

LIU-ITN-TEK-A--15/023--SE

Översyn av allmän anropsstyrd kollektivtrafik i Sörmlands län

Astrid Adelsköld

2015-06-04



Linköpings universitet
TEKNISKA HÖGSKOLAN

LIU-ITN-TEK-A--15/023--SE

Översyn av allmän anropsstyrd kollektivtrafik i Sörmlands län

Examensarbete utfört i Transportsystem
vid Tekniska högskolan vid
Linköpings universitet

Astrid Adelsköld

Handledare Marcus Posada
Examinator Carl Henrik Häll

Norrköping 2015-06-04

Upphovsrätt

Detta dokument hålls tillgängligt på Internet – eller dess framtida ersättare – under en längre tid från publiceringsdatum under förutsättning att inga extraordinära omständigheter uppstår.

Tillgång till dokumentet innebär tillstånd för var och en att läsa, ladda ner, skriva ut enstaka kopior för enskilt bruk och att använda det oförändrat för ickekommersiell forskning och för undervisning. Överföring av upphovsrätten vid en senare tidpunkt kan inte upphäva detta tillstånd. All annan användning av dokumentet kräver upphovsmannens medgivande. För att garantera äktheten, säkerheten och tillgängligheten finns det lösningar av teknisk och administrativ art.

Upphovsmannens ideella rätt innefattar rätt att bli nämnd som upphovsman i den omfattning som god sed kräver vid användning av dokumentet på ovan beskrivna sätt samt skydd mot att dokumentet ändras eller presenteras i sådan form eller i sådant sammanhang som är kränkande för upphovsmannens litterära eller konstnärliga anseende eller egenart.

För ytterligare information om Linköping University Electronic Press se förlagets hemsida <http://www.ep.liu.se/>

Copyright

The publishers will keep this document online on the Internet - or its possible replacement - for a considerable time from the date of publication barring exceptional circumstances.

The online availability of the document implies a permanent permission for anyone to read, to download, to print out single copies for your own use and to use it unchanged for any non-commercial research and educational purpose. Subsequent transfers of copyright cannot revoke this permission. All other uses of the document are conditional on the consent of the copyright owner. The publisher has taken technical and administrative measures to assure authenticity, security and accessibility.

According to intellectual property law the author has the right to be mentioned when his/her work is accessed as described above and to be protected against infringement.

For additional information about the Linköping University Electronic Press and its procedures for publication and for assurance of document integrity, please refer to its WWW home page: <http://www.ep.liu.se/>

Sammanfattning

Sörmlands län består till stor del av landsbygd där en kostnadseffektiv kollektivtrafik är svår att uppnå eftersom resandeunderlaget och därmed även efterfrågan normalt är låg. I dessa områden finns dock potential att uppnå en hållbar kollektivtrafik med hjälp av anropsstyrda trafikformer.

I detta projekt utreddes dels en övergång av turer i landsbygdslinjetrafiken till allmän anropsstyrd trafik och dels en samordning av den allmänna och särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken. Utredningen gällande övergång av turer innebar att utveckla en metod för att finna de turer i den ordinarie linjetrafiken som var lönsammare ur både ekonomisk, social och miljöbetingad hållbarhetsaspekt att utföra som anropsstyrd linjelagd trafik. Detta innebar att både intäkter och kostnader förknippade med trafikering, monetärt värderade tider för resenärer samt monetärt värderade emissioner studerades. Samordningen bestod av att utreda de ekonomiska, sociala och miljöbetingade effekterna av att kompletteringsresor planerades och utfördes med samma fordon som den särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken.

För att få en överblick av efterfrågan i länet studerades resandet i de tre berörda trafikformerna landsbygdslinjetrafiken, särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken samt kompletteringstrafiken. Antalet påstigande visualiserades geografiskt och över tid för att grovt kunna uppskatta potentialen i vidare analyser.

En generell metod för val mellan fast linjetrafik och anropsstyrd linjelagd trafik utvecklades, vilken bestod av enkla tumregler för utvärdering av turer med regelbundet låg efterfrågan i landsbygdslinjetrafiken. Metoden baserades på en framtagen nyttofunktion som beräknades för varje tur när den utfördes anropsstyrt respektive som fast trafik. Tumreglerna verifierades och resultatet visade att 92 procent av turerna utvärderades korrekt. De turer som föreslogs bli anropsstyrda studerades därefter noggrannare i syfte att bedöma om turerna var möjliga att omvandla med hänsyn till bland annat fordonsomlopp. Där detta inte var möjligt föreslogs antingen en reduktion av turutbudet eller att turen i fråga fortsätter trafikeras som fast linjetrafik. Med föreslagna förändringar av turer och utbud beräknades de operativa kostnaderna minska med 14 300 kronor per vecka, vilket under ett år blir 743 600 kronor och motsvarar 0,25 procent av kostnaderna för landsbygdstrafiken. Då endast 14 av ungefär 95 landsbygdslinjer studerades är potentialen dock större än så. När turer utförs som anropsstyrd trafik måste resenärer planera och beställa sin resa i förväg, något som inte värderades men bör tas hänsyn till som en negativ aspekt i omvandlingen av turer.

Samordningen av kompletteringsresor och särskilda anropsstyrda resor utreddes analytiskt, där samordning skedde genom att kompletteringsresor utfördes direkt före eller efter en särskild resa. Denna förenklade typ av samordning visade på en minskning av operativa kostnader om 29 300 kronor under oktober månad vilket motsvarar 351 200 kronor per år. Vid verklig implementering där resor integreras i varandra finns potential till större besparingar med bibehållen servicenivå för resenärer, samtidigt som belägningsgraden i fordonen kan öka.

Då kompletteringstrafiken får en högre kostnadseffektivitet genom samordning med den särskilda kollektivtrafiken kan denna användas som en flexibel ersättning där turutbudet i landsbygdslinjetrafiken behöver minska. En kostnadseffektivisering av landsbygdslinjetrafiken där turutbudet anpassas bättre till efterfrågan tillåter därmed en satsning av resurser till kompletteringstrafiken. Detta för att i enlighet med kollektivtrafikmyndighetens mål skapa en attraktiv kollektivtrafik för hållbar tillväxt och utveckling i Sörmlands län.

Abstract

To a large extent, Sörmland county consists of rural areas where a cost effective public transport system is hard to achieve, since fewer possible travellers lead to a low demand. In areas like these there is potential to achieve a sustainable public transport system with the help of demand responsive traffic.

In this project, trips in the regular rural public transport were studied with the aim of finding trips that can be shifted to demand responsive trips. A method for finding these trips were developed which had the aspects of economic, social and environmental sustainability in mind. This implies that both revenue and cost associated with the trips, monetary valued travel times for passengers and emissions were studied. Furthermore, a coordination of the complementing public transport and the mobility services in the county was analysed. This implies that the two traffic forms are planned together and use the same vehicles. This was also done in regards to economic, social and environmental sustainability.

To gain an overview of the demand for the different public transport forms in Sörmland, the travelling patterns during a representative period were analysed for each traffic form. The number of passengers was visualized geographically and over time to be able to assess the potential for using demand responsive traffic in the county.

A method for choosing between regular traffic and demand responsive traffic was developed, which consisted of simple thumb rules to apply to trips with continuously low demand. The method was based on a developed utility function which was calculated for each trip. The thumb rules were verified and the results showed that the trips were correctly evaluated in 92 percent of the cases. The trips that were suggested to be shifted to demand responsive trips were studied in further detail to evaluate the possibility to shift the trips with regards to the vehicle cycles. Where demand responsive traffic was not suitable, either regular traffic or a decrease of the supply was suggested instead. With these suggestions for alteration of trips the operative costs could decrease by 743 600 SEK per year. This correspond to 0,25 percent of the total costs for the rural public transport in the county, but the potential is larger since only 14 of 95 bus lines were studied. When trips are carried out as demand responsive trips, passengers need to plan and order their trip in advance. This was not valued in the analysis but should be taken into consideration when shifting trips from regular traffic to demand responsive traffic.

The coordination of the complementing public transport and the mobility services were studied analytically, where the coordination implied that trips were carried out right after one another. This simplified type of coordination showed a decrease of operative costs by 351 200 SEK per year. With a real coordination where trips also are inserted into each other, the potential of cost savings are larger with the same service level for passengers and at the same time a higher occupancy of the vehicles.

Since the complementing public transport become more cost effective when coordinating it with the mobility services, this traffic form can be used as a flexible substitute where the regular public transport supply need to decrease. To better adapt the regular public transport to the demand hence leads to a possibility to increase the service level of the complementing public transport. This is also in accordance to the goal of creating an attractive public transport system to achieve sustainable growth and development in Sörmland county.

Förord

Detta examensarbete har utförts som det sista momentet på civilingenjörsprogrammet Kommunikation, Transport och Samhälle vid Institutionen för Teknik och Naturvetenskap vid Linköpings universitet, campus Norrköping. Arbetet har utförts under vårterminen 2015 i samarbete med Sweco TransportSystem AB, som ett uppdrag för Sörmlands kollektivtrafikmyndighet.

Jag vill rikta ett stort tack till alla som varit till hjälp under examensarbetets gång. Ett specifikt tack till min examinator Carl Henrik Häll och handledare Marcus Posada, Linköpings universitet, för att ni agerat stöd under arbetet och hjälpt till lite extra med metodutvecklingen. Tack även till Bengt Stålnér, handledare på Sweco, för att du bistått med outhärlig expertis i området. Ett stort tack även till Fredrik Åberg Jönsson, Matthias Pfeil samt Oskar Jonsson på Sörmlands kollektivtrafikmyndighet för ett intressant uppdrag, att ni försett mig med all data och information jag behövt och svarat på mina oändligt många frågor. Tack även till kollektivtrafikgruppen på Sweco med Michael Stjärnekull i spetsen, som tagit väl hand om mig under våren!

Jag vill slutligen tacka vänner och familj för stöttning och peppning under hela min utbildning. Ett extra tack till alla studiesocialt engagerade i Norrköping och till Kårhuset Trappan, dess personal och driftgrupper, för en oförglömlig tid.

