avslutningsvis diskuteras studiens och metodernas validitet, reliabilitet och generaliserbarhet.

3.1 Metodval

För att kunna ge svar på studiens huvudsyfte genomfördes en fallstudie för att undersöka hur en specifik aktörs situation såg ut och om ett fördelningsoptimeringssystem ger möjlighet till förbättringar inom miljöeffektivisering. Precis som Bryman och Bell (2011) menar kan en fallstudie användas för att ge en omfattande analys av ett specifikt fall. För att få en djupare inblick i hur hemtjänsten planeras och opereras i Sveriges kommuner valdes att utföra en undersökning av hemtjänsten i Sotenäs kommun. Då vi endast undersöker en kommun förbehåller vi oss för att alla kommuner ser ut på liknande sätt. Vi tror oss dock kunna finna eventuella paralleller mellan andra kommuners hemtjänstverksamhet. En undersökning av ett enskilt fall anses vara ett steg på vägen till att kunna ge generella svar.

Denna fallstudie består av två huvudsakliga undersökningsmetoder, en deskriptiv undersökning och en simuleringsmodell. I den deskriptiva delen undersöks hur hemtjänstens ruttplanering ser ut och fungerar idag. I simuleringsmodellen samlas data in och analyseras för att skapa en förståelse för hur hemtjänstens ruttplanering kan effektiviseras ur ett miljöperspektiv. Båda undersökningarna ligger till grund för att ge svar på vilken påverkan ett fördelningsoptimeringssystem har på transporter och planering ur ett miljöperspektiv.

3.2 Bakgrund Fallstudie

Sotenäs är en glesbygdskommun längs kusten i Västra Götalands län. Sotenäs är känt för sitt fina kustläge och här finns kända turistorter så som Smögen, Kungshamn och Hunnebostrand. På grund av den stora turismen under sommarhalvåret är kommunen är präglad av en stor säsongsvariation i befolkningsmängd. Den relativt låga befolkningsandelen om ca 9000 invånare under vinterhalvåret ökar till ca 50 000 invånare under sommarhalvåret (SCB, 2018). Denna säsongsvariation har länge präglat kommunens infrastruktur och flertalet av dess verksamheter (Sotenäs kommun, 2018). Framförallt omsorgsenheten i kommunen är en av de

verksamheter som påverkas av den stora befolkningsvariationen eftersom många delårsboende har behov av omsorg i hemmet. Detta ger en variation i planeringen av hemtjänstens transporter och rutter. Därför är det viktigt att arbeta proaktivt med hemtjänstens transporter och analysera eventuell förbättringspotential vilket gynnar alla säsonger. Denna studie genomfördes under lågsäsong och trots att det är intressant att undersöka hur kommuner påverkas av denna säsongsvariation, avgränsas undersökningen till att endast studera normalsituationen. Avgränsningen kan göras eftersom de fenomen vilka undersöks anses kunna appliceras både under hög- och lågsäsong. Vid valet av kommun till fallstudien ansågs Sotenäs vara en kommun med potential. De arbetade inte tidigare med ett fördelningsoptimeringssystem och uttryckte att de hade förbättringsmöjligheter inom optimering av sina transporter inom hemtjänsten.

Hemtjänsten inom Sotenäs kommun har ca 950 besök till brukare per dag och är uppdelad i två distrikt, norr och söder. I undersökningen valdes att endast undersöka hur ett av de två distrikten arbetar med sin ruttplanering idag och vilka miljöeffektiviseringsmöjligheter som finns. De två olika distrikten arbetar enskilt men använder sig av samma schemalägningsprogram. På grund av det givna ramverket för en kandidatuppsats undersöks enbart det södra distriktet av hemtjänsten i Sotenäs.

3.3 Deskriptiv undersökning

3.3.1 Undersökning av dagens situation

Till en början i fallstudien genomfördes en deskriptiv undersökning för att se hur Sotenäs kommuns hemtjänst fungerar och ser ut idag. Denna metod användes eftersom den ger oss en beskrivning av situationen i dagsläget vilket även Patel och Davidsson (2011) är kännetecken för en deskriptiv undersökning. Som Patel och Davidsson (2011) beskriver att en deskriptiv undersökning skall begränsas till att undersöka specifika aspekter av ett problem, fenomen eller situation, valde vi att undersöka fyra olika områden inom hemtjänsten. De aspekter vi valde att undersöka är *organisation*, *fordon*, *planeringsrutiner* samt *genomförandet av rutter*. Inom området *organisation* samlades information in angående verksamheten och områdesindelning av brukare och personal. Under området *fordon* undersöktes hur fordonsflottan i hemtjänsten ser ut och används. Vidare undersöktes hur *planeringen* av schemaläggningen genomförs och fungerar och avslutningsvis undersöktes hur *genomförandet av rutter* fungerade i praktiken. Denna deskriptiva del ligger till grund för att se vilka möjligheter som finns för att vidareutveckla miljöeffektiviseringen inom hemtjänstens transporter. Detta genom att se på

vilka möjligheter som finns inom organisationen för att kunna minska bränsleanvändning, korta körsträckor eller minska väntetider.

För att få en noggrann beskrivning om hur hemtjänsten i Sotenäs fungerar idag genomfördes kvalitativa forskningsmetoder för att samla in information. De kvalitativa forskningsmetoder som genomfördes var intervjuer och observationer, detta för att inte enbart förlita oss på en enda metod.

3.3.2 Datainsamling intervjuer

Under den deskriptiva undersökningen genomfördes intervjuer med de anställda på kommunen och i hemtjänsten. Vi intervjuade avdelningschef för äldreomsorgen Anita Mattisson, samt hemtjänstens södra enhetschef Daniel Lindström och hans personal. Under intervjuerna fördes det anteckningar och dessa intervjuer var semi- och ostrukturerade. Vi valde att ha dessa typer av intervjuer eftersom vi ville vara flexibla i våra frågor men samtidigt hålla oss inom ämnet. De intervjuade fick genom dessa tekniker möjlighet att svara öppet på frågor och kunde vidareutveckla de svar vi ansåg vara viktiga för den deskriptiva undersökningen. Bryman och Bell (2011) menar att semi- och ostrukturerade intervjuer medför att den som blir intervjuad får ett stort svängrum att svara på frågorna, därför ansågs detta medföra att vi kunde få ta del av aspekter som vi kanske inte annars hade stött på. Vid användandet av en mer strukturerad intervju anses viktiga aspekter kunna missas eftersom man är mer styrd av de detaljerade frågorna. Trots att man i en strukturerad intervju har listat de frågor man vill ha svar på (Bryman och Bell, 2011) anses denna metod inte lämplig i denna studie eftersom vi inte exakt vet vilka förhållanden vi skall finna i den deskriptiva undersökningen. Därför anses en mer flexibel intervjumetod nödvändig för att kunna gå till djupet av hur eventuella förhållanden ser ut.

3.3.3 Datainsamling observationer

I den deskriptiva undersökningen genomfördes även observationer. Under de två observationsdagarna satt vi med i planeringen av hemtjänsten för att få en inblick i hur de arbetar. Vi följde även med ut i hemtjänstens bilar för att få en uppfattning om hur transporterna går till. Vi valde att sitta med planerarna och åka med ut i bilarna för att kunna se hur ruttplaneringen följdes i praktiken och om några förändringar gjordes under dagen. Att göra observationer anser vi ger en djupare inblick och förståelse av hur ruttplaneringen går till och vad för påverkan personalen har på planeringen. Även Rosen (1991) styrker att när en observation görs från insidan av organisationen ges en bättre förståelse av verksamheten. Vi

engagerade oss i samtal och möten som var kopplade till planering och som var en del av den vanliga arbetsdagen. Enligt Bryman och Bell (2011) finns det fyra observationersnivåer; *fullständigt deltagande*, *deltagande observation*, *observerande deltagare* och *fullständig observation*. Att göra observationer genom *fullständigt deltagande* innebär att man deltar som en medlem i arbetsgruppen och resterande medlemmar vet inte om forskarens identitet. I *deltagande observation* är arbetsgruppen medveten om forskarens identitet men man agerar fullständigt som en medlem. Vi ansåg att dessa två observationsnivåer fungerar mindre bra vid observation av hemtjänsten då vi vill respektera både personal och brukare samt inte störa den dagliga verksamheten. I denna studie väljer vi därför att vara *observerande deltagare* vilket innebär att vi observerar och deltar lite i dagliga arbetsrutiner samt att den främsta datainsamlingen sker genom muntlig och visuell karaktär. Arbetsgruppen var medvetna om vilka vi var och vårt syfte med deltagandet. Genom intervjuer och dagboksanteckningar angående intryck och beteenden samlades information in på ett naturligt sätt vilket inte störde den dagliga verksamheten.

3.4. Simulering

Med hjälp av den deskriptiva undersökningen kunde eventuella möjligheter till miljöeffektivisering analyseras samt gav den oss en bättre förståelse för hur hemtjänsten verkar och fungerar. Detta var nödvändigt för vår simuleringsundersökning, där fokus låg på om ett fördelningsoptimeringssystem kunde resultera i att rutterna kunde planeras bättre för minskade körsträckor och bränsleanvändning. För att få en bred överblick över hur andra kommuner arbetar med ruttoptimering tog vi även kontakt med andra aktörer. En av dessa var Tomas Lilja som är VD på Svenska ITKompanion AB. Företaget arbetar med IT-lösningar för hemtjänsten och levererar ruttoptimeringssystem till 18 kommuner i Sverige. Lilja gav oss under en intervju en generell inblick i kommunens vanliga problem vid planering av dess transporter. Även denna intervju var av semi- och ostrukturerad karaktär.

Simuleringen av hemtjänstens dagliga resor till och från brukarna genomfördes i programmet Route Optimiser. Programmet användes för det ansågs för tidskrävande att optimera och beräkna rutterna för hand, vilket även som tidigare nämnt Lumsden (2012) styrker från teorikapitlet. Route Optimiser är ett fördelningsoptimeringssystem som tar flera fordon i beaktning och föreslår en lösning vilken balanserar transportuppgifterna mellan fordonen samtidigt som körsträckan minimeras. Programmet integrerar och tar även hänsyn till flera restriktioner i optimeringen vilket är nödvändigt för hemtjänstens ruttplanering. Route

Optimiser används eftersom systemet syftar till att effektivisera transporter för att minska kostnader samtidigt som en mindre bränsleåtgång gynnar en minskning av koldioxidutsläpp (PTV Group, 2018).

För att se till hur ett fördelningsoptimeringssystem kunde påverka miljöeffektiviseringen granskades i första hand återrapporerad data som hade planerats manuellt. Den återrapporerade datan importerades till Route Optimiser för att se på aktuella bränsleanvändningar och körsträckor, detta kom att kallas *återrapporerad simulering*. Därefter gjordes en ny simulering genom att optimera den återrapporerade datan. I denna simulering öppnas tidsfönster upp för vissa besök som inte måste ske på en exakt tidpunkt, detta för att låta programmet kasta om besöken. Vi kan konstatera att hemtjänsten karaktäriseras som ett ruttplaneringsproblem med tidsfönster (VRPTW) likt Rasmussen et al. (2012) beskriver. Vi drar nytta av faktumet att vissa besök inom hemtjänsten har ett temporärt tidsberoende, och använder det i simuleringen där tiden för besöken ändras från en fast tid till att ha ett tidsfönster. Denna simulering kom vi att kalla *optimerad simulering*. Dessa två simuleringar är viktiga för att kunna göra en jämförelse mellan manuell planering och fördelningsoptimeringssystemets planering.

3.4.1 Datainsamling

Datainsamling genomfördes på plats i hemtjänsten i Sotenäs. Den datan som samlades in avsågs att användas i både den återrapporerade och den optimerande simuleringen. Att använda samma data i båda simuleringarna var avgörande för att kunna jämföra de båda situationerna. Vidare gjordes en del avgränsningar vid datainsamlingen då området för hemtjänsten i söder är relativt stort. Vi valde därför att genomföra ett stickprov för att erhålla riktlinjer för hur normen ser ut i Sotenäs. Hemtjänsten i söder består av fem undergrupper. Dessa undergrupper arbetar med olika geografiska områden i det södra området. Dessa fem grupper är Askum, Tånge, Vejen, Centrum och Smögen. För att avgränsa simuleringen togs stickprov på en av dessa undergrupper under två dagar i april. Vi undersökte två dagar för att lättare kunna göra en jämförelse och för att skapa ett mer tillförlitligt resultat. Att undersöka två dagar underlättar även att kunna utesluta att slumpfaktorer har påverkat dessa dagar. Undergruppen Askum studerades och de använder dagligen två fordon i verksamheten och simuleringarna baseras på dessa två.

Till simuleringen samlades data från planerade ruttbeskrivningar in från hemtjänstens nuvarande planeringssystem. Att få tillgång till denna ruttinformation var nödvändigt för att få

tillförlitlig data till den återrapporterade simuleringen vilken återspeglar hur rutterna och bränsleanvändningen ser ut idag. Den återrapporterade datan bestod av dagsscheman för rutterna för de två dagarna för den aktuella gruppen. Schemat innehöll arbetstider, besökstider, brukarens krav och önskemål, personalens kompetens samt brukarens adresser. Information om hemtjänstens fordon erhöles via intervju med enhetschef Daniel Lindström på hemtjänsten samt via den aktuella bilens produktblad. Genom observationerna erhöles information om gruppens verksamhetsområde, här samlades även in data om vägtyper och väghastigheter. För att få bättre kännedom om programmet Route Optimiser intervjuades Kim Örn (Sales Manager) och Mikael Turesson (General Manager) på PTV Nordics. Även dessa intervjuer var av semi- och ostrukturerad karaktär. Under simuleringen har vi även erhållit programsupport av Turesson för att säkerställa att våra resultat är tillförlitliga.