Astrid Adelsköld
Stockholm, juni 2015

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	2
1.2	Syfte.....	4
1.2.1	Frågeställningar.....	5
1.3	Metod.....	5
1.4	Initiala avgränsningar.....	6
2	Teoretisk referensram.....	7
2.1	Anropsstyrda trafikformer.....	7
2.2	Kalkylvärden.....	10
2.3	Analytiska verktyg.....	12
3	Strategisk styrning av anropsstyrd trafik.....	13
3.1	Förutsättningar.....	14
3.2	Effekter.....	16
4	Förarbete och resandeunderlag.....	20
4.1	Linjetrafik.....	20
4.2	Särskild anropsstyrd trafik.....	22
4.3	Kompletteringstrafik.....	23
4.4	Kostnader och intäkter.....	24
5	Jämförelse av fast och anropsstyrd linjetrafik.....	26
5.1	Utvecklande av nyttofunktion.....	26
5.1.1	Trafikering.....	28
5.1.2	Tid.....	29
5.1.3	Emissioner.....	30
5.1.4	Slutgiltiga ekvationer.....	30
5.2	Beslutsstöd för strategisk styrning.....	32
5.2.1	Kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet.....	32
5.2.2	Tumregler.....	33
6	Samordning av särskild och allmän anropsstyrd trafik.....	35
6.1	Från beställning till resa.....	35
6.2	Matchning och insättning.....	36
6.3	Kostnadsförändring.....	37
6.4	Variabla gränser för tid och avstånd.....	38
7	Resultat.....	39
7.1	Resandeunderlag.....	39

7.2	Verifiering av trafikeringskostnad i linjetrafik.....	44
7.3	Verifiering av fordonsantal vid anropsstyrd linjelagd trafik	44
7.4	Nytta av fast linjetrafik respektive anropsstyrd linjelagd trafik	45
7.5	Kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet.....	47
7.6	Verifiering och implementering av tumregler	47
7.7	Samordning och variabla gränser för matchning.....	49
8	Diskussion	51
8.1	Förarbete och resandeunderlag.....	51
8.2	Jämförelse av fast och anropsstyrd linjetrafik	52
8.2.1	Implementerbarhet.....	54
8.3	Samordning av särskild och allmän anropsstyrd trafik	56
9	Rekommendationer och fortsatt arbete.....	58
9.1	Rekommendationer för linjetrafiken och kompletteringstrafiken	58
9.2	Lämpliga anropsstyrda trafikformer.....	59
9.3	Metodförbättringar och generaliserbarhet	59
9.4	Fortsatt arbete i Sörmlands län	60
9.5	Slutsats.....	61
	Referenser.....	62
	Bilaga 1 – Turer med förändringspotential	

Figurförteckning

Figur 1. Sörmlands län.	1
Figur 2. Linjenätet i Sörmlands län.	2
Figur 3. Målmodell för regional kollektivtrafik i Sörmlands län. Omarbetad efter Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet (2012).....	3
Figur 4. Vinkbuss med efterfrågan från tre resenärer, där de mörkblå fyrkanterna representerar ändhållplatser.....	7
Figur 5. Anropsstyrd trafik med avvikelser, där de mörkblåa fyrkanterna är fasta stopp och de ljusblåa är valfria.	8
Figur 6. Anropsstyrd trafik med flexibel rutt, där de mörkblåa fyrkanterna är fasta stopp.....	8
Figur 7. Anropsstyrd områdestrafik med tre samplanerade resenärer i en rutt. Siluetterna representerar resenärernas upphämningsplats och pilarna deras respektive avlämningsplats.	9
Figur 8. Anropsstyrd trafik med mötesplatser, där de ljusblå fyrkanterna representerar mötesplatserna och siluetterna representerar resenärer.	9
Figur 9. Anslutande reseområden där område 1 alltid trafikeras före område 2.	10
Figur 10a, b & c. Bredare områden ger längre väntetider, kortare restider men längre total restid i systemet.	17
Figur 11a, b, c & d. Samband mellan kritisk efterfrågan, servicekapacitet och verklig efterfrågan. Omarbetad efter Qiu et al. (2014).....	18
Figur 12. Landsbygdslinjernas sträckning inom Flens kommun.....	21
Figur 13. Zoner i Flens kommun som trafikeras av studerade linjer.....	22
Figur 14. Ett fordons varierande beläggning under en dag.	23
Figur 15. Flödesschema över tumreglerna för kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet.	33
Figur 16a, b & c. Placeringen av kompletteringsresan påverkas av dess förhållande till den särskilda resan, där de inringade områdena kring start- och slutpunkten representerar tids- och avståndsgränserna.....	36
Figur 17. Antal påstigande under vecka 48 i de zoner som trafikeras av studerade linjer.	40
Figur 18. Antal påstigande i linjetrafik under vardagsdygnen måndag till fredag vecka 48.	40
Figur 19. Antal påstigande i linjetrafik under helgdygnen lördag och söndag vecka 48.	41
Figur 20. Antal påstigande i den särskilda anropsstyrda trafiken under 2014.....	41
Figur 21. Antal påstigande i särskild trafik under tre vardagsdygn år 2014.....	42
Figur 22. Antal påstigande i särskild trafik under två helgdygn år 2014.	42
Figur 23. Antal påstigande i kompletteringstrafiken i hela länet under 2014.	43
Figur 24. Antal påstigande i kompletteringstrafiken över trafikdygnet år 2014.	43
Figur 25. Genomsnittlig storlek på intäkter och kostnadsdelar i nyttofunktion.	46
Figur 26. Samband mellan täckningsgrad och antalet påstigande under vecka 48.	47

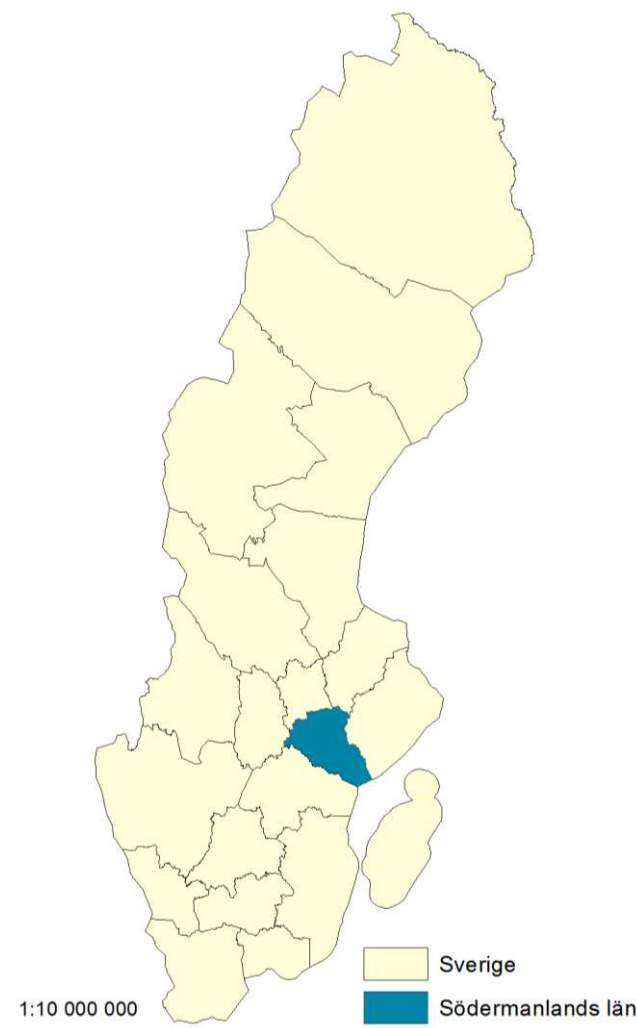
Tabellförteckning

Tabell 1. Prioriterade funktionsmål i de nya kommunöversynerna.....	4
Tabell 2. Rekommenderade tidsvärden för regional och lokal trafik med buss.	11
Tabell 3. Värdering för regionala effekter av emissioner.....	11
Tabell 4. Emissionsfaktorer i landsbygd.	12
Tabell 5. Lokala och regionala landsbygdslinjer i Flens kommun.....	20
Tabell 9. Andel påstigande i zoner tillhörande linje 337.....	26
Tabell 7. Aggregerad andel påstigande i efterkommande zoner när påstigning antas ske i Norrlänna.	27
Tabell 8. Antal påstigande per linje och riktning under vecka 48.	39
Tabell 9. Jämförelse mellan given och beräknad kostnad för linjetrafiken.....	44
Tabell 10. Fördelning av antalet påstigande per veckodag under vecka 48.	44
Tabell 11. Exemplifierade resultat av nyttofunktionerna för fyra representativa turer.	45
Tabell 12. Genomsnittlig intäkt och kostnader för turer med låg efterfrågan.	46
Tabell 13. Genomsnittlig intäkt och kostnader för turer med relativt låg till relativt hög efterfrågan.	46
Tabell 14. Genomsnittlig intäkt och kostnader för turer med hög efterfrågan.	46
Tabell 15. Medelvärde och 95 procent konfidensintervall för kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet.	47
Tabell 16. Jämförelse mellan applicering av tumregler och användning av nyttofunktion.....	48
Tabell 17. Turer uppdelade efter implementerbarhet för omvandling.	48
Tabell 18. Kostnadsbesparing och andel samordning när avståndsgränsen varierades mellan fem och tio kilometer.	49
Tabell 19. Kostnadsbesparing och andel samordning när tidsgränsen varierades mellan 15 och 40 minuter.	49
Tabell 20. Kostnadsförändringens fördelning mellan trafikering- tid- och emissionskostnader.....	50

1 Inledning

Hållbar kollektivtrafik definieras vanligtvis som kollektiva transportmöjligheter som uppnår hållbarhet ur en ekonomisk, social och miljöbetingad aspekt. Dessa aspekter är starkt beroende av varandra och en förbättring av den ena innebär ofta en försämring av de två andra aspekterna. I områden med låg efterfrågan på kollektivtrafik ger detta beroende större konsekvenser, då en marginellt ökad tillgänglighet ofta ger en stor kostnadsökning och ökad miljöpåverkan. Att uppnå ekonomisk hållbarhet i sådana områden kräver enligt Černý et al. (2014) en kollektivtrafik som frångår vanliga mönster med fasta rutter och tidtabeller. Olika former av anropsstyrd kollektivtrafik uppfyller detta krav och är därmed en intressant utgångspunkt för hållbarhetsutredningar i områden med låg efterfrågan.

Sörmlands län visas i Figur 1 och består av nio kommuner av varierande storlek och befolkningsmängd, där kommunerna uppräknade i ordning efter befolkningsmängd är Eskilstuna, Nyköping, Strängnäs, Katrineholm, Flen, Trosa, Oxelösund, Gnesta samt Vingåkers kommun. Tätbefolkade områden i länet förekommer främst kring Mälaren, vid gränsen mot Stockholms län samt i trakterna kring Katrineholm och Nyköping. Länet består i övrigt till stor del av glest befolkad landsbygd och skärgård vilket också innebär att resandeunderlaget är mindre i dessa områden. Den höga förekomsten av områden med låg efterfrågan gör därmed Sörmlands län intressant ur perspektivet att med hjälp av anropsstyrda alternativ uppnå en hållbar kollektivtrafik.