3.4.2 Tillvägagångssätt av återrapporterad simulering

I simuleringen av den återrapporterade datan ville vi skapa en exakt bild av hur rutterna har utförts tidigare. Detta för att senare kunna jämföra med hur en optimering påverkar bränsleanvändning och körsträckor. Eftersom programmet Route Optimiser arbetar utefter tre komponenter; *kartan*, *affärsregler* samt *algoritmen* (Turesson, intervju, 23 april 2018) påbörjades simuleringen genom att bygga upp en ny matris och en fordonsprofil vilka ger information till hur kartan skall tolkas. Detta gjordes genom att ställa in undersökningsgruppens olika vägtyper och väghastigheter. Det gjordes även under detta steg en tolkning på hur mycket trafik som finns i området under olika tiderna på dygnet för att ta med trafiktäthetens påverkan på hastigheterna. I vårt fall resulterade denna analys med att morgontrafiken (klockan 07:15 till 08:30) skulle saktas ner med tio procent och att under övriga tider flöt trafiken på som normalt. Affärsregler även så kallade transportparametrar samlades in genom den deskriptiva undersökningen men även via externa källor. Hemtjänsten i Sotenäs har både dag- och nattpass men studien avgränsas till optimering av rutterna som endast sker under dagtid. De pass som undersöktes startade klockan 07:00 och avslutades klockan 16:00. Hemtjänsten i söder använder sig av bilen Toyota Yaris elhybrid, vilken har en bränsleanvändning om 3,3-3,6 liter/100 km samt ett medelutsläpp på 75-82 g/km koldioxid vid blandad körning på landsväg och i städer (Toyota, 2018). Andra transportparametrar vilka reglerades i Route Optimiser var att rutterna skulle sluta på depån samt att rasterna skulle ske på depån. Varje rast justerades till att ligga som ett besök i programmet och vidare skapades även en bil för varje anställd för att kunna låsa personal till brukare i orderfilen.

All den besöksdata som har samlats in sammanställdes i excelfiler. Datan kodades även om i syfte för att respektera offentlighets- och sekretesslagen. Detta gjordes genom att vi tog bort alla brukares namn och ersatte dessa med unika id-nummer. För att Route Optimiser skulle kunna läsa in den återrapporterade datan skapade vi en importfil från excelfilerna med alla besök. I simuleringen kallar vi ett besök en order. Importfilen innehöll exakt den information som Route Optimiser behövde, vilket var personal, brukares id-nummer, koordinater, sekvensordning, arbetstider, besökstider, personalkompetens och brukarens krav och önskemål. När importfilen var klar importerades den in i Route Optimiser och en simulering kunde utföras. För att kunna återskapa datan i programmet precis som den har utförts i verkligheten skapades en sekvensering i importfilen. Detta innebär att vi låser alla ordrar i den ordning de utförs. Vi låste även en specifik anställd till de specifika orderna, genom att använda oss av en zon-parameter vilken exempelvis kan avgränsa anställd ett till att enbart arbeta i zon ett och anställd två till att enbart arbeta i zon två. Genom att låsa de anställda till dess specifika ordrar, säkerställer vi att simuleringen inte använder sig av en annan anställd/fordon som egentligen skulle kunna vara tillåten enligt transportparametrarna. Vidare ställde vi in att programmet enbart skulle använda sig av ett fordon av varje typ då varje fordon avspeglar en anställd.

Vid skapelsen av den återrapporterade simuleringen uppkom problem där planeringen inte stämmer överens med hur verkligheten ser ut. Dessa aspekter var att det fanns väntetider inför besök hos samma brukare, vissa besök gick omlott där det ena besöket inte hann avslutas förens det andra skulle påbörjas samt att planeringen inte verkade ha en övergripande plan för att hantera körtider. Planeringen visade exempelvis att ett besök skulle påbörjas hos en brukare innan det tidigare besöket skulle vara klart. Denna situation fungerar inte i praktiken och därav är det heller inte möjligt att återskapa en sådan planering i ett optimeringssystem. På grund av en oriktig planering behövdes den återrapporterade datan behandlas inför simuleringen. Detta gjordes genom att ändra de aktuella besökens tidpunkter för att samtliga besök skulle få plats i planeringen. En annan viktig aspekt som nuvarande scheman inte tar hänsyn till är restider mellan besöken, vilket också blir ett problem vid återskapning av planeringen i optimeringssystemet. På grund av detta ändrade vi så att det var möjligt att starta/sluta ett besök med fem minuters toleransfönster. Detta leder till att den återrapporterade simuleringen kommer skilja sig från det verkliga schemat. Förändringen anses dock inte ha någon påverkan på resultatet av körsträckors längd. Dock anses toleransfönstren kunna påverka väntetider eftersom toleransfönstern leder till att de väntetider som finns mellan besök kan komma att

elimineras. Toleransfönstren kan även påverka starttiden för besöket eftersom programmet får lov att tidigare- eller senarelägga besöken med fem minuter. Dessa förändringar och bearbetningar av datan anses nödvändiga för att göra det möjligt att skapa en återrapporterad simulering från aktuella data. Resultatet av denna simulering blir att vi får en bild av hur situationen och rutterna ser ut idag där körsträckor är desamma som i planeringen men väntetider och starttider kan skilja sig.

3.4.3 Tillvägagångssätt vid optimering

När den återrapporterade simuleringen var genomförd, gjordes en optimering av denna för att sedan kunna analysera eventuella förändringar ur miljösynpunkt. Initialt togs sekvens och zonparametrarna bort från importfilen. Detta för att ta bort restriktionen att ruttordningen skall ske i en specifik ordning samt för att inte allokera en specifik personal till en specifik order.

I simuleringen inkluderades även nya transportparameterar i importfilen. En av dessa såg till att personal med rätt kompetens besökte rätt brukare. För att få personal med rätt kompetens att åka till en specifik brukare skapades så kallade accessgrupper. Personalen delades in i dessa accessgrupper beroende på vilka kompetenser de besitter. Parametrarna såg även till att rätt accessgrupp var låst till rätt geografiskt område (Askum), detta för att säkerställa att hemtjänsten respekterar och tar hänsyn till personalkontinuitet. Att bibehålla en kontinuitet i hemtjänsten beskriver även Rasmussen et al. (2010) är av stor vikt för att ge en tryggare service för brukarna vilket vi strävar efter att uppnå med detta metodval.

I de optimerade simuleringarna användes en prioritetsordning för de olika besöken och rasterna. Detta gjordes för att lättare kunna bestämma vilka restriktioner som skall tas i första hand och vilka besök som kunde genomföras när som helst under dagen. En prioriteringslista skapades för att kunna göra avvägningar mellan restriktioner precis som Declere et al. (2017) understryker är av stor vikt i hemtjänstens ruttplanering. Personalens raster och behov fick en högre prioritering, för att skapa bra arbetsvillkor. I och med att alla besök har olika krav på sina tidsfönster togs de exakta tidpunkter bort. Istället användes tidsfönster för att vidga ut besöksintervallen. Med besök som har lägre prioriterat infördes tidsintervall som löper över hela dagen. Dessa besök kan innehålla uppgifter såsom städning, tvätt och andra hushållssysslor och som inte nödvändigtvis behöver ske på en exakt tidpunkt. Besök som innebar morgon-, lunch- eller eftermiddagshjälp gavs ett kortare tidsintervall. Detta kortare intervall reglerades till att vara mellan en till tre timmar under specifika tider för att matcha brukarens behov. Däremot prioriterades de besök som innefattar exempelvis medicinering

högt. Vi fortsatte att ha exakt tidpunkt för dessa men tillåter att öka toleransfönstren till att besöket kan börja en timme tidigare och en timme senare.

En annan parameter som adderades till under optimeringarna är "Minimum time between calls". Denna parameter innebär att om man har flera olika besök på en och samma plats kan man införa en minimitid som man som personal behöver ha mellan dessa besök. I den åiterrapporterade simuleringen användes inte denna parameter men i optimeringen tog vi hänsyn till att personalen behöver några minuter emellan besöken trots att de är på samma adress.

3.5 Etiska aspekter

När undersökningen genomfördes upplystes alla deltagare om studien och dess innebörd. Vidare såg vi till att alla deltagare gav sitt samtycke att vara med i undersökningen och informerade att det var möjligt att avbryta sitt deltagande. Vi skrev sedan på en blankett enligt offentlighets- och sekretesslagen för handlingssekretess och tystnadsplikt i och med vårt arbete på Sotenäs Kommun. Som tidigare nämnt har vi kodat om hemtjänsten i Sotenäs data så att ingen koppling kan göras till brukare detta i enlighet med offentlighets- och sekretesslagen. Programmet Route Optimiser förhandlar även all importerad data konfidentiellt (Örn, intervju, 26 mars 2018).

3.6 Metoddiskussion

3.6.1 Validitet

Undersökningen har flertalet styrkor som kan visa på att det deskriptiva resultatet och resultatet från simuleringarna är framtagna på ett korrekt vis. Dessa styrkor finns de samtliga steg i processen; vilka är den deskriptiva insamlingen av information, datainsamlingen för simuleringarna samt genomförandet av simuleringarna. En av dessa styrkor är att vi i den deskriptiva insamlingen av information använder oss utav olika kvalitativa metoder, intervju och observation. Vid genomförande av dessa metoder är det viktigt att ta i beaktning att när man ställer frågor till personal, får man veta vad de säger om verksamheten men kanske inte vad de egentligen tycker. Anledningar till att man inte får svaret vad personen i fråga egentligen tycker kan vara av flera olika anledningar. Vid den andra metoden observation är det viktigt att ta i beaktning hur observatören tolkar det som händer. I samtliga undersökningar har vi försökt hålla oss neutrala och inte lägga in våra egna tolkningar av situationer. En annan styrka inom

den deskriptiva undersökningen är att vi intervjuat flera olika personer med olika roller inom hemtjänstens verksamhet vilket skapar en bredare bild av organisationen.

Vidare finns en styrka i att vi gjort en återrapporterad simulering innan vi optimerat. Att simulera återrapporterade data säkerställer att programmet är korrekt kalibrerat. Att genomföra en kalibrering på detta sätt minskar datans mätosäkerhet och ökar tillförlitligheten av resultatet. Route Optimiser användes för att systemet både balanserar transportuppgifterna, tar hänsyn till att körsträckor minimeras och väger in restriktioner i planeringsproblemet, vilket anses passa bäst vid applicering på hemtjänstens ruttoptimeringsproblem. Dock vill vi poängtera att det finns det fler ruttoptimeringsprogram på marknaden som inte har jämförts i denna studie. Däremot har vi besökt en annan aktör (ITKompanion AB) som levererar ruttoptimeringsprogram till hemtjänsten i andra kommuner. Detta i syfte för att få en bättre förståelse för hur andra aktörer tänker och arbetar inom ruttplanering av hemtjänsten.

I undersökningen finns också en del moment vilka bör tas i beaktning vid tolkning av resultaten. Eftersom ruttoptimering i hemtjänsten är ett komplext problem kan fler risker finnas för ett missvisande resultat. Dels som beskrivet av Eglese och Black (2015) kan ett ruttoptimeringsprogram visa opålitliga resultat om programmets parametrar inte visar relevanta restider, om föraren frångår ruttplaneringen eller om förarens körstil inte är i korrelation till eco-driving. Som McKinnon och Piecyk (2009) påpekar är det även svårt att ta hänsyn till trafik och trängsel vid planering av rutter. Därför har vi i simuleringarna försökt ta hänsyn till detta genom att sätta att hastigheterna är lägre under morgontrafik. Det finns dock ingen parameter som tar hänsyn till inbromsningar och accelerationer. Vi vill också poängtera att Route Optimiser optimerar i förtid och arbetar inte efter realdata. Detta innebär att simuleringarna endast är en uppskattning av transporternas restider och bränsleanvändning. Eftersom vi har inkluderat en parameter för trängsel samt att Route Optimisers kartor uppdateras frekvent (Örn, intervju 26 mars 2018) anses dock resultaten inte påverkas signifikant av att programmet inte dokumenterar körningar i realtid.

3.6.2 Reliabilitet

För att säkerställa undersökningens pålitlighet och känslighet för slumpens inverkan har vi valt att göra simuleringar under två dagar. Genom att göra fler simuleringar ökar vi undersökningens pålitlighet genom att få samma resultat vid upprepade mätningar. En aspekt att diskutera är att en undersökning av fler dagar hade varit givande för att få ett säkrare resultat i studien. Dock förklarade personalen att de två dagar vi var ute i verksamheten var normala

arbetsdagar och löpte på som majoriteten av dagarna gör. Detta gör oss mer säkra på att undersökningen har hög reliabilitet och vi kan därför lita på datan och resultaten som genereras från de två dagarna. Vidare gör vi endast simuleringar på en av fem grupper i den södra hemtjänsten, vilket försämrar reliabiliteten för undersökningen. Att studera samtliga grupper hade varit tidskrävande då det innebär ca 500 besök dagligen och ett sådant arbete ligger dessvärre inte inom ramen för en kandidatuppsats. På grund av detta kan det bli en svårighet i att generalisera arbetet för de andra grupperna. Vi anser emellertid att vi till viss del kommer kunna generalisera resultatet till de andra grupperna eftersom arbetsdagarna inte innehöll några moment utanför det normala.

3.6.3 Generaliserbarhet

Studiens syfte utgår från att undersöka den kommunala hemtjänstens transporter ur ett miljöperspektiv. Studien omfattar en specifik aktör inom hemtjänsten och för att studien skall kunna generaliseras och visa på hur det ser ut i andra kommuner är det viktigt att ta i beaktning att undersökningen har avgränsats på grund av dess komplexitet och tidsbegränsning. Att beakta inför tolkning av resultatet är att endast en kommun i Sverige har undersökts vilket medför att vi inte kan ge en bild för hur det ser ut i alla kommuner. Den sammanställning av teorier och litteratur inom både klassisk ruttplanering och hemtjänstens ruttplanering som presenteras i studien anses vara en stadig grund för att få en bättre förståelse för hur ett fördelningsoptimeringssystem kan påverka miljöeffektivisering inom hemtjänstens transporter. Undersökningen skulle därför kunna generaliseras i viss mån och kan användas som riktlinjer till planerare inom andra hemtjänster. Eftersom studien enbart har gjorts på en del av Sotenäs hemtjänst och enbart under två dagar kan resultatet vid miljöeffektivisering av fördelningsoptimeringssystem skilja sig från kommun till kommun.

4. Resultat och Analys

I resultatet beskrivs initialt det deskriptiva resultatet från våra observationer av hemtjänsten i Sotenäs. Vidare presenteras resultatet från både de återrapporterade och de optimerade simuleringarna från dag ett och två; hur rutterna ser ut idag och vad dagens bränsleanvändning är. Därefter görs en jämförelse mellan resultaten från simuleringarna tillsammans med resultatet från den deskriptiva undersökningen i en allmän analys.

4.1 Deskriptivt resultat - Hemtjänsten i Sotenäs Kommun

4.1.1 Planering och genomförande av transporter i hemtjänsten i Sotenäs

Organisation

Anita Mattisson är avdelningschef för äldreomsorgen på Sotenäs kommun. På hennes avdelning används totalt 45 fordon som delas mellan hemtjänst, sjukvård och rehab (Mattisson, intervju, 9 april 2018). Hon beskriver även att hemtjänsten är uppdelad i två grupper, norr och söder. Vidare förklarar Mattisson att hela organisationen arbetar i schemalägningsprogrammet TES och att de har skrivit avtal med denna leverantör vilket har gjort det svårt för organisationen att ta reda på andra program som finns på marknaden. Däremot att de inte fått systemet att fungera och integrera med deras andra affärssystem vilket har gjort att hemtjänsten inte har fått några uppdateringar av systemet och i dagsläget används därför en äldre version av TES.

Enligt hemtjänstens södra enhetschef Daniel Lindström (intervju, 9 april 2018) har Sotenäs kommun det tredje äldsta befolkningsgenomsnittet i Sverige. Den södra hemtjänsten i Sotenäs kommun har dagligen ca 500 besök till dess brukare. Lindström beskriver att varje besök kräver detaljerad kunskap då alla brukare har olika behov. Det södra hemtjänstområdet personalstyrka är uppdelad i fem undergrupper. Dessa grupper är framtagna utefter område och är bra för att hålla rutterna korta och strategiska samtidigt som man behåller en kontinuitet med personal hos brukarna. I varje undergrupp finns det 6–12 anställda som jobbar på rullande schema.

Lindström berättar att inom hemtjänstens verksamhet är det viktigt att redovisa och ta vara på varenda krona som ges i bistånd. Därför görs det demografiprognoser för hur befolkningen kommer se ut i framtiden på både kort och lång sikt. Vidare förklarar Lindström att det finns ungefär en årlig omsättning av brukare på ca 30–40 stycken och att det kan vara svårt att uppskatta antalet brukare då det varierar under säsongerna. Antal brukare ökar i och med sommarsäsongen då många flyttar in i sommarstugorna. Det kan också vara svårt att anpassa

hemtjänstens service då biståndsbeslutet som förflyttas ut till Sotenäs sommarstugor i vissa fall inte passar den nya livssituationen. Ett exempel på detta kan vara att sommarstugan inte är anpassad till rullator eller har tillgång till verktyg som underlättar hemtjänstens arbete såsom sänglift eller rullstolstrappa.

Fordon

Vidare förklarar Lindström att den södra gruppen har 13 fordon som delas bland de fem undergrupperna. Alla fordon som finns tillgängliga i hemtjänsten är Toyota Yaris elhybrid. Han menar på att fordonen aldrig står stilla och att får man en lucka så kan man snabbt och enkelt med bil åka och hjälpa till i ett annat område om det skulle behövas. Av de 13 fordon som finns tillgängliga i söder används två av dessa för att inhandla mat till brukarna.

Sedan förklarar Lindström att det är oftast väder och vind som bestämmer val av färdmedel, samt att den södra hemtjänsten har tre elcyklar tillgängliga för dess personal. På hemtjänsten finns olika inställningar till att använda cykel, vissa föredrar cykeln medan andra anser att det är svårt att få med det material som behövs och föredrar därför bilen. Lindström förklarar även att det kan vara svårt att förvara medicin och annan utrustning på cykeln, samt att det kan vara bra att behöva låsa in medicinen. Vidare förklarar Lindström att hemtjänsten på sommaren brukar försöka anställa sommarpersonal utan körkort. Det finns flera anledningar till detta, varav att trafik och trängsel ökar på sommaren vilket försvårar framkomligheten. Mattisson menar även på att många fordon utsätts för skador och behöver repareras frekvent. Skadorna uppstår ofta vid parkering och en bidragande faktor till detta kan vara att Sotenäs inte erbjuder några kurser inom parkering och heller inte eco-driving.

Mattisson förklarar att kommunen satsar hårt på hållbarhetsarbete och eftersträvar att ta fram hållbarhetsstrategier för att nå riksdagsmålet till år 2030. En av dessa ansatser är att effektivisera och försöka optimera sina transporter. Under 2017 infördes därför en elektronisk körjournal med GPS i alla bilar vid namnet ABax. Via körjournalernas GPS kan all körning dokumenteras automatiskt. Detta system underlättar kontroll av bilarna, vem som har använt bilen och kan även ruttplanera från plats A till B.

Planeringsrutiner

Vidare förklarar Mattisson att den äldre versionen av TES inte använder optimalplanering. Detta gör planeringen skör då all planering sker manuellt och planerarna besitter mycket av kunskapen om både besök, brukare och personal. Även under observationen på mötet såg vi att mycket av planeringen genomfördes manuellt. De startar planeringen på ett papper med vilka

som kommer att jobba under kommande veckor. Efter att denna övergripande planering genomförts, schemaläggs rutterna i TES systemet manuellt. Under observationen gavs intrycket att personalens goda kunskaper om brukarna gjorde att de på ett snabbt och effektivt sätt kunde hantera eventuella schemaändringar som uppstår under planeringen.

Planering görs med cirka en veckas framförhållning, vilket är en form av grovplanering. Ändringar görs löpande varefter planerarna får meddelande om detta. Varje morgon börjar planerarna kl. 06.30 för att titta igenom mailen för att se om ändringar behöver göras. Ändringar kan vara att personal är sjuk eller att exempelvis brukare behöver stannat kvar, eller komma hem från sjukhus tidigare eller senare än planerat. Andra ändringar kan också röra sig om nya bostadsbeslut som slagit i kraft.

Därefter börjar hemtjänstpersonalen kl. 07:00 då ett morgonmöte sätter igång. Under mötet informeras alla om uppdateringar angående brukare och förändringar i schemat. Personalen hämtar ut dagens schema, nycklar till eventuellt fordon och samordnar samåkningen manuellt.

Genomförande av rutter

Under besök på hemtjänsten observerades att man ofta frångår planeringen vid genomförandet av rutter då man svarar på förändringar som kan ske under dagen. Personal beskriver att dessa förändringar kan bero på att man svarar på ett alarm eller att man anpassar planeringen efter brukarens önskemål. Alarm som sker under dagen måste svaras på och då förändras schemat för den anställde som åker på larmet. Exempel på andra förändringar i schemat kan vara att vissa besök ibland går snabbare än planerat och då hinner man till en annan brukare som brukar ta längre tid. Vidare kan vissa brukare vilja ändra sin planering under dagen och då får man ta hänsyn till brukarens önskemål. Exempelvis kan ett besök både innehålla frukost och dusch, men brukaren önskar vid frukosten att duschen ska ske senare under dagen. Om det passar planeringen kan duschen ske under eftermiddagen och vidare får en annan brukare som egentligen önskar sin frukost tidigare sin önskan uppfyllt.

4.2 Resultat av simuleringar

I följande avsnitt presenteras resultatet av de simuleringar vilka genomfördes i syfte att studera hur körsträckor, bränsleanvändning samt turernas totaltid påverkas av användandet av ett fördelningsoptimeringssystem. De två dagarna presenteras separat där vi först presenterar den återrapporterade simuleringen följt av ett avsnitt för hur de nämnda parametrarna har påverkats. Tabeller kommer visas under samtliga simuleringar för att få en överskådlig bild av hur rutterna ser ut. Tabellerna visar antal rutter under dagen, rutternas tid, antal order (antal besök), körtid, arbetstid, väntetid, distans, bränsleanvändning samt utsläpp av koldioxid. De parametrar där vi tror kunna mäta en förändring ur miljöperspektivet är framförallt bränsleanvändningen och utsläpp av koldioxid. De andra parametrar som visas anses essentiella för att kunna visa samtliga sidor av hur transportrutten ser ut.

4.2.1 Simulering Dag 1

Återrapporterad Simulering

Återrapporterad Simulering Dag 1		
Parameter	Värde	Snitt per rutt
Antal rutter	2	1
Antal order	36	18
Total tid (tim)	13:27	06:18
Arbetstid (tim)	11:00	05:30
Väntetid (tim)	00:33	00:16
Körtid (tim)	01:51	00:55
Distans (km)	30	15
Bränsleanvändning (l)	1,035	0,5175
Utsläpp CO2 (g)	2346,914	1173,457

Tabell 1: Återrapporterad simulering dag 1. Tabellen visar erhållet resultat från simulering av återrapporterad data, dag 1. En matris och fordonprofil skapades i Route Optimiser som tog hänsyn till fordonets bränsleanvändning, områdets vägtyper och väghastigheter. Lösningen skapades efter nuvarande schemaläggning av personal, brukare, arbetstider, besökstider, personalkompetens samt brukarens krav och önskemål i den sekvensordningen som hade planerats manuellt. Samtliga tabeller av bränsleanvändning och koldioxidutsläpp bygger på schblonvärden från Toyotas produktblad.

Tabellen ovan visar resultatet från den återrapporterade simuleringen under dag ett, hur rutterna ser ut och vad den nuvarande bränsleanvändningen är. Simuleringen resulterade i att de 36 orderarna planerades i rätt sekvens utefter återrapporterad data (se bilaga 1 och 2: Orderlista

återrapporaterad simulering Dag 1 Personal 1 och Personal 2). Den totala tiden för de båda anställda var 13 timmar och 27 min med start och avslut vid hemtjänstens depå. Den totala distansen var 30 km med en bränsleanvändning på 1,035 liter. Väntetiden landade på 33 minuter.

För att se kartor för rutterna se bilaga 3 och 4: *Karta återrapporaterad simulering Dag 1 Personal 1 och Personal 2.*

Optimerad Simulering Test 1 och 2

Optimerad Simulering Test 1 (Dag 1; Lunch 11:27)			
Parameter	Värde	Snitt per rutt	Differens
Antal rutter	2	1	
Antal order	36	18	
Total tid (tim)	12:31	06:15	-1:04
Arbetstid (tim)	11:00	05:30	
Väntetid (tim)	0	0	-00:33
Körtid (tim)	01:31	00:45	-00:20
Distans (km)	27	13,5	-3
Bränsleanvändning (l)	0,9315	0,46575	-0,104
Utsläpp CO2	2087,707	1043,8535	-259,207

Tabell 2: Optimerad simulering dag 1, test 1. Visar erhållet resultat från en optimering av återrapporaterad data, dag 1. Sekvensordningen togs bort, vilket innebär den sekvensordning som skapades av manuell schemaläggning. Sedan skapades det accessgrupper för att matcha rätt brukare med rätt personal. I den tredje kolumnen visas förbättrings- eller försämringsresultat i jämförelse med den återrapporaterade simuleringen.

Som ett första resultat i optimeringen för dag ett erhöles en kortare transportsträcka än i jämförelse med resultatet från den återrapporaterade simuleringen. I och med den förkortade totala transportsträckan om tre kilometer erhålls en lägre bränsleanvändning och koldioxidutsläpp i jämförelse med den återrapporaterade datan. Detta tyder på att fördelningsoptimeringsprogrammet är ett verktyg för att kunna optimera hemtjänsten ur miljösynpunkt. Enligt Declere et al (2017) är det dock viktigt att balansera restriktioner mot varandra och se vad som skall ges den högsta prioriteten. När vi undersökte hur personalens arbetsbörda såg ut under den nya rutten uppdagades att rasten för personal 1 låg relativt sent i

hennes pass. Rasten låg klockan 11:27 vilket endast är en timme före arbetspassets slut 12:27 (se bilaga 5: *Orderlista optimerad simulering Dag 1 Personal 1*). Personal 1 arbetade sitt pass under dag ett mellan 07:00 till 13:00. För att återkoppla till Declere et al. (2017) som menar att personalens tidsfönster är viktiga att prioritera eftersom personal måste ha raster och får inte jobba övertid, utfördes en till optimering där rasterna och personalens behov gavs en högre prioritering. Denna andra simulering kallas Test 2 och resultatet presenteras nedan.