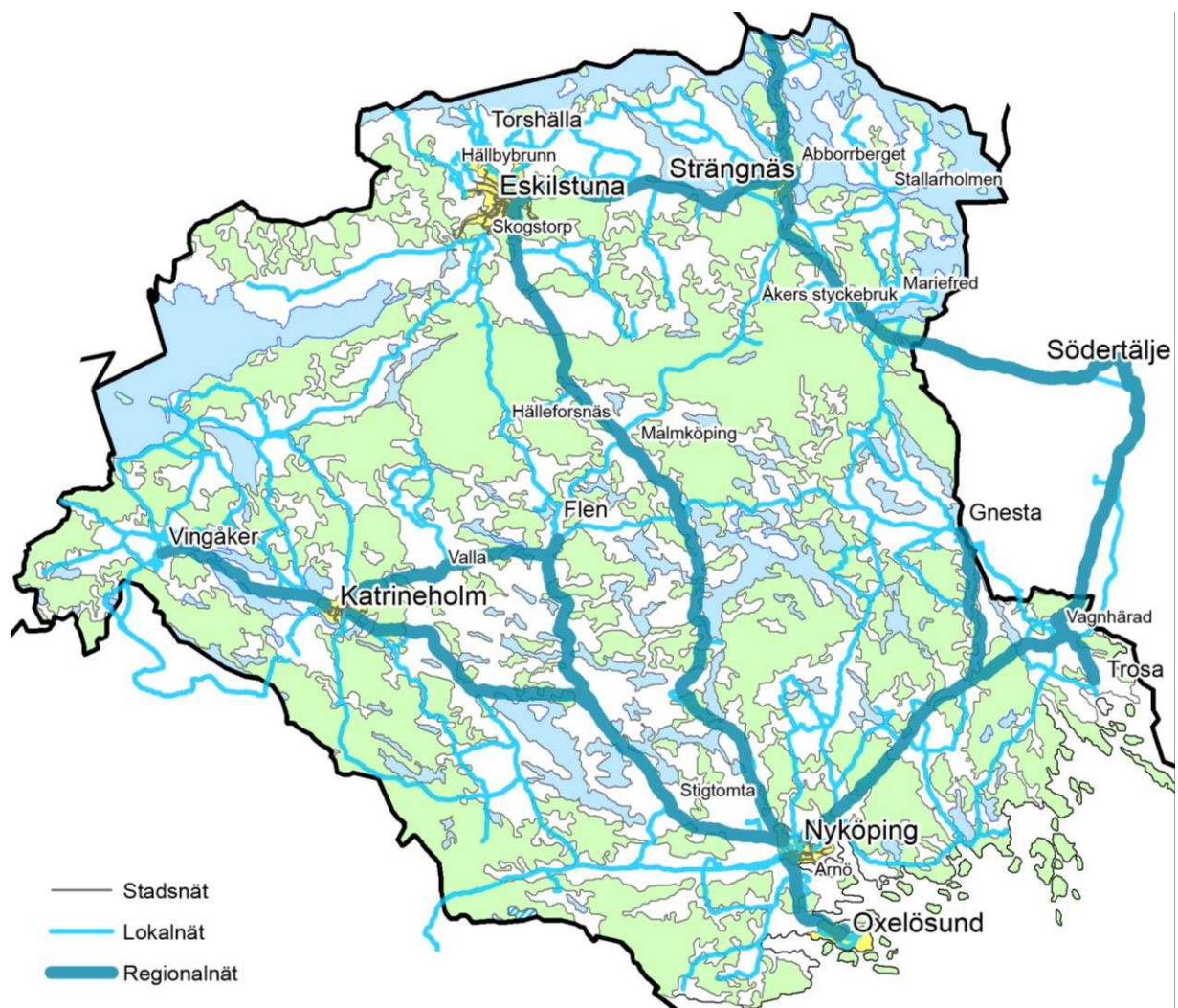


Figur 1. Sörmlands län.

1.1 Bakgrund

Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet är ett kommunalförbund med landstinget och samtliga nio kommuner i Sörmlands län som medlemmar. Kommunalförbundet bildades till följd av den nya kollektivtrafiklagstiftningen som trädde i kraft den 1 januari 2012, vilken reglerar förutsättningarna för ansvar och styrning av kollektivtrafik. Myndighetens uppdrag är att vara kollektivtrafikmyndighet enligt denna lagstiftning och därmed ha det samlade ansvaret för kollektivtrafiken i länet. (Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet, 2013)

Sörmlands läns regionala kollektivtrafikinфраstruktur består av ett järnvägsnät och ett regionalt busslinjenät mellan länets nio kommunhuvudorter och Södertälje, som visas i Figur 2. Det regionala busslinjenätet utgörs av stadstrafik i de fyra största orterna samt landsbygdstrafik som i sin tur kan delas upp i regionala och lokala linjer. Det regionala linjenätet kopplar samman länets kommunhuvudorter medan det lokala linjenätet i huvudsak trafikeras inom respektive kommun. (Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet, 2012)



Figur 2. Linjenätet i Sörmlands län.

Länets nuvarande linjenät utreddes senast under 2010 och 2011 i Länstrafiken Sörmlands projekt Framtida Kollektivtrafik (2011) i form av nio kommunöversyner och en sammanfattande analys på länsnivå. I denna utredning utarbetades förslag om ett framtida linjenät där stråk med starka resandeunderlag prioriteras framför områden med svagare resandeunderlag. Prioriteringen innebär dels ett ökat utbud och dels ett fokus på restidsförkortning längs dessa starka stråk. Sörmlands regionala trafikförsörjningsprogram (2012) framtaget av Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet bygger vidare på denna utredning och beskriver den framtida inriktningen av kollektivtrafiken i länet. En målmodell utvecklades med visionen att hälften av arbetspendlingsresorna i de starka stråken ska ske med kollektivtrafik via tåg eller buss bortom 2020. Det övergripande målet i målmodellen som visas i Figur 3 är att skapa en attraktiv kollektivtrafik för hållbar tillväxt och utveckling. Målet delas vidare upp i fem funktionsområden; tillgänglighet, attraktivitet, miljö, effektivitet och regional utveckling. Inom varje funktionsområde finns funktionsmål med tillhörande strategier för hur målen ska uppnås. Trafikförsörjningsprogrammet beskriver även att det regionala linjenätet ska ha ett stabilt utbud under hela trafikdygnet och hela trafikåret medan det lokala linjenätet istället kan ha ett mer varierande utbud. Därutöver ska kompletterande lokala trafiklösningar utvecklas, främst i form av allmän anropsstyrd kollektivtrafik.



Figur 3. Målmodell för regional kollektivtrafik i Sörmlands län. Omarbetad efter Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet (2012).

Idag finns två typer av allmän anropsstyrd kollektivtrafik i länet där den ena är linjebunden och den andra kompletterar ofrafikerade områden. Den linjelagda anropsstyrda trafiken består av vissa turer i den ordinarie landsbygdslinjetrafiken som endast trafikeras vid behov. Dessa turer sker ofta under lågtrafik såsom mitt på dagen, tidigt på morgonen eller sent på kvällen. En anropsstyrd linjelagd tur beställs senast två timmar innan avgångstid eller dagen före om avgång sker före klockan 10.00 eller efter klockan 20.00. Dessa resor sker med taxi av personbilstyp eller minibuss.

Den kompletterande trafiken innebär att boende i områden där det är mer än två kilometer till närmaste busshållplats har rätt att åka taxi till närmaste hållplats, eller i vissa fall närmaste centralort. Kompletteringstrafiken följer en tidtabell där avgångstid från eller ankomsttid till hållplatsen eller centralorten är specificerad men exakt upphämnings- eller avlämningstid vid resenärens hemadress bestäms vid beställning. Tidtabellen består i de flesta fall av en tur i veckan för varje

kompletteringsområde med resa till centralort eller hållplats på förmiddagen och resa från centralort eller hållplats på eftermiddagen. En kompletteringsresa beställs senast klockan 16.00 vardagen före avgång. Ordinarie biljettaxa gäller på både den linjelagda anropsstyrda trafiken och kompletteringstrafiken.

I länet finns även särskild anropsstyrd kollektivtrafik vilken består av färdtjänst, sjukresor och viss skolskjuts. Dessa resor beställs, utförs och samordnas i dagsläget externt, men detta avtal löper snart ut. Kollektivtrafikmyndigheten har därmed fått i uppdrag att upphandla den särskilda anropsstyrda trafiken och att etablera Servicecenter Sörmland där beställningar för både särskild och allmän anropsstyrd kollektivtrafik kan tas emot. Då dessa förutsättningar tillkommit sedan de senaste kommunöversynerna genomfördes finns idag ett behov av nya kommunöversyner. Dessa ska ta hänsyn till befolkningsstrukturen i länet och resandeflöden i linjetrafiken samt den allmänna och särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken. De funktionsmål i tidigare presenterad målmodell som kommunöversynerna fokuserar på, samt deras respektive funktionsområden visas i Tabell 1.

Prioriterade funktionsmål	Funktionsområde
Öka samordningen mellan allmän och särskild kollektivtrafik	Tillgänglighet
Differentiera trafikutbudet och prioritera resurser	Attraktivitet
Öka beläggningsgraden ombord på fordonen	Miljö, Effektivitet
Utveckla strategiska noder för enkla och bekväma bytesresor	Regional utveckling

Tabell 1. Prioriterade funktionsmål i de nya kommunöversynerna.

Inriktningen på kommunöversynerna är att redovisa linjetrafik som kan övergå till att vara anropsstyrd samt att se över nuvarande kompletteringstrafik. Utöver funktionsmålen finns en målsättning av en levande lokal taxinäring samt en effektiv användning av verksamhetens resurser med låg miljöpåverkan. Därutöver är även social hänsyn i fokus, där resenärer ska uppleva nöjdhet, enkelhet och trygghet vid användandet av boknings- och transportörstjänster.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är dels att utreda en övergång av viss ordinarie allmän linjetrafik till allmän anropsstyrd trafik och dels att utreda en samordning av den anropsstyrda kollektivtrafiken. Utredningen av en övergång av viss ordinarie linjetrafik till allmän anropsstyrd trafik innebär att utveckla en metod för att finna de turer i den ordinarie linjetrafiken som är lönsammare ur både ekonomisk, social och miljöbetingad hållbarhetsaspekt att utföra som anropsstyrd linjelagd trafik. Detta innebär att både intäkter och kostnader förknippade med trafikering, monetärt värderade tider för resenärer samt monetärt värderade emissioner studeras. Till detta delsyfte tillkommer även en litteraturstudie inom strategisk styrning av anropsstyrd trafik. Samordningen består av att utreda de ovan beskrivna ekonomiska, sociala och miljöbetingade effekterna av att kompletteringsresor planeras och utförs med samma fordon som den särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken.

Utöver dessa analyser beskrivs olika anropsstyrda trafikformer och används tillsammans med resultaten av analyserna för att utarbeta rekommendationer till Sörmlands kollektivtrafikmyndighet om den allmänna anropsstyrda kollektivtrafiken.

Detta syfte fokuserar främst på två av de funktionsmål som presenteras i Tabell 1; att öka samordningen mellan allmän och särskild kollektivtrafik samt att öka beläggningsgraden ombord på fordonen. Utöver detta kan en effektivare trafikering av nuvarande kompletteringstrafik ge upphov till

kostnadsbesparingar och minskad miljöpåverkan med bibehållen servicenivå för resenärer. Liknande effekter kan väntas av en översyn av det befintliga landsbygdslinjenätet där avgångar övergår till att vara anropsstyrda.