Optimerad Simulering Test 2 (Dag 1: Lunch 09:41)			
Parameter	Värde	Snitt per rutt	Differens
Antal rutter	2	1	
Antal order	36	18	
Total tid (tim)	12:46	06:23	-00:41
Arbetstid (tim)	11:00	05:30	
Väntetid (tim)	0	0	-00:33
Körtid (tim)	01:46	00:53	-00:05
Distans (km)	37	18,5	+7
Bränsleanvändning (l)	1,2765	0,63825	+0,241
Utsläpp CO2 (g)	2902,537	1451,2685	+814,83

Tabell 3: Optimerad simulering dag 1, test 2

Visar erhållet resultat från en optimering av återrapporterad data, dag 1. Där sekvensordning tas bort och det skapades accessgrupper för att matcha rätt brukare med rätt personal. Sedan skapades en prioriteringslista för att ta hänsyn till personalens raster och vilka besök som måste prioriteras högre än andra. I den tredje kolumnen visas förbättrings- eller försämringsresultat i jämförelse med den återrapporterade simuleringen.

I Test 2 prioriterades att rasten ska ligga mitt under passet (09:41) istället för en timme innan passets slut. I jämförelse med den återrapporterade simuleringen resulterade Test 2 istället i en förlängd körsträcka om sju kilometer. Detta resulterar i en ökad bränsleanvändning om ca 0,24 liter och ökade koldioxidutsläpp om ca 556 gram.

Detta resultat tyder på att när man prioriterar personalens raster högre än att minska körsträckor, försämras ruttlösningen ur ett miljöperspektiv. En optimal lösning av VRP som Lundgren et al. (1993) beskriver är att minimera transportsträckor vilket vi här anser är en vinst ur miljösynpunkt. Dock anses resultaten av Test 1 och Test 2 visa på att man kan optimera

hemtjänstens rutter med målet att miljöeffektivisera men för att kunna ta hänsyn till personal och brukares restriktioner kan man behöva köra längre sträckor för att bibehålla kvalitet i hemtjänsten.

En annan aspekt som upptäcktes vid jämförelsen av *Test 2* och den återrapporterade simuleringen var att *Test 2* erhåller en längre körsträcka med en kortare körtid. Orsaker till detta skulle kunna vara att i *Test 2* körs rutterna på större vägar med högre hastigheter.

4.2.2 Simulering Dag 2

Återrapporterad Simulering

Återrapporterad Simulering Dag 2		
Parameter	Värde	Snitt per rutt
Antal rutter	2	1
Antal order	30	15
Total tid (tim)	11:45	5,52
Arbetstid (tim)	10:05	05:02
Väntetid (tim)	00:07	00:035
Körtid (tim)	01:32	0:46
Distans (km)	24	12
Bränsleanvändning (l)	0,828	0,414
Utsläpp CO2 (g)	1908,963	954,4815

Tabell 4: Återrapporterad simulering dag 2

Visar erhållt resultat från återrapporterad data, dag 2. En matris och fordonsprofil skapades i Route Optimiser som tog hänsyn till fordonets bränsleanvändning, områdets vägtyper och väghastigheter. Lösningen skapades efter nuvarande schemaläggning av personal, brukare, arbetstider, besökstider, personalkompetens samt brukarens krav och önskemål i den sekvensordningen som hade planerats manuellt.

Tabellen ovan visar data från dag två, hur rutterna ser ut och vad den nuvarande bränsleanvändningen är. Totalt görs 30 besök med de två fordonen som används under dagen. Totaltiden är 11 timmar och 45 minuter, med en arbetstid på ca 10 timmar. Ruttplaneringen visar en väntetid på 7 minuter och en total körtid på 1 timme och 32 minuter. Körsträckan är 24 kilometer med en total bränsleanvändning på 0,828 liter, varav 1908,963 gram är koldioxidutsläpp. Eftersom det är återrapporterad data så följer ruttordningen den sekvens som

har planerats enligt schemaläggningen (se bilaga 13 och 14: *Orderlista återrapporterad simulering Dag 2 Personal 1 och Personal 2*)

För att se kartor för rutterna se bilaga 15 och 16: *Karta återrapporterad simulering Dag 2 Personal 1 och Personal 2*.

Optimerad Simulering Dag 2

Optimerad Simulering Dag 2			
Parameter	Värde	Snitt per rutt	Differens
Antal rutter	2	1	2
Antal order	30	15	30
Total tid (tim)	11:33	05:41	
Arbetstid (tim)	10:05	05:02	10:05
Väntetid (tim)	0	0	-00:07
Körtid (tim)	01:28	00:44	-00:04
Distans (km)	23	11,5	-1
Bränsleanvändning (l)	0,7935	0,39675	-0,035
Utsläpp CO2 (g)	1782,577	891,2885	-126,386

Tabell 5: Optimerad simulering dag 2

Visar erhållet resultat från en optimering av återrapporterad data, dag 2. Där sekvensordning tas bort och det skapades accessgrupper för att matcha rätt brukare med rätt personal. Sedan skapades en prioriteringslista för att ta hänsyn till personalens raster och vilka besök som måste prioriteras högre än andra. I den tredje kolumnen visas förbättrings- eller försämringsresultat i jämförelse med den återrapporterade simuleringen.

En fri optimering genomfördes på den återrapporterade datan vilket resulterade enligt tabellen ovan. Från tabellerna kan det tolkas att en effektivisering sker i förkortad totaltid och körtid samt en minskning av körsträckan, bränsleanvändning och koldioxidutsläpp. Däremot är effektiviseringen liten vilket ifrågasätter undersökningens validitet. Varje rutt effektiviseras i snitt med en halv kilometer och förbättrar totaltiden med två minuter. Orsakerna till denna lilla effektivisering skulle kunna vara likt vad Rasmussen et al. (2012) beskriver att man kan förlora optimalitet genom klustring. Detta eftersom man inte låter programmet optimera helt fritt utan tvingar programmet att optimera utefter geografiska områden, behov och kontinuitet. Då programmets frihet tas bort begränsas resultatet i stor utsträckning. Att effektiviseringen är så liten skulle både kunna bero på att området är begränsat samt att klustring begränsar antalet

möjliga ruttkombinationer. Detta beskrivs även av Rasmussen et al. (2010). Det blir därför viktigt att göra avvägningar mellan optimalitet och de fördelar man får genom klustring.

4.3 Allmän analys av vad ett fördelningsoptimeringssystem har för inverkan på hemtjänstens transporter ur ett miljöperspektiv

Alla kommuner bör idag arbeta med miljöeffektivisering för att nå riksdagsmålet till år 2030. Hemtjänstens stora utmaning att samtidigt tillgodose äldres behov av vård och omsorg. Utmaningen kan lösas genom att hämta smarta lösningar från transportsektorn. I denna studien granskas om ett fördelningsoptimeringssystem verkligen är applicerbart i hemtjänsten och hur det kan komma att gynna hemtjänstens arbete mot att nå Sveriges miljömål till år 2030. Enligt studiens simuleringar finns det både fördelar och svårigheter som är speciella för hemtjänstens verksamhet. I denna analys som följer vill vi koppla ihop hur användningen av optimeringssystemet påverkar planeringen och genomförandet av rutterna.

Planeringsrutiner

De eventuella effektiviseringar som ett fördelningsoptimeringssystem genererar är viktiga att väga mot de implementeringskostnader som uppstår. För att se på fördelarna med denna investering beskriver Lilja (intervju, 4 april 2018) att man sparar tid som planerare vid användning av ett optimeringssystem då man slipper mycket manuellt arbete. Även Vägverket (2007) menar att planering via ett optimeringsprogram är mer effektivt än att arbeta manuellt vid planering. Att Sotenäs arbetar likt det traditionella och manuella sättet som Vägverket beskriver, ger en indikation på att ett ruttoptimeringssystem kan effektivisera planeringen av transporter.

Vidare kan man fundera på om ett optimeringssystem kan reagera på brukarens specifika önskemål på samma sätt som den manuella planeringen kan. Under simuleringarna kunde vi relativt enkelt prioritera olika restriktioner vilket tyder på att systemet fungerar på samma sätt som planeringen manuellt kan lägga in olika önskemål och behov. Den manuella planeringen där personalen besitter mycket kunskap i huvudet anses känslig om en person faller bort och därav finns ytterligare en fördel med ett optimeringssystem. Trots att det initialt tar mycket tid att lägga in den kunskap som personalen besitter, kommer systemet sedan kunna flyta på bättre. Det är dock essentiellt att man i det dagliga arbetet lägger in ny information om brukarna. Under vår observation märkte vi att det var mycket information som saknades i det nuvarande planeringssystemet. Exempel på detta är att personalens kompetens inte var uppdaterad vilket

än en gång tyder på att planerarna besitter mycket kunskap. Om det arbete vilket tidigare genomfördes manuellt systematiseras i ett fördelningsoptimeringsprogram anses det kunna ta hänsyn till hemtjänstens förutsättningar då man kan prioritera mellan dess restriktioner.

Vid arbete med simuleringarna och den optimerade planeringen uppdagades att uppstarten av systemet är tidskrävande. Det som är tidskrävande är framförallt kalibreringen av olika parametrar, att lägga in restriktioner och kompetenser samt att lägga in alla befintliga brukare och deras behov. Även Lilja styrker att denna uppstart av systemet är tidskrävande för flertalet andra hemtjänstverksamheter. Detta anses dock vara en engångsinvestering av tid eftersom detta arbete endast görs vid implementering av systemet. Vidare anses att utförandet av optimeringen och schemalaggningen går snabbt och resulterar till att planeringslösningar hittas effektivt. Detta resultat stöds av Lundgren et al. (1993) vilka menar ett optimeringssystem ge upp till 13 procent i besparingar av de totala kostnaderna vilket visar på en effektiv planering.

Genomförande av rutter

Att personalen ibland frångår ruttplaneringen kan kopplas till Eglese och Blacks (2015) teori om att avvikelser leder till negativ miljöpåverkan. Detta ifrågasätter även grundidén om att använda ett fördelningsoptimeringsprogram. Som tidigare nämnt finns det olika anledningar till att frånga ruttplaneringen, men en lösning på problemet skulle kunna vara att använda ett jourfordon som enbart används vid akutfall. Detta för att den ordinarie ruttplaneringen ska kunna genomföras utan störningar. Att tillsätta ett jourfordon skulle kunna fungera genom att en anställd är redo att svara på alla larm som kommer in under dagen. Denna anställd måste då ha alla kompetenser för att kunna hantera samtliga situationer som kan uppstå. På frågan om ett jourfordon hade passat hemtjänsten i Sotenäs svarar Lindström att det är mycket möjligt att ett jourfordon skulle kunna lösa detta avvikelseproblem, men att hemtjänsten i Sotenäs är för liten och att det blir kostnadsmässigt omöjligt. Även om detta inte passar in på Sotenäs kommun skulle man kunna tänka sig att det är möjligt för större kommuner. Eftersom larm inte kommer in hela tiden skulle den som har jour kunna ha en annan deltidstjänst, för att nyttja resurser på bästa sätt.

Fördelningsoptimeringssystemets tillförlitlighet

Route Optimiser använder sig av genomsnittshastigheter vid optimering i olika områden beroende på vägtyp. Eglese et al. (2006) menar dock att användning av genomsnittshastigheter kan leda till att utfallet blir opålitligt eftersom optimeringssystem inte kan ta hänsyn till den faktiska trafiksituationen i realtid. Route Optimiser tar däremot hänsyn till faktumet att

genomsnittshastigheter förändras under dagen. Detta görs genom att addera en transportparameter vilken kan öka eller minska genomsnittshastigheterna i de olika områdena beroende på tid på dygnet. I simuleringarna adderades att morgontrafiken går tio procent långsammare i stadskärnan än under resten av dagen. Vid observation i Sotenäs ansågs dock att trafiken hade en liten påverkan på hastigheterna, förutom under morgonen, vilket visar på att Eglese et al. (2006) påstående inte kan appliceras i alla situationer. Vidare är det viktigt att poängtera är att det skiljer sig från kommun till kommun hur trafiken påverkar hastigheterna. Detta beroende på infrastruktur, täthet och hur stadskärnan ser ut.

Lindströms förklaring om hemtjänstens korta körsträckor och att högsäsongen försvårar framkomlighet kan liknas med McKinnon och Piecyks (2009) teori om att ett start-stop beteende leder till en ökning av bränsleanvändning. För att minska bränsleanvändning kan man likt McKinnon (2015) beskriver införa kurser i eco-driving vilket de menar kan förbättra bränsleeffektiviteten upp till tio procent. Även Eglese och Black (2015) menar att eco-driving är en betydande miljöeffektivisering och därför anses att utbildningar i eco-driving skulle kunna gynna transporterna i hemtjänsten i Sotenäs. En eco-driving utbildning resulterar i en miljömedveten körstil och en minskning av dess miljöbelastning, detta eftersom föraren kontrollerar hastigheter, bromsningar och tomkörning (Liimatainen et al., 2012). Däremot kan ett fördelningsoptimeringssystem inte ta denna faktor i beaktning, då system inte kan dokumentera körstilen av föraren. Vidare skulle man dock kunna tänka sig att om samtlig personal på hemtjänsten går utbildningar i eco-driving och körteknik, skulle alla ha samma förutsättningar att köra på ett liknande sätt. Detta skulle säkerställa ett mer tillförlitligt resultat av bränsleanvändningen under transporterna.

I den återrappporterade datan vilken ursprungligen skapades manuellt uppdagades att vissa aspekter var tvungna att korrigeras vid orderimport till Route Optimiser. Dessa aspekter var att det fanns väntetider hos besök hos samma brukare, vissa besök gick omlott där det ena besöket inte hann avslutas förens det andra skulle påbörjas samt att planeringen inte verkade ha en övergripande plan för att hantera körtider. Att i den återrappporterade simuleringen skapa rutter vilka följde det ursprungliga schemat visade sig därför vara problematiskt. Eftersom schemat inte tog hänsyn till körsträckor var vi tvungna att använda en tolerans att komma fem minuter tidigt eller sent. Dock visade det sig att systemet utnyttjar denna tolerans, och ett besök kunde skjutas fram för att istället eliminera eventuella väntetider som fanns längre fram. Detta resulterar i att den återrappporterade datan inte visar exakta väntetider utan att väntetiderna i praktiken kan vara längre. Ett exempel för att förklara detta erhålls från resultatet i den

återrappporterade datan var med personal 2 under dag 1 (se bilaga *Orderlista återrappporterad simulering Dag 1 Personal 2*). I exemplet har *Brukare 1* två besök efter varandra inplanerade under dag 1, den manuella planeringen delar upp besöken i två eftersom det är olika sysslor som skall genomföras. Mellan dessa två besök hos samma brukare finns en väntetid på sju minuter. Denna väntetid elimineras eftersom programmet har fått lov att vara fem minuter tidig och fem minuter sen. Att det finns väntetider mellan brukare och att vissa besök går omlott i den manuella planeringen visar detta på att en manuell planering inte alltid går att överföra direkt utan modifikationer till verkligheten. Eftersom dessa väntetider inte syns tydligt i planeringen försvåras arbetet att se effektiviseringsmöjligheter i den manuella planeringen. Trots att vi i ursprungsläget varit inriktade på att undersöka de miljöeffektiviseringar som kan uppstå vid användandet av ett fördelningsoptimeringsprogram, ser vi här ett resultat på en förbättring även i planeringssyfte. Resultaten från simuleringarna visar på att den väntetid som fanns i den återrappporterade datan från den manuella planeringen elimineras i den optimerade simuleringen. Detta tyder på att rutterna effektiviseras vid användning av fördelningsoptimeringsprogram och att den manuella planeringen ger upphov till väntetid som egentligen inte är optimal. Att eliminera dessa väntetider tyder på att schemat skulle kunna komprimeras och därmed ge kortare arbetsdagar.

På ett liknande sätt som Lindström förklarar att hemtjänsten i söder är uppdelad i undergrupper efter områden menar även Ryan et al. (1993) att många ruttplaneringslösningar liknar svep- och petalmetoden. Till följd av den geografiska uppdelningen runt depån kan även optimeringsprogrammet med dess accessgrupper garantera att samtliga brukare nås och att ingen utelämnas. Detta tyder på att de klustringar som görs är nödvändiga för att ta hänsyn till hemtjänsten mjuka prioriteringsrestriktioner och dess temporära tidsberoende mellan besöken, vilket även Rasmussen et al. (2012) styrker på. Vid användandet av Route Optimiser anses det vara enkelt och effektivt att ta hänsyn till dessa förutsättningar, vilket kan vara komplext vid manuell planering.

Däremot skulle man kunna spekulera om de väntetider som finns i den manuella planeringen verkligen genomförs i praktiken. Vanligtvis skulle arbetet inte pausas utan man påbörjar nästa syssla eller åker vidare och startar nästa besök. Detta kan också kopplas till att varje person i personalstyrkan arbetar utifrån sina egna förutsättningar och sysslor görs i egen arbetstakt. Det är därför viktigt att ta med i beaktning vid planering att ingen i personalen ska känna sig stressad och att planeringen av besöken skall utgå från en schablonmässig arbetstid. Som tidigare nämnt enligt Lagercrantz (2017) brottas hemtjänstpersonalen av ett komplicerat och

mycket tidsbegränsat schema, vilket kan komma att underlättas av att använda ett optimeringssystem. Detta skulle kunna kopplas till som tidigare nämnt att man kan reglera restiderna med tio procent under morgontrafiken i ett fördelningsoptimeringssystem. Genom att reglera trafiken kan optimeringssystem kunna anpassa sig och ta hänsyn till att en eventuell förlängning av restider som kan behöva göras då exempelvis en regnig dag kan påverka biltrafiken. Detta kan därmed reducera stress och tidspress som personal eventuellt känner. Vidare vill vi ifrågasätta om ett optimeringssystem kan ge upphov till att hemtjänsten blir beroende av att IT-infrastrukturen alltid måste fungera. Detta kan då leda till att cybersäkerhet blir en viktig faktor och det är viktigt att underhålla sina IT-system. Allteftersom vårt samhälle blir mer digitaliserat är det viktigt att hänga med i denna utveckling.

5. Slutsatser och fortsatt forskning

5.1 Slutsatser

Slutsatser som dragits av studien och simuleringarna är att ett fördelningsoptimeringsprogram kan miljöeffektivisera hemtjänstens transporter i viss mån. Emellertid måste hemtjänsten anpassa sig till flertalet restriktioner och till följd av detta blir miljöeffektiviseringen lägre prioriterad. Eftersom hemtjänstens restriktioner är kopplade till vård och omsorg behöver dessa i flertalet fall komma före miljöeffektiviseringar.

Planeringen på hemtjänsten i Sotenäs kommun anses vara av det traditionella sättet och mindre effektivt än användandet av ett optimeringsprogram eftersom all planering sker manuellt. En slutsats av hur ett optimeringsprogram påverkar hemtjänstens planeringsrutiner är att implementeringstiden är tidskrävande. Dock kommer det dagliga arbetet kunna fungera snabbare och leda till effektivare lösningar då man eliminerar mycket av det manuella arbetet. Vidare drogs slutsatsen att den manuella planeringen inte alltid stämmer med avseende på de väntetider som presenteras, vilka i verkligheten kan vara längre än vad resultatet visar. Däremot visar simuleringarna att de väntetider som uppstår vid manuell planering elimineras vid ruttplanering med ett fördelningsoptimeringsprogram, vilket i sin tur effektiviserar planeringsrutinerna.

Studiens simuleringar har resulterat i planeringslösningar som både tar hänsyn till hemtjänsten speciella förutsättningar och har visat på att det finns utmaningar gällande dessa. Studien kan konstatera att ett fördelningsoptimeringsprogram kan påverka hemtjänstens ruttplanering positivt ur ett miljöperspektiv, då vissa planeringslösningar har frigjort resurser och visat på en minskning av transporternas miljöbelastning. Dock har slutsatser dragits att det är viktigt att man måste göra avvägningar mellan miljö och restriktioner för personal och brukare. Våra simuleringar visade att när man prioriterar de anställdas restriktioner ökar miljöpåverkan i form av längre körsträckor och bränsleanvändning och vice versa. Vidare kan det konstateras att klustring begränsar resultatet och skapar en lösning som värdesätter kontinuitet högre än en miljöeffektivisering.

Sammanfattningsvis konstaterar studien att ett fördelningsoptimeringsprogram kan appliceras på flera hemtjänstverksamheter i Sverige i de fall då man tidigare haft ett manuellt arbetssätt. Optimeringsprogrammet kommer då att gynna kommunernas hållbarhetsarbete för att nå riksdagsmålet år 2030.

5.2 Fortsatt forskning

Studien har belyst många ämnen vilka kan vara intressanta för vidare forskning. Dels beskrivs att en effektiv distributionsplan skulle kunna förbättra utnyttjandegraden av fordon och därmed minska fordonsflottan. För att man skall kunna konstatera att ett optimeringsprogram kan användas för att minska fordonsflottan och därmed minska miljöpåverkan, bör ytterligare forskning genomföras inom ämnet. Vidare anses IT-säkerhet vara essentiellt vid användande av optimeringssystem i hemtjänsten då konfidentiell information hanteras. Detta ämne har inte diskuterats ingående men bör beaktas vid införandet av nya system. Slutligen för att hantera avvikelser i ruttplaneringen skulle eventuellt ett jourfordon kunna införas för större verksamheter. För att kunna fastställa denna idé behövs det forskas och undersökas vidare inom området.

Referenslista

Tryckta källor

Bryman, A. & Bell, E. (2011). *Business Research methods*, upplaga 3. Oxford: Oxford University Press.

Begur, Sachidanand V., Miller, David M. & Weaver, Jerry R. (1997). An integrated spatial DSS for scheduling and routing home-health-care nurses. (decision support system). *Interfaces*, 27(4), s.35–48.

Clarke, G. & Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 12(4), s.568–581.

Decerle J., Grunder, O., Hajjam El Hassani, A. & Barakat, O. (2017). A general model for the home health care routing and scheduling problem with route balancing. *IFAC PapersOnLine*, 50(1), s.14662–14667.

Demir, E., Bektaş T. & Laporte, G. (2014). A review of recent research on green road freight transportation. *European Journal of Operational Research*, 237(3), s.775–793.

Eglese, R. & Black, D. (2015). Optimizing the routing of vehicles. I McKinnon, A., Browne, M., Piecyk, M. & Whiteing, A. (Red.), *Green Logistics Improving the Environmental Sustainability of Logistics*, upplaga 3 (10) s.229-239. London: Kogan Page.

Eglese, R., Maden, W. & Slater, A. (2006). A road timetable to aid vehicle routing and scheduling, *Computers and Operations Research*, 33(12), s.3508-3519.

Gillett, B. & Miller, L. (1974). A Heuristic Algorithm for the Vehicle-Dispatch Problem. *Operations Research*, 22(2), s..340–349.

Glover, F. (1990). Tabu search: a tutorial. (use of tabu search in solving optimization problems). *Interfaces*, 20(4), s.74–94.

Laporte, G. Gendreau, M., Potvin, J-Y. & Semet, F. (2000). Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. *International Transactions in Operational Research*, 7(4-5), s.285–300.

Liimatainen, H., Stenholm, P., Tapio, P. & McKinnon, A. (2012). Energy efficiency practices among road freight hauliers. *Energy Policy*, 50, s.833–842.

- Lumsden, K. (2012). Fysisk distribution. *Logistikens grunder*, upplaga 3 (20) s.649-701. Lund: Studentlitteratur.
- Lundgren, M. G., Jörnsen, K.O. & Madsen, B.G. (1993). Det klassiska ruttplaneringsproblemet. *Handbok i ruttplanering*. Upplaga 3. Stockholm: Transportforskningsberedningen (TFB): Allmänna förlag.
- McKinnon, A. (2015). Increasing fuel efficiency in the road freight sector. I McKinnon, A., Browne, M., Piecyk, M. & Whiteing, A. (Red.), *Green Logistics Improving the Environmental Sustainability of Logistics*, upplaga 3 (12), s.262-277. London: Kogan Page.
- McKinnon, A. & Piecyk, M. (2009). Measurement of Co2 emission from road freight transport: A review of UK experience, *Energy Policy*, 37 (10), s.3733-3742.
- Moen, O. (2016). *Femstegsmodellen - Affärsmodell med ruttoptimering för ökad transporteffektivitet vid urbana godstransporter*. Jönköping: Trafikverket.
- Nakari, Pentti J. E. (2016). Potential and Challenges in Home Care Service Process Optimization. A Route Optimization Approach. *Jyväskylä studies in computing*, 245.
- Nicholson, J. (2014). Tower of Hanoi. *The Concise Oxford Dictionary of Mathematics*, upplaga 5, Oxford: Oxford University Press.
- Rasmussen, M. S., Justesen, T., Dohn, A. & Larsen, J. (2012). The Home Care Crew Scheduling Problem: Preference-based visit clustering and temporal dependencies. *European Journal of Operational Research*, 219(3), s.598–610.
- Rosen, M. (1991). Coming to Terms with the Field: Understanding and Doing Organisational Ethnography. *Journal of Management Studies*, 28(1), s.1–24.
- Ryan, D.M., Hjorring, C. & Glover, F. (1993). Extensions of the Petal Method for Vehicle Routing. *Journal of the Operational Research Society*, 44(3), s.289-296.
- Socialstyrelsen. (2016). *Din rätt till vård och omsorg – en vägvisare för äldre*. Falun: Socialstyrelsen.
- Statens energimyndighet. (2017). *Transportsektorns energianvändning 2016*. Eskilstuna: Statens energimyndighet.

Toth, P. & Vigo, D. (2001). The vehicle routing problem, SIAM monographs on discrete mathematics and applications. *Production and Operations Management*, 10 (2), s.207-23.

Vägverket. (2007:59). *Kravspecifikation för ruttoptimering*. Borlänge: Vägverket.

Elektroniska källor

Andersson, B. (2016, 29 november). Det behövs bättre ordning i hemtjänsten. *Spanaren*.

<https://spanaren.se/2016/11/29/det-behovs-battre-ordning-i-hemtjansten/>

(Hämtad 2018-02-27)

Boverket. (2017). *Andelen äldre ökar*.

<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsplanering/bostadsmarknaden/bostadsmarknadsenkaten-i-korthet/bostadsmarknaden-for-olika-grupper/aldre/> (Hämtad 2018-03-27)

Güven-Koçak, Ş., Stewart, H.M., Heching, A.R., Keskinocak, P. & Toriello, A. (2017).

Home Health Care Routing and Scheduling with Consistency.

<https://www2.isye.gatech.edu/~atorielle3/hhcrs.pdf> (hämtad 2018-05-23)

Interpellation till statsråd 2015/16:140 (2015), Staxäng, L.A. *Högre kvalitet i hemtjänsten*.

<https://data.riksdagen.se/fil/05132871-0D24-4D2C-BEBF-C25B25529734>

(Hämtad 2018-02-27)

Kommitédirektiv 2012:78. (2012). *Fossiloberoende fordonsflotta – ett steg på vägen mot nettonollutsläpp av växthusgaser*.

<http://www.regeringen.se/49bba8/contentassets/1a31cd2fbd3f4352b71bba3afee91f63/fossiloberoende-fordonsflotta---ett-steg-pa-vagen-mot-nettonollutslapp-av-vaxthusgaser-dir.-201278> (Hämtad 2018-02-27)

Länsstyrelsen 1. (2018). *Transporter i hemtjänsten*.