1.2.1 Frågeställningar

De frågeställningar som besvaras i detta arbete presenteras nedan.

- Hur kan en generell metod för beslutsfattande gällande strategisk styrning av fast och anropsstyrd linjetrafik utformas?
 - Vilka turer i den ordinarie landsbygdslinjetrafiken är lönsamma att låta övergå till anropsstyrd trafik?
 - Vilka effekter ger denna övergång med avseende på kostnader, servicenivå och miljöpåverkan?
- Vilken potential finns i att planera och utföra kompletteringstrafiken tillsammans med den särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken?
 - Vilka effekter ger denna samordning på kostnader, servicenivå, belägningsgrad och miljöpåverkan?

1.3 Metod

Inledningsvis krävde de analyser som genomförts en viss bearbetning av tillhandahållna indata. För linjetrafiken, kompletteringstrafiken och den särskilda trafiken beräknades grundläggande parametrar som behövdes för vidare analys, exempelvis tur- och reslängder. Därutöver visualiserades resandet på varje trafikform i länet och över trafikdygnet för att få en överblick av efterfrågan av kollektivtrafik.

För att studera om en tur i det ordinarie landsbygdslinjenätet var lönsam att låta övergå till anropsstyrd trafik utvecklades en nyttofunktion för fast linjetrafik respektive anropsstyrd linjelagd trafik. Denna nyttofunktion bestod av de intäkter och kostnader som en tur gav upphov till, där kostnaderna delades upp i trafikeringskostnader för operatören, tidkostnader för resenärer och emissionskostnader. Komponenterna i nyttofunktionen berodde i sin tur bland annat av variabler såsom turens efterfrågan, längd och körtid där vissa variabler var givna och vissa beräknades i ovan nämnda förarbete. För att begränsa analysens omfattning studerades endast de landsbygdslinjer som trafikerar Flens kommun.

När en nyttofunktion tagits fram för de båda trafikformerna utvecklades en metod för att på ett mindre komplext sätt finna de turer som var lönsammare att utföra anropsstyrt utan en alltför negativ påverkan på servicenivån. Detta för att kunna upprepa analysen för andra landsbygdslinjer under andra perioder utan att behöva utföra samma tidskrävande förarbete igen. Metoden utvecklades genom att studera genomsnittlig efterfrågan och efterfrågedensitet för varje tur under en representativ period. Detta gav upphov till tumregler som verifierades för att kunna användas för beslutsstöd vid den strategiska styrningen av landsbygdslinjetrafiken. Utöver detta presenterades rekommendationer baserade på dessa tumregler för de studerade linjerna.

För att analysera potentialen i att kompletteringsresor sker i samma fordon som den särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken utreddes två scenarion. Det första scenariot innebar att de särskilda resorna och kompletteringsresorna planerades och utfördes var för sig och det andra scenariot innebar att de planerades tillsammans, vilket gav möjligheten att utföra dem i samma fordon. Kostnader för trafikerings- och tid beräknades analytiskt baserat på beställningsdata från oktober 2014 där särskilda resor utfördes för sig och kompletteringsresor för sig. Därefter beräknades samma kostnader för när samplanering och samåkning implementerades, där kombinationen av de två reseslagen antogs vara möjlig om resorna skedde inom samma område och samma tidsram. De beräknade kostnaderna

jämfördes sedan för att utvärdera effekterna av en samordning av den särskilda trafiken och kompletteringstrafiken. Slutligen formulerades rekommendationer om samordningen av den anropsstyrda kollektivtrafiken till kollektivtrafikmyndigheten.

1.4 Initiala avgränsningar

De avgränsningar som inledningsvis ligger till grund för detta arbete presenteras här. Tillkommande avgränsningar presenteras vidare i rapporten i samband med att de utförs.

Landstinget och samtliga kommuner utom Strängnäs kommun använder samma beställningscentral för den särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken. Därmed finns ingen data tillgänglig från Strängnäs kommun vilket gör att samordning mellan den särskilda och allmänna trafiken inte kan utredas där.

De kollektivtrafiklinjer som i dagsläget har vissa anropsstyrda turer hör till landsbygdstrafiken. Därmed kommer inte tätortslinjer utan endast landsbygdslinjer studeras i syfte att utreda potentialen i att övergå från fast linjetrafik till anropsstyrd linjelagd trafik.

2 Teoretisk referensram

I detta kapitel presenteras en teoretisk referensram som täcker anropsstyrda kollektivtrafikformer och dess användning. Denna teori återkopplas till i samband med slutliga diskussioner om lämpliga anropsstyrda trafikformer i Sörmlands län. Därutöver presenteras de samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn som tillämpas i detta examensarbete samt de analytiska verktyg som används.

2.1 Anropsstyrda trafikformer

Det finns enligt Černý et al. (2014) samt Gottfridsson (2010) flertalet olika former av anropsstyrd kollektivtrafik med den gemensamma nämnaren att resenärer i förväg uttrycker efterfrågan att resa en viss sträcka. Denna efterfrågan uttrycks ofta genom ett telefonsamtal till operatören men enligt Davison et. al (2012) förekommer även andra kommunikationsmedel såsom webbformulär och mobilapplikationer. Transporterna utförs ofta med mindre fordon eftersom de kan täcka en lägre efterfrågan och samtidigt har hög tillgänglighet.

En enkel variant av anropsstyrd kollektivtrafik presenterad av Černý et al. (2014) är så kallad vinkbuss, på engelska hail and ride. Denna buss går enligt en fast rutt och en fast tidtabell mellan ändhållplatser där resenärer uttrycker efterfrågan genom att vinka till bussen på valfri plats där det är säkert att gå ombord, såsom i Figur 4. Därmed krävs inga hållplatser och resenärer kan då få kortare gångavstånd till platsen de går ombord eller från platsen de stiger av. Detta system kan både generera färre och fler stopp beroende på hur resenärerna vill resa, där färre stopp generellt minskar restiden och därmed även tids- och trafikeringskostnaden för turen. Černý et al. (2014) hävdar att antalet stopp bör bli färre än vid vanlig busstrafik, men detta baseras på ett system där bussar alltid stannar vid samtliga hållplatser. Eftersom busstrafik i Sverige vanligtvis endast stannar på given signal bör antalet stopp vara konstant eller snarare öka.

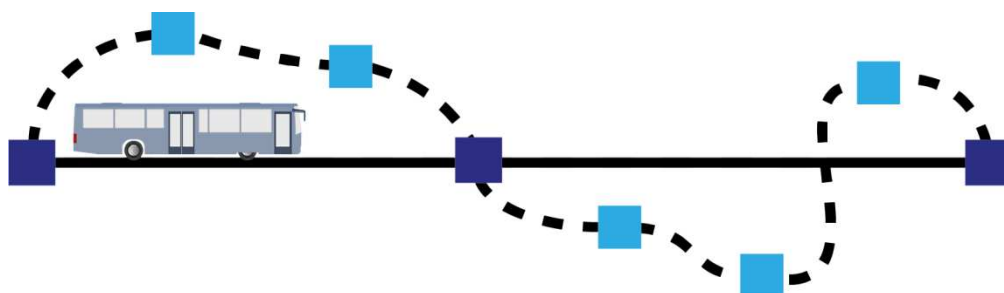


Figur 4. Vinkbuss med efterfrågan från tre resenärer, där de mörkblå fyrkanterna representerar ändhållplatser.

Linjelagd anropsstyrd trafik följer enligt Gottfridsson (2010) också en fast rutt och tidtabell men med i förväg bestämda hållplatser. Resenärer måste då meddela i förväg vilken tur de vill resa med samt vid vilken hållplats de vill kliva på och stiga av. Om ingen resenär uttryckt efterfrågan för en tur ställs den in och om endast en del av rutten är efterfrågad kan rutten förkortas. Černý et al. (2014) menar att för de turer som ställs in eller förkortas är detta system kostnadsbesparande, då främst gällande distans- och fordonsrelaterade kostnader. Beroende på hur framförhållningsgränsen för resenärer är satt kan kostnaden för schemalagd förare fortfarande tillkomma. För turer med efterfrågan kan ett fordon av lämplig, ofta mindre, storlek sättas in vilket även det minskar trafikeringskostnaderna. Resenärer bör inte påverkas gällande restid, komfort eller liknande om detta system jämförs med vanlig linjetrafik, däremot tillkommer ett telefonsamtal till operatören vilket kan upplevas som en ytterligare kostnad för resenärerna.

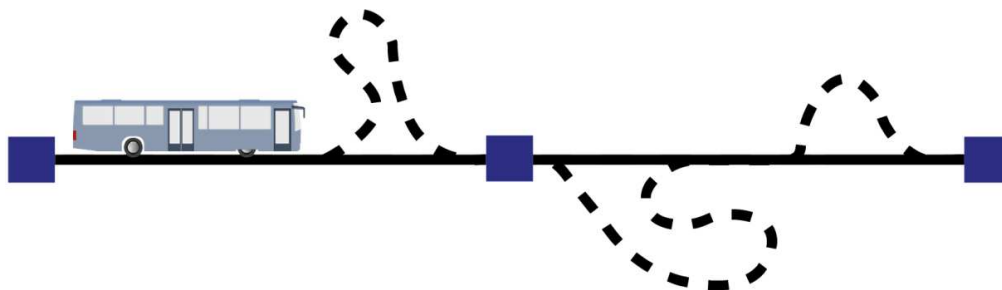
Kollektivtrafik som följer en fast linje med valfria utåtlöpare som endast trafikerar om en resenär efterfrågar detta benämns av Gottfridsson (2010) som anropsstyrd trafik med avvikelse. Denna trafikform kan ses i Figur 5 och har fasta hållplatser både längs den fasta rutten och längs de valfria avvikelserutterna. En tidtabell visar den tidigaste avgångstiden från hållplatserna i den fasta rutten där

bussen tillåts bli några minuter sen, enligt Černý et al. (2014) vanligen upp till fem eller åtta minuter. Förseningen beror då på att bussen trafikerar en eller några av de avvikande sträckorna innan den anländer till hållplatsen. Černý et al. (2014) menar att detta system bör implementeras i områden som saknar kollektivtrafik eller i områden med befintlig linjetrafik som är oeffektiv på grund av låg efterfrågan. Trafikformen kan designas på ett kostnadseffektivare sätt än ordinarie linjetrafik men fortfarande serva ett lika stort eller större område, vilket gynnar resenärerna. Eftersom anropsstyrd trafik med avvikelser kan minska både reslängden och antal stopp jämfört med ordinarie linjetrafik menar Černý et al. (2014) att ungefär 20 till 30 procent av trafikeringkostnaderna kan besparas.



Figur 5. Anropsstyrd trafik med avvikelse, där de mörkblåa fyrkanterna är fasta stopp och de ljusblåa är valfria.