<http://www.aktivarekommunalatransporter.se/Sv/transporter-i-hemtjansten/Pages/default.aspx> (Hämtad 2018-02-27)

Länsstyrelsen 2. (2018). *Organisationen i hemtjänsten*.

<http://extra.lansstyrelsen.se/transporteffektivisering-i-kommuner/Sv/transporter-i-hemtjansten/Pages/organisationen-inom-hemtjansten.aspx> (Hämtad 2018-02-27)

Johansson, P. (2014, 23 augusti). Miljömedveten logistik – en konkurrensfördel. *Allt om företagande*. <http://www.alltomforetagande.se/miljomedveten-logistik-en-konkurrensfordel/> (hämtad 2018-05-11)

Lagercrantz, A. (2017, 3 april). Att inte hinna med sliter ont på min själ. *Svenska Dagbladet*. <https://www.svd.se/att-inte-hinna-med-sliter-ont-pa-min-sjal/om/hemtjanst> (Hämtad 2018-02-28)

Liljemalm, A. (2017, 1 november). Här är framtidens bränslen. *Miljö & Utveckling - Tidning för miljöproffs*. <http://miljo-utveckling.se/har-ar-framtidens-branslen/> (Hämtad 2018-04-04)

Naturvårdsverket. (2018). *Transporterna och Miljön*. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Transporter-och-trafik/> (Hämtad 2018-04-04)

PTV Group. (2017). *Saving money with route optimisation in the cloud*. <http://compass.ptvgroup.com/2017/03/saving-money-with-route-optimisation-in-the-cloud/?lang=en> (Hämtad 2018-05-23)

Regeringen. (2017). *Sverige och Agenda 2030 - Rapport till FN:s politiska högnivåforum 2017 om hållbar utveckling*. <https://www.regeringen.se/49f006/contentassets/f883444856cd40838e69a22d5da2beed/sverige-och-agenda-2030--rapport-till-fns-politiska-hognivaforum-2017-om-hallbar-utveckling.pdf> (Hämtad 2018-03-27)

Segerstedt, A. (2007). Genomtänkt ruttplanering sparar kostnader och miljö. *Intelligent Logistik*. Nr. 6/07. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:978204/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad 2018-02-27)

Svenskt Näringsliv. (2005). *Transport och logistik – en spjutspets för konkurrenskraft*. https://www.svensktnaringsliv.se/migration_catalog/transport-och-logistik-en-spjutspets-for-konkurrenskraft_525926.html/BINARY/Transport%20och%20logistik%20-%20en%20spjutspets%20f%C3%B6r%20konkurrenskraft (Hämtad 2018-02-27)

Toyota Sweden AB. (2018). *Yaris Produktinformation*.

http://tims.elanders.com/webbroschyr/produktblad/yar_pf_web.pdf?_ga=2.61157221.878747187.1524560354-42644813.1524560354 (hämtad 2018-05-03)

Muntliga källor

Rosén, P. (2018). Föreläsning; Transportmodeller. 19 februari 2018

Bilder och figurer

Figur 1: Lundgren, M. G., Jörnsten, K.O. & Madsen, B.G., 1993. *Handbok i ruttplanering, kap. Det klassiska ruttplaneringsproblemet*. Upplaga 1993:3.

Figur 2: Lundgren, M. G., Jörnsten, K.O. & Madsen, B.G., 1993. *Handbok i ruttplanering, kap. Det klassiska ruttplaneringsproblemet*. Upplaga 1993:3.

Bilagor

Dag 1 återrapporterad simulering:

Bilaga 1: Orderlista återrapporterad simulering Dag 1 Personal 1

Route AUTO0001

Seq	Type	Order	Name	Location	Day	Arrive	Duration	Kms	Stopp	
1			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	07:22	00:00	0.0	15	0
2	DEL	1	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	07:27	00:15	1.5	1	0
3	DEL	2	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	07:42	00:15	0.0	1	0
4	DEL	3	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	18/04	08:00	00:20	0.2	1	0
5	DEL	4	Brukare 21	Central Hovenäset	18/04	08:26	00:05	3.5	1	0
6	DEL	5	Brukare 20	Central Hovenäset	18/04	08:31	00:05	0.0	1	0
7	DEL	6	Brukare 12	Central Hovenäset	18/04	08:39	00:20	0.6	1	0
8	DEL	7	Brukare 13	Central Hovenäset	18/04	09:02	00:20	0.2	1	0
9	DEL	8	Brukare 14	Central Hovenäset	18/04	09:25	00:15	0.1	1	0
10	DEL	9	Brukare 15	Central Hovenäset	18/04	09:43	00:45	0.2	1	0
11			Waiting Time		18/04	10:35	00:14	5.1	0	0
12	DEL	10	Restbreak	0.77 kms ENE of Hasselösu	18/04	10:50	00:30	0.0	1	0
13			Waiting Time		18/04	11:27	00:02	2.8	0	0
14	DEL	11	Brukare 16	Central Smögen	18/04	11:30	00:10	0.0	1	0
15			Waiting Time		18/04	11:40	00:01	0.0	0	0
16	DEL	12	Brukare 16	Central Smögen	18/04	11:41	00:15	0.0	1	0
17	DEL	13	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	12:06	00:10	4.0	1	0
18	DEL	14	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	18/04	12:19	00:15	0.2	1	0
19	DEL	15	Brukare 17	Central Kungshamn	18/04	12:37	00:15	0.4	1	0
20			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	12:55	00:00	1.3	0	0

Bilaga 2: Orderlista återrapporterad simulering Dag 1 Personal 2

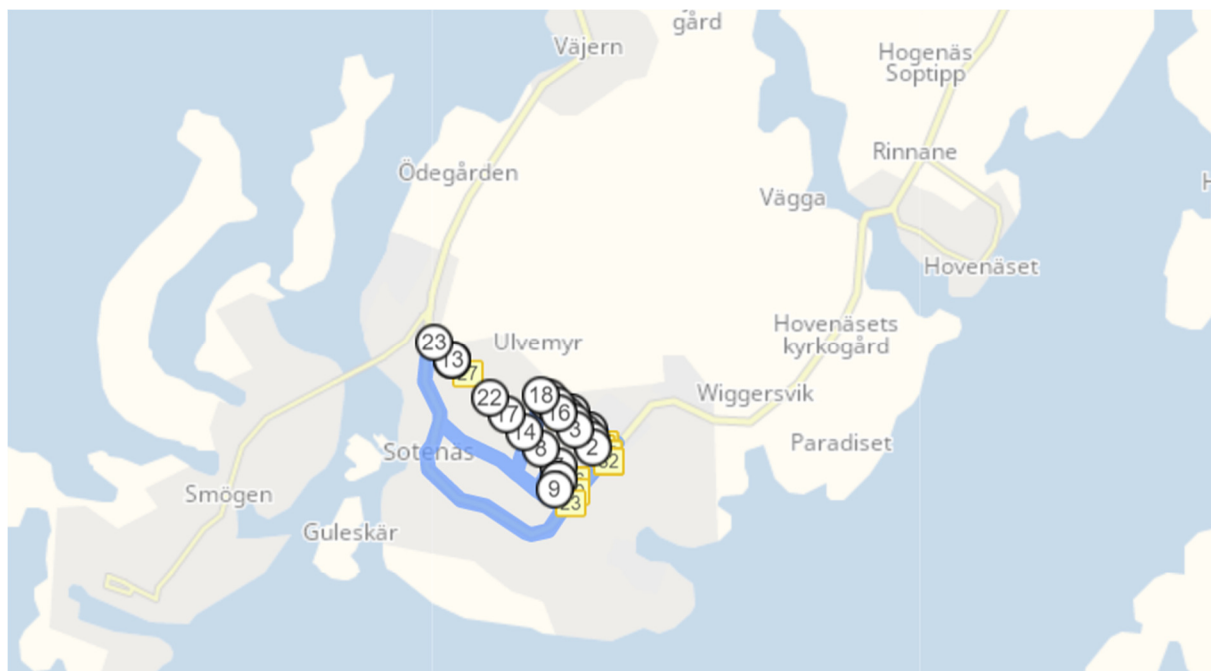
Route AUTO0002

Seq	Type	Order	Name	Location	Day	Arrive	Duration	Kms	Stopp	
1			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	07:20	00:00	0.0	21	0
2	DEL	16	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	07:25	00:30	1.9	1	0
3	DEL	17	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	07:55	00:20	0.0	1	0
4	DEL	18	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	08:18	00:05	0.1	1	0
5	DEL	19	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	08:23	00:10	0.0	1	0
6	DEL	20	Brukare 3	Central Kungshamn	18/04	08:36	00:05	0.4	1	0
7	DEL	21	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	08:44	00:40	0.1	1	0
8	DEL	22	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	09:24	00:20	0.0	1	0
9	DEL	23	Brukare 5	Central Kungshamn	18/04	09:47	00:15	0.1	1	0
10	DEL	24	Brukare 6	0.57 kms NE of Kungshamn	18/04	10:05	00:15	0.5	1	0
11	DEL	25	Brukare 6	0.57 kms NE of Kungshamn	18/04	10:20	00:15	0.0	1	0
12	DEL	26	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	10:38	00:30	0.3	1	0
13			Waiting Time		18/04	11:12	00:04	1.5	0	0
14	DEL	27	Restbreak	0.77 kms ENE of Hasselösu	18/04	11:17	00:30	0.0	1	0
15	DEL	28	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	11:51	00:10	1.7	1	0
16			Waiting Time		18/04	12:04	00:02	0.3	0	0
17	DEL	29	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	12:07	00:20	0.0	1	0
18			Waiting Time		18/04	12:30	00:01	0.1	0	0
19	DEL	30	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	12:31	00:10	0.0	1	0
20			Waiting Time		18/04	12:44	00:01	0.2	0	0
21	DEL	31	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	12:45	00:15	0.0	1	0
22			Waiting Time		18/04	13:03	00:01	0.2	0	0
23	DEL	32	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	13:04	00:15	0.0	1	0
24			Waiting Time		18/04	13:22	00:03	0.0	0	0
25	DEL	33	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	13:25	00:40	0.0	1	0
26	DEL	34	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	14:05	00:15	0.0	1	0
27	DEL	35	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	14:20	00:30	0.0	1	0
28			Waiting Time		18/04	14:53	00:03	0.3	0	0
29	DEL	36	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	14:56	00:15	0.0	1	0
30			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	15:15	00:00	1.7	0	0

Bilaga 3: Karta återrapporterad simulering Dag 1 Personal 1 (arbetspass 07:00-16:00)



Bilaga 4: Karta Återrapporterad Simulering Dag 1 Personal 2 (arbetspass 07:00-13:00)



Dag 1 optimerad simulering:

Bilaga 5: Orderlista Test 1 optimerad simulering Dag 1 Personal 1

Route AUTO0001

Seq	Type	Order	Name	Location	Day	Arrive	Duration	Kms	Stopp
1			KvamBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	06:55	00:00	0.0	17 0
2	DEL	35	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	07:00	00:40	1.7	1 0
3	DEL	36	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	07:40	00:20	0.0	1 0
4	DEL	30	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	08:03	00:30	0.2	1 0
5	DEL	31	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	08:33	00:20	0.0	1 0
6	DEL	33	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	08:56	00:10	0.1	1 0
7	DEL	32	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	09:06	00:05	0.0	1 0
8	DEL	37	Brukare 5	Central Kungshamn	18/04	09:14	00:15	0.5	1 0
9	DEL	34	Brukare 3	Central Kungshamn	18/04	09:32	00:05	0.1	1 0
10	DEL	39	Brukare 6	0.57 kms NE of Kungshamn	18/04	09:40	00:15	0.4	1 0
11	DEL	38	Brukare 6	0.57 kms NE of Kungshamn	18/04	09:55	00:15	0.0	1 0
12	DEL	2	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	10:13	00:15	0.3	1 0
13	DEL	40	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	10:28	00:30	0.0	1 0
14	DEL	1	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	10:58	00:15	0.0	1 0
15	DEL	13	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	11:13	00:10	0.0	1 0
16	DEL	10	Restbreak	0.77 kms ENE of Hasselösu	18/04	11:27	00:30	1.5	1 0
17	DEL	11	Brukare 16	Central Smögen	18/04	12:04	00:10	2.8	1 0
18	DEL	12	Brukare 16	Central Smögen	18/04	12:14	00:15	0.0	1 0
19			KvamBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	12:37	00:00	2.8	0 0

Bilaga 6: Orderlista Test 1 optimerad simulering Dag 1 Personal 2

Route AUTO0002

Seq	Type	Order	Name	Location	Day	Arrive	Duration	Kms	Stopp
1			KvamBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	08:17	00:00	0.0	19 0
2	DEL	3	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	18/04	08:21	00:20	1.6	1 0
3	DEL	5	Brukare 20	Central Hovenäset	18/04	08:47	00:05	3.5	1 0
4	DEL	4	Brukare 21	Central Hovenäset	18/04	08:52	00:05	0.0	1 0
5	DEL	9	Brukare 15	Central Hovenäset	18/04	09:00	00:45	0.4	1 0
6	DEL	6	Brukare 12	Central Hovenäset	18/04	09:48	00:20	0.3	1 0
7	DEL	8	Brukare 14	Central Hovenäset	18/04	10:11	00:15	0.1	1 0
8	DEL	7	Brukare 13	Central Hovenäset	18/04	10:29	00:20	0.1	1 0
9	DEL	41	Restbreak	0.77 kms ENE of Hasselösu	18/04	10:55	00:30	5.3	1 0
10	DEL	15	Brukare 17	Central Kungshamn	18/04	11:28	00:15	1.3	1 0
11	DEL	14	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	18/04	11:46	00:15	0.4	1 0
12	DEL	43	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	12:04	00:20	0.5	1 0
13	DEL	44	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	12:27	00:10	0.1	1 0
14	DEL	46	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	12:37	00:15	0.0	1 0
15	DEL	42	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	12:55	00:10	0.2	1 0
16	DEL	45	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	13:05	00:15	0.0	1 0
17	DEL	50	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	13:20	00:15	0.0	1 0
18	DEL	48	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	13:38	00:15	0.3	1 0
19	DEL	49	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	13:53	00:30	0.0	1 0
20	DEL	47	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	14:23	00:40	0.0	1 0
21			KvamBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	15:08	00:00	1.9	0 0