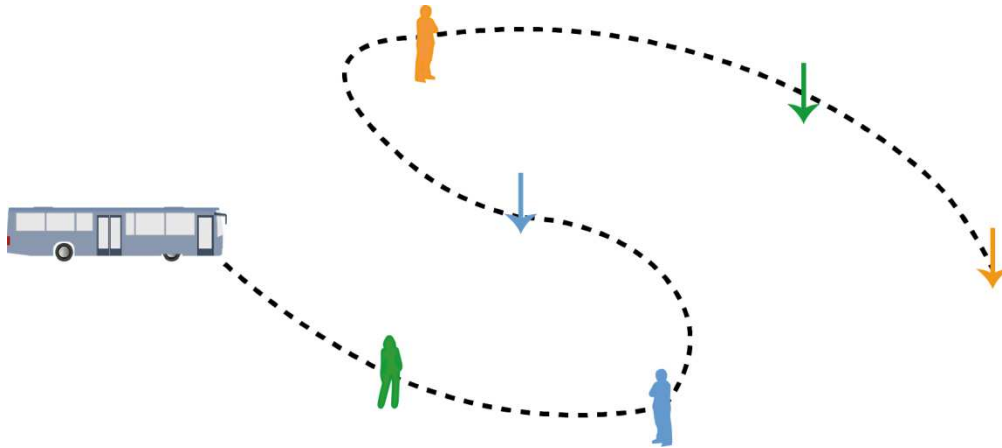
Istället för att trafikera fasta hållplatser längs de valfria avvikelserutterna kan avvikelser istället ske inom ett visst område kring den fasta ruten, se Figur 6. Denna trafikform benämns av Qiu et al. (2014) som anropsstyrd trafik med flexibel rutt, där fordon får avvika från en fast rutt för att hämta eller lämna passagerare inom ett visst serviceområde. Fordonen trafikerar en fast rutt med ett eller flera obligatoriska stopp, exempelvis lokaliserade i zoner med hög efterfrågan och vid bytesterminaler. Med ett visst spelrum tillåts fordonen avvika från ruten för att hämta eller lämna resenärer vid önskad plats inom serviceområdet. Även här finns en tidtabell vid de fasta hållplatserna som visar den tidigaste avgångstiden, och resenärer som vill kliva på vid dessa hållplatser behöver inte uttrycka efterfrågan i förväg. Denna trafikform anses likt anropsstyrd trafik med avvikelse vara kostnadseffektivare än ordinarie linjetrafik och erbjuder samtidigt en större flexibilitet.



Figur 6. Anropsstyrd trafik med flexibel rutt, där de mörkblåa fyrkanterna är fasta stopp.

Den friaste formen av anropsstyrd kollektivtrafik har många namn, däribland områdestrafik, närtrafik eller trafik utan tidtabell och hållplatser. Denna anropsstyrda trafik saknar både linjesträckning och fasta hållplatser och är helt efterfrågestyrd, se Figur 7. Fordon rör sig mellan tillfälliga hållplatser för att hämta och lämna resenärer, där varje punkt i transportnätet enligt Černý et al. (2014) teoretiskt sett kan bli en tillfällig hållplats. Resenärer beställer en resa via operatören och uppger då adress för upphämtning och avlämning, önskat tidsfönster samt eventuella önskemål om att exempelvis ta med en bilbarnstol eller att få sitta i framsätet. Det önskade tidsfönstret specificeras vanligen som att

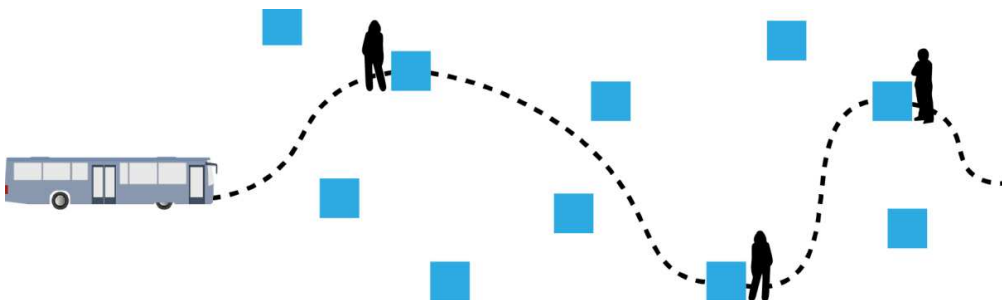
resenären vill anlända senast eller bli upphämtad tidigast ett visst klockslag. Gottfridsson (2010) uppger att det ofta finns regleringar för hur långt eller inom vilket närområde en resa får utföras. I de fall flera beställningar inom samma områden och liknande tidfönster finns samplaneras dessa resor. Enligt Černý et al. (2014) innebär detta att resenärer får åka en omväg till sin slutdestination i syfte att hämta eller lämna en annan resenär, vilket ökar restiden för resenärerna. Att utföra flera beställningar i samma rutt sparar dock den totala reslängden för beställningarna vilket i sin tur minskar trafikeringskostnader och emissioner.



Figur 7. Anropsstyrd områdestrafik med tre samplanerade resenärer i en rutt. Siluetterna representerar resenärernas upphämningsplats och pilarna deras respektive avlämningsplats.

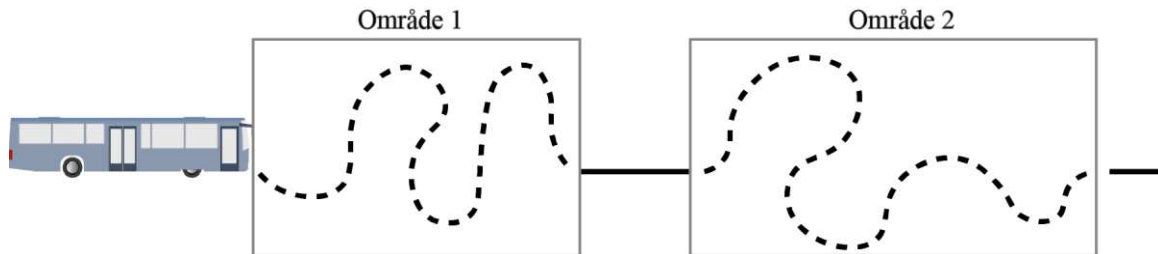
Černý et al. (2014) menar att planeringen av dessa resor kan ske antingen statiskt eller dynamiskt, där statisk planering innebär att operatören samlar in beställningar flera timmar eller ofta en dag i förväg. Utifrån dessa utformas de nödvändiga rutterna vanligtvis med hjälp av en optimeringsalgoritm som minimerar restid eller reslängd med avseende på resenärernas önskemål. En dynamisk planering innebär istället att beställningar kan tas emot med kortare framförhållning och placeras i en redan planerad eller pågående rutt. Det kräver ofta en mer tidseffektiv optimeringsalgoritm för att uppdatera rutterna dynamiskt i jämförelse med att planera rutterna statiskt. Enligt Černý et al. (2014) är viktiga aspekter i en sådan optimeringsalgoritm att resenärer inte är villiga att vänta för länge på ett fordon eller spendera för lång extratid i ett fordon.

En variant av denna områdestrafik presenterad av Gottfridsson (2010) är anropsstyrd trafik med mötesplatser, där stopp endast kan ske vid förbestämda mötesplatser. Dessa behöver inte vara utformade som en busshållplats men kräver någon slags markering. Beroende på efterfrågan varierar rutternas sträckning och fordonet trafikerar endast de mötesplatser som efterfrågats, se Figur 8.



Figur 8. Anropsstyrd trafik med mötesplatser, där de ljusblå fyrkanterna representerar mötesplatserna och siluetterna representerar resenärer.

Ytterligare en variant av anropsstyrd områdestrafik som delvis liknar anropsstyrd trafik med avvikelse presenterad av Černý et al. (2014) är anslutande reseområden. Områdena besöks då i en förbestämd ordning men inom områdena trafikeras de adresser eller mötesplatser som resenärerna efterfrågar, se Figur 9. Denna trafikeringsform är vanlig där resor mellan områden ofta förekommer och där avstånden mellan områdena är för långa för att trafik med avvikelse med fördel ska kunna implementeras.



Figur 9. Anslutande reseområden där område 1 alltid trafikeras före område 2.

Gottfridsson (2010) menar att allmän anropsstyrd kollektivtrafik är vanligt förekommande i glesbygd där resandeunderlaget är lågt eller oregelbundet. Ryley et al. (2014) instämmer och menar även att anropsstyrd trafik ofta tillhandahålls för att upprätthålla en minsta servicenivå i sådana områden. Privata bilresor är ofta det alternativ som konkurrerar ut kollektivtrafiken, främst på grund av sociala faktorer såsom att bilen erbjuder direktresor utan byten och att sittplatser alltid finns.

Den allmänna anropsstyrda kollektivtrafikens vanligaste användningsområde är som substitut för traditionella busslinjer på landsbygden, menar Ryley et al. (2014). Målgruppen är framförallt invånare utan tillgänglighet till bil eller med svårigheter att gå eller röra sig och de vanligaste förekommande resorna är för handel och vårdbesök. Användning av anropsstyrd trafik som anslutningstrafik till bytesterminaler, exempelvis tågstationer, är även vanligt förekommande.

2.2 Kalkylvärden

De kalkylvärden för tid och emissioner som används i detta examensarbete baseras främst på rapporten Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.1 publicerad av Trafikverket (2014a). ASEK är arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkyler och analysmetoder inom transportsektorn.

För att kunna värdera nyttan av persontrafik ur operatörens perspektiv utöver direkt monetära värden såsom operativ kostnad och biljettintäkt värderas även tid och kvalitet för resenärer (Trafikverket, 2014a). I detta arbete beaktas restid, turintervall och gångtid för resenärer som utför privatresor till arbete och övriga aktiviteter samt tjänsteresor. Resenärer antas vara medvetna om tidtabeller och ingen direkt väntetid sker därmed vid hållplats. Resorna sker lokalt eller regionalt, vilket innebär att resorna är kortare än tio mil. Därutöver antas de ske kollektivt med buss eller motsvarande fordon som trafikerar vägnätet. Studerade tider samt respektive rekommenderade värderingar för kortsiktiga analyser kan ses i Tabell 2.

	Restid (kr/h)	Turintervall minuter (kr/h)						Gångtid (kr/h)
		< 10	11-30	31-60	61-120	121-480	> 480	
Privat: arbete	53	60	49	24	15	7	7	133
Privat: övrigt	33	38	31	15	9	5	5	83
Tjänsteresa	291	156	156	156	156	129	129	291

Tabell 2. Rekommenderade tidsvärden för regional och lokal trafik med buss.