Bilaga 7: Orderlista Test 2 optimerad simulering Dag 1 Personal 1

Route AUTO0001

Seq	Type	Order	Name	Location	Day	Arrive	Duration	Kms	Stopp	
1			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	07:08	00:00	0.0	14	0
2	DEL	8	Brukare 14	Central Hovenäset	18/04	07:15	00:15	5.2	1	0
3	DEL	7	Brukare 13	Central Hovenäset	18/04	07:33	00:20	0.1	1	0
4	DEL	6	Brukare 12	Central Hovenäset	18/04	07:56	00:20	0.2	1	0
5	DEL	5	Brukare 20	Central Hovenäset	18/04	08:20	00:05	1.0	1	0
6	DEL	4	Brukare 21	Central Hovenäset	18/04	08:25	00:05	0.0	1	0
7	DEL	32	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	08:34	00:05	3.1	1	0
8	DEL	33	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	08:39	00:10	0.0	1	0
9	DEL	1	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	08:52	00:15	0.3	1	0
10	DEL	40	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	09:07	00:30	0.0	1	0
11	DEL	10	Restbreak	0.77 kms ENE of Hasselösu	18/04	09:41	00:30	1.5	1	0
12	DEL	35	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	10:15	00:40	1.7	1	0
13	DEL	9	Brukare 15	Central Hovenäset	18/04	11:00	00:45	3.5	1	0
14	DEL	11	Brukare 16	Central Smögen	18/04	11:59	00:10	7.6	1	0
15	DEL	12	Brukare 16	Central Smögen	18/04	12:09	00:15	0.0	1	0
16			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	12:32	00:00	2.8	0	0

Bilaga 8: Orderlista Test 2 optimerad simulering Dag 1 Personal 2

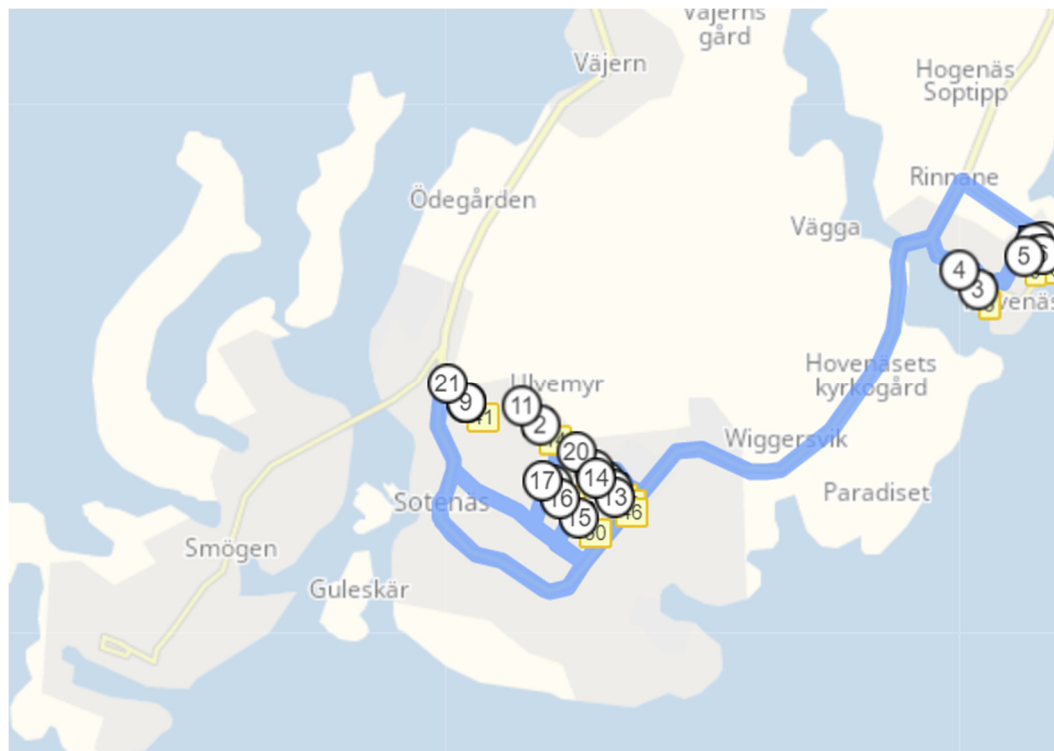
Route AUTO0002

Seq	Type	Order	Name	Location	Day	Arrive	Duration	Kms	Stopp	
1			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	07:46	00:00	0.0	22	0
2	DEL	3	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	18/04	07:50	00:20	1.6	1	0
3	DEL	31	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	08:14	00:20	0.7	1	0
4	DEL	30	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	08:34	00:30	0.0	1	0
5	DEL	34	Brukare 3	Central Kungshamn	18/04	09:07	00:05	0.3	1	0
6	DEL	37	Brukare 5	Central Kungshamn	18/04	09:15	00:15	0.1	1	0
7	DEL	36	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	09:33	00:20	0.1	1	0
8	DEL	39	Brukare 6	0.57 kms NE of Kungshamn	18/04	09:56	00:15	0.3	1	0
9	DEL	38	Brukare 6	0.57 kms NE of Kungshamn	18/04	10:11	00:15	0.0	1	0
10	DEL	2	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	10:29	00:15	0.3	1	0
11	DEL	13	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	18/04	10:44	00:10	0.0	1	0
12	DEL	41	Restbreak	0.77 kms ENE of Hasselösu	18/04	10:57	00:30	1.5	1	0
13	DEL	15	Brukare 17	Central Kungshamn	18/04	11:31	00:15	1.3	1	0
14	DEL	14	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	18/04	11:49	00:15	0.4	1	0
15	DEL	46	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	12:07	00:15	0.7	1	0
16	DEL	44	Brukare 1	0.52 kms ENE of Kungshamn	18/04	12:22	00:10	0.0	1	0
17	DEL	45	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	12:35	00:15	0.2	1	0
18	DEL	42	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	12:50	00:10	0.0	1	0
19	DEL	50	Brukare 4	Central Kungshamn	18/04	13:00	00:15	0.0	1	0
20	DEL	43	Brukare 2	0.54 kms NE of Kungshamn	18/04	13:18	00:20	0.3	1	0
21	DEL	48	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	13:41	00:15	0.1	1	0
22	DEL	49	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	13:56	00:30	0.0	1	0
23	DEL	47	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	18/04	14:26	00:40	0.0	1	0
24			KvarnBerget	6 Smedsgatan Västra Götal	18/04	15:10	00:00	1.9	0	0

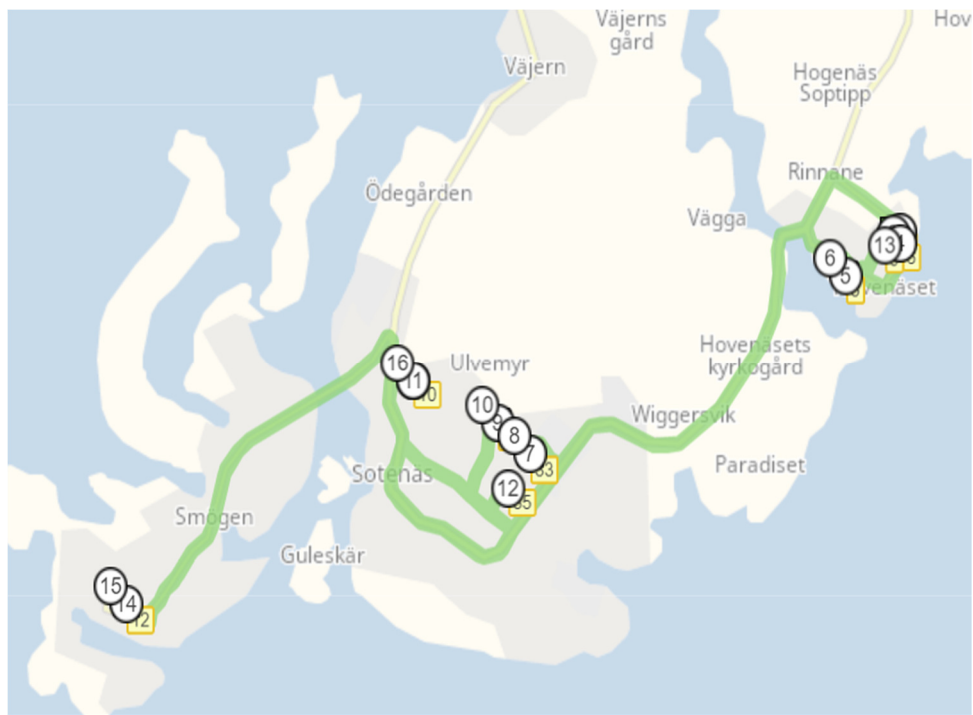
Bilaga 9: Karta optimerad simulering Dag 1 Personal 1 Test 1(arbetspass 07:00-16:00)



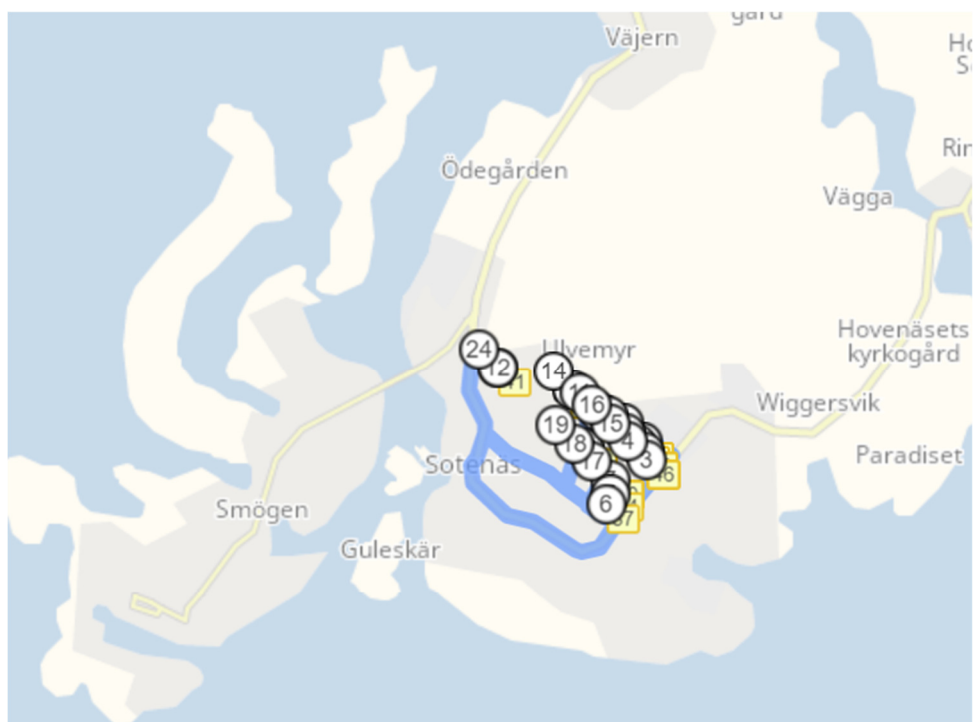
Bilaga 10: Karta optimerad simulering Dag 1 Personal 2 Test 1(arbetspass 07:00-13:00)



Bilaga 11: Karta optimerad simulering Dag 1 Personal 1 Test 2(arbetspass 07:00-16:00)



Bilaga 12: Karta optimerad simulering Dag 1 Personal 2 Test 2(arbetspass 07:00-13:00)



Dag 2 återrapporterad simulering:

Bilaga 13: Orderlista återrapporterad simulering Dag 1 Personal 1

Route AUTO0001

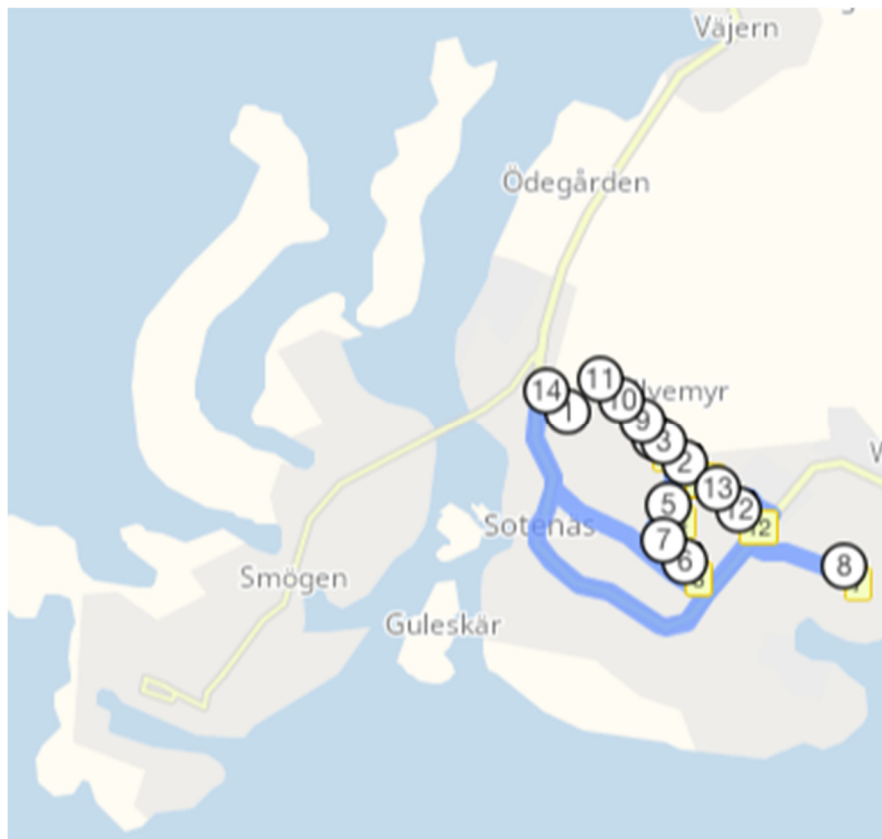
Sek	Typ	Order	Namn	Plats	Dag	Ankomst	Stoptid	Km	Stopp	
1			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	07:08	00:00	0.0	12	0
2	LEV	1	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	07:12	00:15	1.5	1	0
3	LEV	2	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	07:27	00:15	0.0	1	0
4	LEV	3	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	19/04	07:45	00:20	0.2	1	0
5	LEV	4	Brukare 17	Central Kungshamn	19/04	08:08	00:40	0.4	1	0
6	LEV	5	Brukare 18	Central Kungshamn	19/04	08:51	00:25	0.3	1	0
7	LEV	6	Brukare 19	Central Kungshamn	19/04	09:16	00:25	0.0	1	0
8	LEV	7	Brukare 35	0.83 kms E of Kungshamn	19/04	09:44	00:15	0.8	1	0
9	LEV	8	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	10:04	00:30	1.1	1	0
10	LEV	9	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	10:34	00:30	0.0	1	0
11	LEV	10	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	11:04	00:05	0.0	1	0
12	LEV	11	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	19/04	11:12	00:10	0.4	1	0
13	LEV	12	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	19/04	11:22	00:15	0.0	1	0
14			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	11:41	00:00	1.9	0	0

Bilaga 14: Orderlista återrapporterad simulering Dag 1 Personal 2

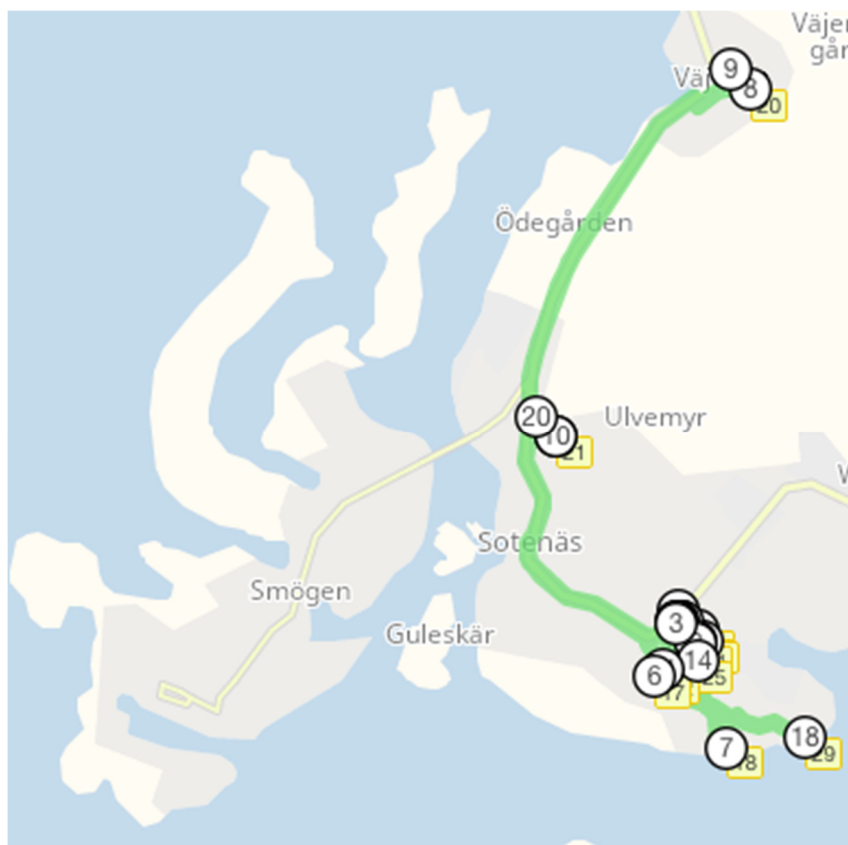
Route AUTO0002

Sek	Typ	Order	Namn	Plats	Dag	Ankomst	Stoptid	Km	Stopp	
1			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	07:43	00:00	0.0	18	0
2	LEV	13	Brukare 24	Central Kungshamn	19/04	07:50	00:15	2.5	1	0
3	LEV	14	Brukare 28	Central Kungshamn	19/04	08:05	00:10	0.0	1	0
4	LEV	15	Brukare 29	Central Kungshamn	19/04	08:18	00:15	0.1	1	0
5	LEV	16	Brukare 36	Central Kungshamn	19/04	08:36	00:20	0.1	1	0
6	LEV	17	Brukare 25	Central Kungshamn	19/04	08:59	00:15	0.3	1	0
7	LEV	18	Brukare 31	0.73 kms SE of Kungshamn	19/04	09:17	00:25	0.6	1	0
8	LEV	19	Brukare 32	Central 9190 VÄJERN	19/04	09:50	00:30	4.6	1	0
9	LEV	20	Brukare 32	Central 9190 VÄJERN	19/04	10:20	00:30	0.0	1	0
10	LEV	21	RAST	0.77 kms ENE of Hasselösu	19/04	10:53	00:30	2.2	1	0
11	LEV	22	Brukare 33	Central Kungshamn	19/04	11:29	00:15	2.6	1	0
12	LEV	23	Brukare 34	Central Kungshamn	19/04	11:47	00:15	0.3	1	0
13	LEV	24	Brukare 29	Central Kungshamn	19/04	12:05	00:15	0.1	1	0
14	LEV	25	Brukare 27	Central Kungshamn	19/04	12:23	00:45	0.2	1	0
15			Väntetid		19/04	13:11	00:02	0.1	0	0
16	LEV	26	Brukare 34	Central Kungshamn	19/04	13:14	00:15	0.0	1	0
17	LEV	27	Brukare 36	Central Kungshamn	19/04	13:32	00:15	0.0	1	0
18			Väntetid		19/04	13:50	00:02	0.0	0	0
19	LEV	28	Brukare 26	Central Kungshamn	19/04	13:52	00:30	0.0	1	0
20			Väntetid		19/04	14:25	00:02	0.8	0	0
21	LEV	29	Brukare 30	0.96 kms ESE of Kungshamn	19/04	14:27	00:10	0.0	1	0
22			Väntetid		19/04	14:40	00:01	0.8	0	0
23	LEV	30	Brukare 26	Central Kungshamn	19/04	14:41	00:10	0.0	1	0
24			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	14:56	00:00	2.5	0	0

Bilaga 15: Karta återrapporterad simulering Dag 2 Personal 1 (arbetspass 07:00-13:00)



Bilaga 16: Karta återrapporterad simulering Dag 2 Personal 2 (arbetspass 07:00-16:00)



Dag 2 optimerad simulering:

Bilaga 17: Orderlista optimerad simulering Dag 2 Personal 1

Route AUTO0001

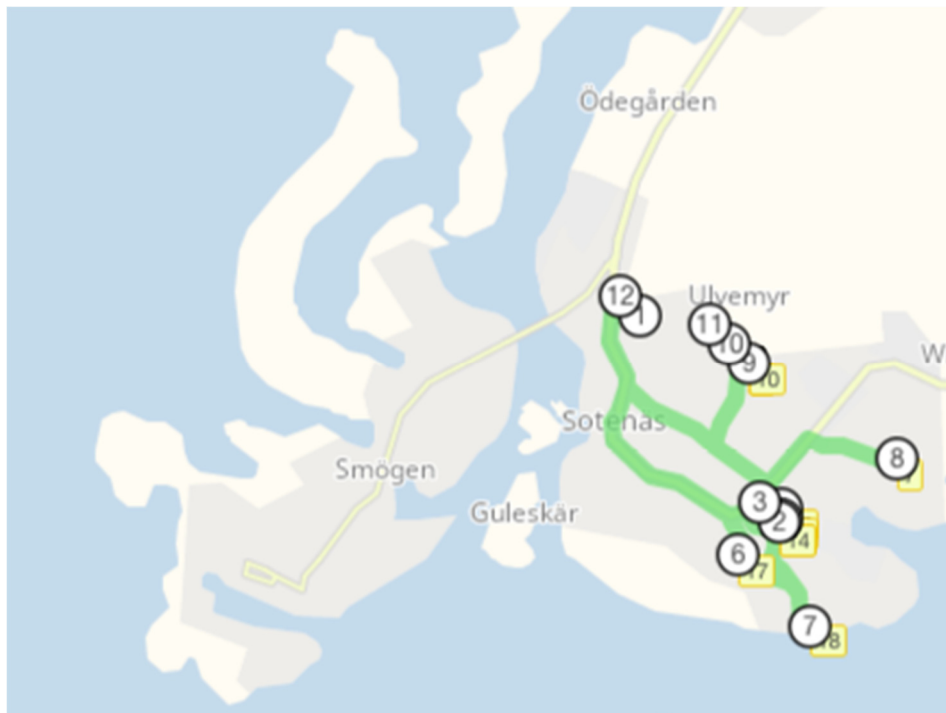
Sek	Typ	Order	Namn	Plats	Dag	Ankomst	Stoptid	Km	Stopp	
1			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	07:43	00:00	0.0	10	0
2	LEV	13	Brukare 24	Central Kungshamn	19/04	07:49	00:15	2.5	1	0
3	LEV	14	Brukare 28	Central Kungshamn	19/04	08:04	00:10	0.0	1	0
4	LEV	15	Brukare 29	Central Kungshamn	19/04	08:17	00:15	0.1	1	0
5	LEV	16	Brukare 36	Central Kungshamn	19/04	08:35	00:20	0.1	1	0
6	LEV	17	Brukare 25	Central Kungshamn	19/04	08:58	00:15	0.3	1	0
7	LEV	18	Brukare 31	0.73 kms SE of Kungshamn	19/04	09:16	00:25	0.6	1	0
8	LEV	7	Brukare 35	0.83 kms E of Kungshamn	19/04	09:44	00:15	1.0	1	0
9	LEV	8	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	10:04	00:30	1.1	1	0
10	LEV	10	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	10:34	00:05	0.0	1	0
11	LEV	9	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	10:39	00:30	0.0	1	0
12			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	11:12	00:00	1.5	0	0

Bilaga 18: Orderlista optimerad simulering Dag 2 Personal 2

Route AUTO0002

Sek	Typ	Order	Namn	Plats	Dag	Ankomst	Stoptid	Km	Stopp	
1			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	07:01	00:00	0.0	20	0
2	LEV	1	Brukare 7	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	07:05	00:15	1.5	1	0
3	LEV	2	Brukare 10	0.61 kms NNE of Kungshamn	19/04	07:20	00:15	0.0	1	0
4	LEV	3	Brukare 11	0.71 kms N of Kungshamn	19/04	07:38	00:20	0.2	1	0
5	LEV	4	Brukare 17	Central Kungshamn	19/04	08:01	00:40	0.4	1	0
6	LEV	5	Brukare 18	Central Kungshamn	19/04	08:44	00:25	0.3	1	0
7	LEV	6	Brukare 19	Central Kungshamn	19/04	09:09	00:25	0.0	1	0
8	LEV	19	Brukare 32	Central 9190 VÄJERN	19/04	09:40	00:30	3.5	1	0
9	LEV	20	Brukare 32	Central 9190 VÄJERN	19/04	10:10	00:30	0.0	1	0
10	LEV	21	RAST	0.77 kms ENE of Hasselösu	19/04	10:43	00:30	2.2	1	0
11	LEV	11	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	19/04	11:18	00:10	1.8	1	0
12	LEV	12	Brukare 8	0.54 kms ENE of Kungshamn	19/04	11:28	00:15	0.0	1	0
13	LEV	22	Brukare 33	Central Kungshamn	19/04	11:46	00:15	0.8	1	0
14	LEV	24	Brukare 29	Central Kungshamn	19/04	12:04	00:15	0.3	1	0
15	LEV	23	Brukare 34	Central Kungshamn	19/04	12:22	00:15	0.1	1	0
16	LEV	25	Brukare 27	Central Kungshamn	19/04	12:40	00:45	0.1	1	0
17	LEV	26	Brukare 34	Central Kungshamn	19/04	13:28	00:15	0.1	1	0
18	LEV	27	Brukare 36	Central Kungshamn	19/04	13:46	00:15	0.0	1	0
19	LEV	28	Brukare 26	Central Kungshamn	19/04	14:04	00:30	0.0	1	0
20	LEV	29	Brukare 30	0.96 kms ESE of Kungshamn	19/04	14:37	00:10	0.8	1	0
21	LEV	30	Brukare 26	Central Kungshamn	19/04	14:50	00:10	0.8	1	0
22			KvambergetsHemtjnst	6 Smedsgatan VSstra Götal	19/04	15:05	00:00	2.5	0	0

Bilaga 19: Karta optimerad simulering Dag 2 Personal 1 (arbetspass 07:00-13:00)



Bilaga 20: Karta optimerad simulering Dag 2 Personal 2 (arbetspass 07:00-16:00)