Restiden representerar den tid en passagerare spenderar i fordon och värderingen av denna restid tolkas som värdet av förkortad restid. Turintervall representerar skillnaden i önskad och verklig avresa eller ankomst. (Trafikverket, 2014a) Värderingen av turintervall sker genom att intervallet delas upp i kategorierna visade i Tabell 2 och multipliceras med respektive kategoris värde (WSP, 2010). Ett exempel med ett turintervall på 45 minuter för privatresa till arbete visas i (1) vilket resulterar i att turintervall värderas till cirka 32 kr.

$$Värde_{40\ min} = \frac{10\ min}{60} * 60\ kr/h + \frac{20\ min}{60} * 49\ kr/h + \frac{15\ min}{60} * 24\ kr/h = 32,33\ kr \quad (1)$$

Gångtid innebär den tid passagerare går från plats där efterfrågan uppstår till närmaste hållplats. Normal gånghastighet för en gående utan funktionshinder är 5,04 kilometer i timmen. (Vägverket, 1994) Gångtidsvärderingen kan antingen uttryckas som ett eget värde såsom i Tabell 2 men även i multiplikatorer. (Trafikverket, 2014a) Multiplikatorerna kan vara olika beroende på miljö och delas då upp i öppen eller sluten samt ljus eller mörk miljö (WSP, 2010). I detta arbete antas dock inte denna uppdelning utan värderingarna är endast uppdelade beroende på typ av resa.

För personresor på väg antas ofta 90 procent vara privatesor och 10 procent tjänsteresor (Trafikverket, 2014b). I den nationella resvaneundersökningen 2005 – 2006 uppskattas andelen arbets-, tjänste- och skolresor för buss till 76 procent och övriga resor till 24 procent (SIKA, 2007). Viktas dessa samman ger det en andel av 10 procent tjänsteresor, 66 procent privata arbets- och skolresor och 24 procent privata övriga resor, vilket är de andelar som används fortsättningsvis i detta arbete.

Föroreningar som uppstår vid användning av fossila bränslen samt partiklar som uppstår vid friktion mellan däck och vägbanan brukar benämnas luftföroreningar. Effekter av partikelhalter har hittills inte värderats och därmed fokuserar detta arbete på emissioner som uppkommit av fossila bränslen. Vanligtvis delas effekter av luftförorening upp i lokala, regionala och globala effekter och vid analys i landsortsmiljö såsom i detta arbete studeras endast regionala effekter. (Trafikverket, 2014a). Även utsläpp av koldioxid studeras och de värderingar för luftföroreningar och koldioxid som används visas i Tabell 3 (Trafikverket, 2014a).

	Värdering (kr/kg)
Kväveoxider (NO _x)	80
Svaveldioxid (SO ₂)	27
Kolväten (HC)	40
Koldioxid (CO ₂)	1,08

Tabell 3. Värdering för regionala effekter av emissioner.

För att kunna beräkna mängden emissioner för ett fordon används emissionsfaktorer som är distansbaserade. De landsbygdsbaserade emissionsfaktorerna beror av fordonstyp och redovisas i Tabell 4. (Trafikverket, 2014a)

Fordonstyp	NO _x (kg/km)	SO ₂ (kg/km)	HC (kg/km)	CO ₂ (kg/km)
Personbil	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	0,19
Landsvägsbuss	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,48

Tabell 4. Emissionsfaktorer i landsbygd.

2.3 Analytiska verktyg

Under arbetet används kalkylprogrammet Excel och ett programmeringsspråk för matematiska och tekniska beräkningar, MATLAB, för att hantera och bearbeta datamängder samt utföra beräkningar. Det mesta förarbete utförs i Excel medan implementering och större beräkningar främst utförs i MATLAB. För behandling och presentation av geografisk data används ArcMap vilket är en programvara för geografiska informationssystem.

Dessa analytiska verktyg kan ersättas av likvärdiga verktyg utan att tillvägagångssätt och resultat förändras, men används i detta arbete eftersom de förkunskaper som krävs för verktygen redan innehas.

3 Strategisk styrning av anropsstyrd trafik

Det finns ett flertal studier i ämnet anropsstyrd trafik med fokus på operativ styrning och utvecklande av planeringsalgoritmer. På området strategisk styrning är forskningsunderlaget mer begränsat men har under senare år expanderat. Denna litteraturstudie berör metoder som utvärderar i vilka sammanhang och under vilka förutsättningar en implementering av anropsstyrda trafikformer är lämplig. Ett antal vetenskapliga artiklar som tillhandahåller beslutsunderlag för detta sammanfattas och jämförs med varandra nedan.

Kollektivtrafik med fasta linjesträckningar är starkt beroende av en koncentrerad efterfrågan vilket gör trafikformen ineffektiv i områden påverkade av stadsutglesning, så kallad urban sprawl. När befolkningsdensiteten tunnas ut behövs därmed ett effektivare transportsätt. Quadrifoglio och Li (2009) samt Li och Quadrifoglio (2010) undersöker så kallade matarlinjer, vilka sammankopplar ett serviceområde med ett större kollektivtrafiknätverk genom en bytesterminal. Eftersom efterfrågan av kollektivtrafik varierar under trafikdygnet är det vanligt att dessa matarlinjer alternerar mellan en trafikform med fast linjesträckning och fast tidtabell till en anropsstyrd trafikform. Ofta är linjen fast under dagtid och anropsstyrd under kvällar, nätter och tidiga morgnar när efterfrågan är lägre. En sådan hybrid av fasta och anropsstyrda system förekommer enligt Li och Quadrifoglio (2010) mer och mer eftersom de kombinerar de fasta systemens kostnadseffektivitet med de anropsstyrda systemens flexibilitet. Hybridsystemen består vanligen av någon form av fasta stopp eller fasta tidtabeller som kombineras med en efterfrågestyrd operativ drift. Hybriden av matarlinjesystemet används ofta i bostadsområden där efterfrågan är låg, men kan enligt Quadrifoglio och Li (2009) lika väl implementeras i landsbygdsområden med större avstånd och en normalt ännu lägre efterfrågan.

Vid planering av hybridsystem är valet mellan fasta och anropsstyrda system komplicerat och kräver kunskap om de förutsättningar som motiverar ett byte mellan de två trafikformerna. Quadrifoglio och Li (2009) hävdar att förutsättningarna främst beror av efterfrågan i det serviceområde som undersöks. Eftersom efterfrågan inte är känd på förhand och dessutom påverkas av det system som tillhandahålls är valet än mer komplicerat. Vid känd efterfrågan finns dock fortfarande svårigheter då servicenivån för en trafikform är svåruppskattad och kan bero på externa faktorer såsom tidpunkt, väder och säkerhetsaspekter. Quadrifoglio och Li (2009) estimerar därmed en kritisk efterfrågedensitet som representerar vid vilken efterfrågan ett byte mellan ett fast och anropsstyrt system bör ske. En analytisk metod utvecklas och verifieras med hjälp av simulering baserad på en utvecklad insättningsheuristik för ruttplanering. Li och Quadrifoglio (2010) uppdaterar denna metod och utför även simulering och en känslighetsanalys för att bedöma servicekvaliteten av de två trafikformerna.

Quadrifoglio och Li (2009) samt Li och Quadrifoglio (2010) tar inte hänsyn till koordinationen mellan matarlinjen och övrig kollektivtrafik i bytesterminalen. Qiu et al. (2014) hävdar att trafik med flexibel rutt med en tidtabell bestående av avgång från och ankomst till bytesterminalen är lämpligare för att ta hänsyn till denna koordination. Qiu et al. (2014) menar också att det finns en stor potential i denna trafikform eftersom de flesta fasta linjer lätt kan uppdateras till denna flexibla form. När det inte är rusningstrafik finns ofta utrymme i tidtabellerna, så kallad spiltid, som kan utnyttjas till avvikelser. Vid implementation kan linjesträckningen då behållas medan antalet fasta stopp reduceras och ett serviceområde inom vilket avvikelser är tillåtna definieras. Qiu et al. (2014) poängterar dock att fler faktorer påverkar valet mellan fast trafik och trafik med flexibel rutt. Exempelvis finns ingen garanti till att varje avvikelseförfrågan accepteras när den anropsstyrda trafikformen är i drift.

Quadrifoglio och Dessouky (2008) studerar en kollektivtrafiklinje med flexibel rutt som trafikeras nattetid av ett fordon i Los Angeles County, där efterfrågan är så pass låg att föraren bestämmer ruttval och huruvida en passagerares avvikelseförfrågan accepteras eller ej. Ett potentiellt system för högre

efterfrågan under dagtid utvecklas baserat på tidigare nämnd insättningsheuristik med två kontrollparametrar, där efterfrågan kan hanteras dynamiskt. Heuristiken uppdaterar fordonets rutt och schema omedelbart efter att en ny förfrågan om avvikelse tillkommit, resenären blir därefter meddelad om dennes förfrågan accepterats och inom vilket tidsfönster upphämtning och avlämning sker. Syftet med studien är att utföra en känslighetsanalys av systemets prestanda beroende på formen på det serviceområde inom vilket avvikelser tillåts. De två kontrollparametrarna för insättningsheuristiken konfigureras med målet att öka systemets kapacitet uttryckt i antal servade passagerare per timme. Quadrifoglio och Dessouky (2008) utför även en jämförelse mellan fast linjetrafik och anropsstyrd trafik med flexibel rutt för smala serviceområden baserat på simulering.

Även Qiu et al. (2014) studerar en verklig anropsstyrd linje med flexibel rutt belägen i Salt Lake City, med ett fast stopp vid en tågstation som därmed representerar bytesterminal. Efterfrågan måste meddelas i förväg och systemet är därmed statiskt. Detta system jämförs med en motsvarande fast linje genom att utveckla en kostnadsfunktion bestående av operativa kostnader och resenärkostnader som beräknas både analytiskt och med simulering baserad på tidigare nämnd insättningsheuristik. Detta i syfte att finna en övre efterfrågegräns för implementering av anropsstyrd trafik med flexibel rutt.

Ytterligare en variant av anropsstyrd kollektivtrafik som studeras av Ronald et al. (2013) är områdestrafik, där passagerare kan transporteras mellan valfria punkter i ett serviceområde. Systemet är dynamiskt samt styrs ej av en tidtabell och besvarar därmed efterfrågan omedelbart. Initialt schemalagda restider för resenärer kan därmed inte garanteras eftersom avvikelser från initialt schema kan uppstå när en ny kund inkluderas i en rutt. Ronald et al. (2013) menar att tidigare forskning enbart fokuserar på efterfrågemängder vilket ger ett behov av att undersöka spatial fördelning av efterfrågan. En simuleringsmodell som tar hänsyn till dynamisk efterfrågan utvecklas, där efterfrågan varierar gällande reslängd och ett scenario där många passagerare ska till samma destination. Detta scenario kan liknas vid en matarlinje med bytesterminal och antas representera efterfrågan vid rusningstrafik. Modellen tar inte hänsyn till förbeställningar men detta kan hanteras vid behov. Eftersom operatörens intressen ofta är i konflikt med resenärernas behov enligt Ronald et al. (2013) parametrar för båda parterna studeras. Därmed studeras både operativa kostnader och prestandamått relaterade till servicenivå för de olika fallen av varierad efterfrågan.

3.1 Förutsättningar

De serviceområden som används i de studerade artiklarnas modeller antas vara rektangulära eller kvadratiska. Områdets storlek varierar med bibehållen area av Quadrifoglio och Li (2009), Li och Quadrifoglio (2010) samt Quadrifoglio och Dessouky (2008). Området studerat av Ronald et al. (2013) representerar ett hypotetiskt stadsnätverk och varierar också i storlek, men utan bibehållen area. Området studerat av Qiu et al. (2014) representerar ett verkligt system i Salt Lake City och är därmed rektangulärt med en konstant bredd och längd.

Fasta linjer antas enligt Quadrifoglio och Li (2009) trafikera serviceområdet på längden med ett visst antal stopp och ett visst avstånd mellan stoppen. På matarlinjer rör sig fordon mellan bytesterminalen och ändhållplatsen och inga resor antas ske inom serviceområdet. Fullständigt anropsstyrd trafik trafikerar enligt Li och Quadrifoglio (2010) hela serviceområdet och följer en ny rutt varje tur då efterfrågan varierar i tid och plats. På anropsstyrda linjer med flexibel rutt trafikeras enligt Qiu et al. (2014) en viss mängd stopp varav en delmängd fasta stopp. Quadrifoglio och Dessouky (2008) varierar dessutom antalet fasta stopp i utredningen. En avvikelsebredd från den fasta rutten definieras tillsammans med en spilltid mellan fasta stopp, som representerar schemalagd tidsskillnad subtraherat med faktisk restid mellan de fasta stoppen. Denna spilltid konsumeras då förfrågan av avvikelser

uppkommer och Qui et al. (2014) menar att fordon måste vänta in schemalagd avgångstid vid respektive fast stopp om spilltiden inte används.

Efterfrågan antas vara Poissonfördelad i tid av Quadrifoglio och Li (2009) samt Li och Quadrifoglio (2010) och likformigt fördelad i övriga artiklar. Den spatiala fördelningen antas vara likformig för samtliga artiklar men Ronald et al. (2013) undersöker även tre andra efterfrågemönster. Dessa är efterfrågan av korta resor triangulärt fördelade mellan noll och fyra kilometer, långa resor triangulärt fördelade mellan två och åtta kilometer samt ett scenario där all efterfrågan har samma destination i en bytesterminal. Quadrifoglio och Li (2009) antar att passagerare är medvetna om tidtabellen och väntar där efterfrågan uppstått innan de går till närmaste hållplats. Qiu et al. (2014) antar istället att en andel av resenärerna är medvetna om tidtabellen medan övriga inte är det. I båda artiklarna antas dock att en resenär med startplats och destination som delar närmaste hållplats går till destinationen istället för att resa kollektivt. Resenärer vars avvikelseförfrågan inte accepteras i studien av Qiu et al. (2014) antas gå till närmaste fasta stopp för att istället resa därifrån, eftersom kostnaden för väntetiden till nästa fordonsrutt antas vara mycket högre än denna gångtid.

För linjetrafik med flexibel rutt delar Quadrifoglio och Dessouky (2008) upp resenärer i tre typer utifrån deras efterfrågan; vanliga, hybrida och slumpmässiga. Vanliga passagerare önskar resa från ett fast stopp till ett annat fast stopp, hybrida önskar resa mellan ett fast stopp och valfri plats medan slumpmässiga passagerare önskar resa mellan två valfria platser. Qiu et al. (2014) delar upp resenärer på ett liknande sätt men skiljer även hybrida resenärer från varandra beroende på om de reser från fast till valfritt stopp eller från valfritt till fast stopp. För anropstyd matartrafik antar Quadrifoglio och Li (2009) samt Li och Quadrifoglio (2010) att en andel av resenärerna vill resa från serviceområdet till terminalen och övriga vill resa åt andra hållet. Andelen kan varieras beroende på vilken tid på dygnet resorna ska representera, exempelvis morgonrusning och eftermiddagsrusning.

Endast Ronald et al. (2013) tar hänsyn till en begränsad kapacitet i fordonen medan övriga antar en oändlig kapacitet. För resor både till fots och i fordon antas rätlinjiga avstånd, så kallade Manhattanavstånd, eftersom de enligt Quadrifoglio och Li (2009) estimerar distanser i vägnätverk bättre än euklidiska avstånd. Fordonshastighet och gånghastighet antas generellt vara konstant och samma värden används för både fasta linjer och anropsstyrda trafikformer. Stopptider vid fasta hållplatser och valfria platser antas vara lika av Li och Quadrifoglio (2010), men Quadrifoglio och Li (2009) hävdar att stopptid vid fasta hållplatser bör vara längre eftersom fler passagerare går ombord eller stiger av vid dessa stopp. Fordonsdepåer antas generellt vara lokaliserade vid ändhållplatser när någon form av linjetrafik används men vid områdestrafik definieras två fordonsdepåer av Ronald et al. (2013) i två diagonala hörn i serviceområdet.

Den insättningsheuristik som används vid simulering i artiklarna minimerar fordonsreslängd och ger enligt Quadrifoglio och Li (2009) bra lösningar med betydligt lägre beräkningskraft i jämförelse med motsvarande optimeringsmodell. Både Quadrifoglio och Dessouky (2008) samt Qiu et al. (2014) nämner att simuleringarna exekveras en längre tid för att få stabila resultat. Quadrifoglio och Dessouky (2008) utökar även insättningsheuristiken med två kontrollparametrar där den första definierar den maximala distansen fordon är tillåtna att köra tillbaka samma väg som de nyss trafikerade. Den andra parametern begränsar hur mycket spilltid mellan fasta stopp som får användas av en insättning, förutsatt att det finns spilltid kvar. Denna används eftersom en kortsiktig konsumtion av spilltid kan förhindra framtida förfrågningar att bli uppfyllda, vilket försämrar systemets totala prestanda.

Ronald et al. (2013) använder inte ovan nämnda insättningsheuristik utan tillämpar en heuristik som baseras på genomgående sökning. Varje möjlig placering av en beställning testas och utvärderas utifrån en straffkostnadsfunktion varefter placeringen med lägst straffkostnad väljs. Straffkostnaden baseras på förhållandet mellan planerad restid och direkt restid för samtliga passagerare i det fordon där placering undersöks.

För analytiska beräkningar definieras för de trafikformer som undersöks en nyttofunktion som kan delas upp i trafikeringskostnader och servicekvalitet. Trafikeringskostnader beror enligt Ronald et al. (2013) på parametrar såsom antal fordonstimmar, fordonskilometer, medelreslängd, antal resor per fordonskilometer och antal resor per fordonstimme. Tomkörningstid och andel samåkning kan också studeras, där tomkörning innebär att fordon kör utan passagerare. Quadrifoglio och Li (2009) antar att trafikeringskostnaden är samma vid jämförelse av fast linje och anropsstyrd trafik. Detta eftersom samma fordonstyp, hastigheter, fordonstimmar och efterfrågan antas.

De parametrar som tas hänsyn till vid beräkning av servicekvalitet för resenärer är relativt lika i samtliga artiklar. Qiu et al. (2014) tar exempelvis hänsyn till gångtid, väntetid, restid och bytestid till övriga nätverket. Väntetiden definieras för anropsstyrda trafikformer ofta som skillnaden i planerad och verklig upphämtningstid. Quadrifoglio och Dessouky (2008) tar därutöver hänsyn till använd spilltid och Ronald et al. (2013) beräknar även skillnaden i planerad och verklig distans.

De ingående parametrarna i nyttofunktionen tilldelas vikter som enligt Quadrifoglio och Li (2009) kan bero på resenärprofil och yttre faktorer såsom väder och säkerhetsaspekter. Li och Quadrifoglio (2010) beräknar vissa parametrar på olika sätt beroende på två scenarion med olika vikter. I det första scenariot viktas väntetid lägre än restid, vilket är ett rimligt antagande där väntetid sker i hemmet eller på en attraktiv terminal. I det andra scenariot viktas istället restid lägre än väntetid vilket beskriver situationer där väntan sker på en oattraktiv plats, exempelvis i mörker eller vid dåligt väder. Gemensamt för samtliga artiklar är att de vikter som används i nyttofunktionen inte kalibreras närmre eftersom fokus ligger i andra analyser.

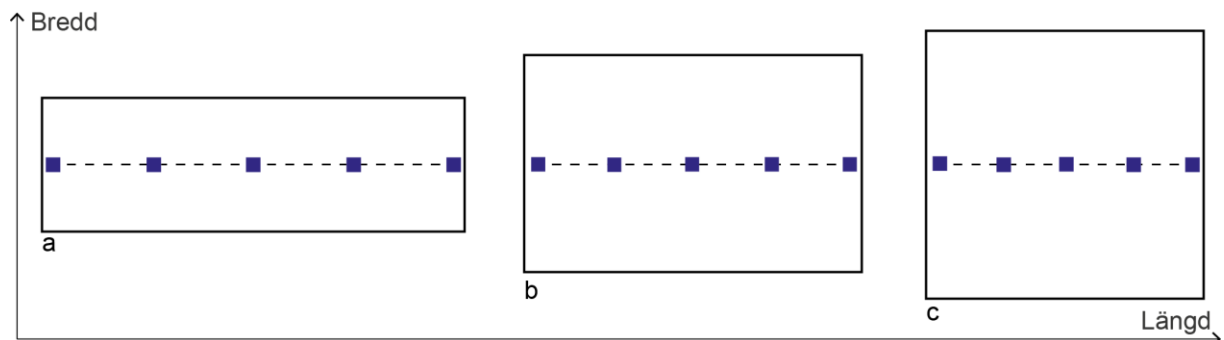
3.2 Effekter

De beräknade nyttofunktionerna beror av efterfrågedensitet och vid jämförelse av fast linjetrafik och anropsstyrd trafik erhålls av Quadrifoglio och Li (2009) en kritisk efterfrågedensitet där dessa funktioner möts. Denna kritiska punkt representerar vid vilken efterfrågan ett byte mellan de två trafikformerna bör göras, där en lägre efterfrågedensitet än den kritiska punkten bör servas av ett anropsstyrt system och en högre efterfrågedensitet bör servas av fast linjetrafik. Om den kritiska efterfrågedensiteten är negativ bör serviceområdet därmed alltid servas av fast linjetrafik.

Med varierad form på serviceområde, vikter i nyttofunktionen och beräkningsmetod varierar den kritiska efterfrågedensiteten enligt Quadrifoglio och Li (2009) mellan 6 och 17 passagerare per timme och kvadratkilometer. Med varierade vikter och andel upphämtningar respektive avlämningar är motsvarande kritiska punkt enligt Li och Quadrifoglio (2010) mellan 5 och 20 passagerare per timme och kvadratkilometer. För en specifik linjeuppsättning erhåller Qiu et al. (2014) en kritisk efterfrågan vid 56 passagerare per timme. Området i studien har en area på 5,8 kvadratkilometer vilket ger en motsvarande kritisk efterfrågedensitet på cirka 10 passagerare per timme och kvadratkilometer. Denna densitet sammanfaller väl med resultaten beskrivna av Quadrifoglio och Li (2009) samt Li och Quadrifoglio (2010). Nyttofunktionen studerad av Quadrifoglio och Dessouky (2008) blir lägre för den anropsstyrda trafiken jämfört med fast linjetrafik för en efterfrågan av 21 passagerare per timme. Området i denna studie har en area på 31,1 kvadratkilometer vilket ger en efterfrågedensitet på 0,7

passagerare per timme och kvadratkilometer. Att den anropsstyrda trafikformen föredras framför fast linjetrafik vid denna efterfrågedensitet stämmer då väl överens med resultaten i ovan nämnda artiklar.

När serviceområdet som den anropsstyrda kollektivtrafiken trafikerar ökar i storlek ökar även den genomsnittliga väntetiden för passagerare, enligt Ronald et al. (2013). Väntetiden ökar enligt Li och Quadrifoglio (2010) även när storleken hålls konstant men formen på området är smalt, såsom i Figur 10a. Även den genomsnittliga restiden blir längre eftersom ett smalare men längre område är mindre kompakt och genererar längre resor överlag. Quadrifoglio och Dessouky (2008) menar att bredare men kortare områden med bibehållet antal hållplatser såsom i Figur 10b ökar den initiala spilltiden som kan användas till avvikelser eftersom hållplatser placeras närmare varandra. Detta gör att färre resenärers förfrågan kan servas i jämförelse med ett smalare område eftersom en större konsumtion av spilltid per beställning tillåts och minskar sannolikheten för framtida förfrågningar att accepteras. Samtidigt genererar bredare områden längre genomsnittlig väntetid, längre total reslängd i systemet och kortare genomsnittlig restid. Med ett ännu bredare, nästan kvadratisk område såsom i Figur 10c placeras hållplatserna ytterligare närmare varandra och ovan nämnda effekter blir ännu tydligare. Att den genomsnittliga restiden minskar i bredare områden betyder dock inte att samtliga resenärer får en kortare restid. Quadrifoglio och Dessouky (2008) poängterar att den longitudinära hastigheten i området minskar eftersom det tar längre tid att serva efterfrågan i punkter utspridda över en större bredd. Passagerare som färdas mellan fasta stopp kan uppleva detta negativt eftersom deras upplevda restid blir större än den direkta restiden mellan upphämnings- och avlämningsplats. Därmed sammanfattar Quadrifoglio och Dessouky (2008) att smalare områden är lämpligare för anropsstyrda trafikformer.



Figur 10a, b & c. Bredare områden ger längre väntetider, kortare restider men längre total restid i systemet.

Med en ökad efterfrågan av anropsstyrd trafik ökar den genomsnittliga väntetiden och restiden eftersom dessa tider enligt Li och Quadrifoglio (2010) är proportionella mot antalet servade resenärer i varje resa. Även Ronald et al. (2013) noterar en ökning av väntetiden när efterfrågan stiger. När andelen upphämtningar respektive avlämningar varierar av Li och Quadrifoglio (2010) får den anropsstyrda trafiken högre prestanda när andelen avlämningar är fler. Detta pekar på att anropsstyrd trafik lämpar sig bättre för efterfrågan med fler avlämningar än upphämtningar, vilket kan representera eftermiddagsrusningstrafik.

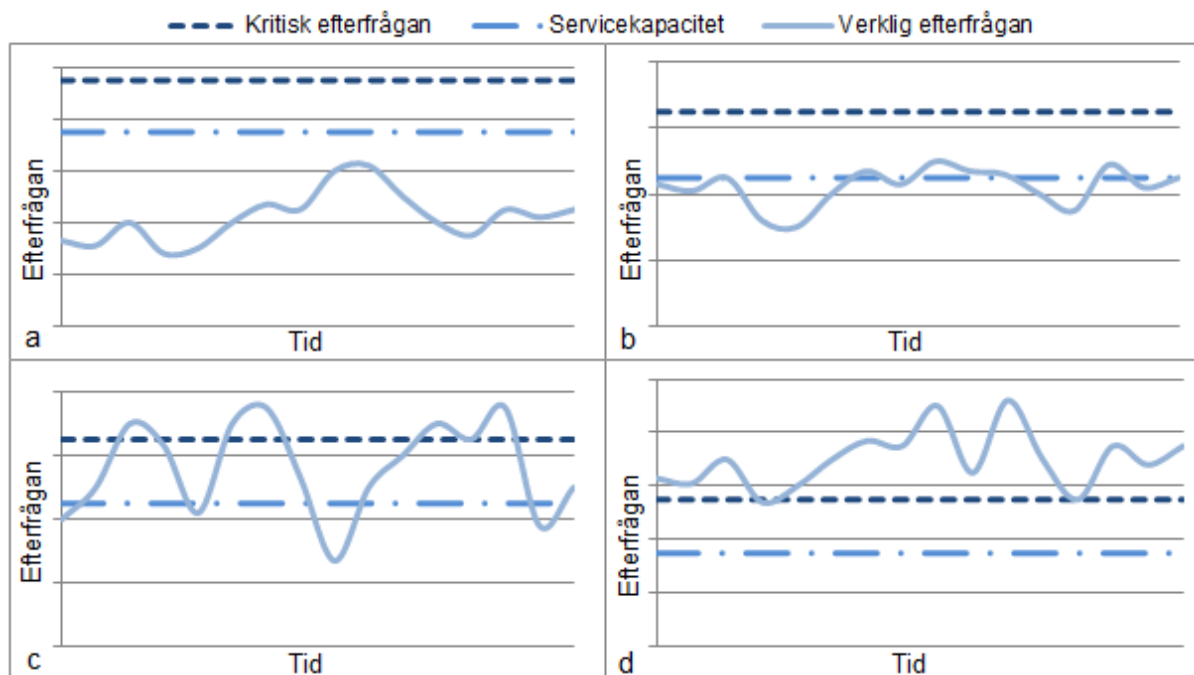
Vid jämförelsen av olika typer av efterfrågemönster för anropsstyrd trafik utförd av Ronald et al. (2013) förändras andelen samåkning och tomkörning. Efterfrågan bestående av generellt långa resor ger upphov till mer samåkning än efterfrågemönster med kortare resor. Korta resor ger även en större andel tomkörning, men när all efterfrågan har samma destination är andelen tomkörning högst. Detta eftersom fordon som lämnar bytesterminalen är tomma en längre tid innan nya passagerare servas. Ytterligare en skillnad mellan efterfrågan med korta respektive långa resor är att korta resor genererar

ett större antal resor per fordonskilometer och färre fordonstimmar. Väntetiden för passagerare är enligt Ronald et al. (2013) även beroende av efterfrågemönstret. För mönster med färre stopp, alltså vid korta resor och efterfrågan med samma destination, är den högsta observerade väntetiden signifikant kortare än för längre resor.

De kontrollparametrar som Quadrifoglio och Dessouky (2008) tillämpar på insättningsheuristiken ökar den anropsstyrda trafikens kapacitet. För smala områden ökar kapaciteten med 15 till 20 procent samtidigt som den genomsnittliga väntetiden ökar. Trots fler servade passagerare minskar det totala antalet fordonskilometer och den genomsnittliga restiden ökar marginellt. Liknande effekter kan noteras för användandet av kontrollparametrar i bredare områden men med en större ökning av restiden. Kapaciteten ökar dock markant, mellan 65 och 80 procent för bredare områden och ungefär 50 procent för nästan kvadratiska områden. Denna analys pekar enligt Quadrifoglio och Dessouky (2008) därmed på att en användning av korrekt kalibrerade kontrollparametrar i insättningsheuristiken kan förbättra systemets prestanda för samtliga konfigurationer.

Vid implementering av anropsstyrd trafik med flexibel rutt erhåller Qiu et al. (2014) ett varierat antal nekade förfrågningar om avvikelse, så kallad acceptansnivå. Ett fåtal nekade förfrågningar måste tillåtas för att systemet ska vara kostnadseffektivt men en långsiktigt låg acceptansnivå kan minska trafikformens attraktivitet. Nekade resenärer måste dessutom förses med snabb information om alternativa resvägar, såsom gångväg till närmaste fasta stopp. Vid den tidigare nämnda kritiska efterfrågepunkten där anropsstyrda resor har samma värde i nyttofunktionen som fast linjetrafik är acceptansnivån 68 procent. Detta värde är för lågt för att systemet ska vara attraktivt då Qiu et al. (2014) anser att en rimlig acceptansnivå bör vara 85 procent.

Qiu et al. (2014) utför en ytterligare studie av hur den kritiska efterfrågan, servicekapaciteten där acceptansnivån är 85 procent och den verkliga efterfrågan förhåller sig till varandra. Detta för att kunna dra slutsatser om den strategiska styrningen av anropsstyrd trafik med flexibel rutt.



Figur 11a, b, c & d. Samband mellan kritisk efterfrågan, servicekapacitet och verklig efterfrågan. Omarbetad efter Qiu et al. (2014).

I Figur 11a visas ett fall där den faktiska efterfrågan är mycket lägre än både kritisk efterfrågan och servicekapacitet. Detta indikerar enligt Qiu et al. (2014) att spilltiden mellan fasta hållplatser är mer än tillräcklig för systemet och ger upphov till stillastående fordon. En lägre spilltid mellan hållplatser bör då allokeras, vilket innebär att den totala turtiden kan minskas. När genomsnittet av den verkliga efterfrågan är lägre än servicekapaciteten såsom i Figur 11b och ett fåtal nekade förfrågningar sker anses trafikformen effektiv, speciellt om topparna i verklig efterfrågan dessutom inte överskrider den kritiska efterfrågan. Figur 11c visar när genomsnittet av den verkliga efterfrågan är större än servicekapaciteten men fortfarande lägre än den kritiska efterfrågan. Effekterna av den lägre acceptansnivån måste då övervägas för att en attraktivitetsförlust inte ska ske. När den verkliga efterfrågan mestadels överskrider den kritiska efterfrågan såsom i Figur 11d är ett system med fast linjetrafik att föredra.

4 Förarbete och resandeunderlag

För att kunna genomföra analyserna i detta arbete måste en stor mängd data samlas in och bearbetas. All indata som används och det förarbete som sker med dessa data beskrivs i detta kapitel. För att få en överblick av resandet i länets olika kollektivtrafikformer analyseras även detta. All information är given av Sörmlands kollektivtrafikmyndighet om inget annat nämns.

4.1 Linjetrafik

För utredningen av ordinarie landsbygdslinjetrafik i syfte att finna de turer som är lönsamma att omvandla till anropsstyrd trafik krävs omfattande information om linjenätet. Det finns i dagsläget ungefär 95 lokala och regionala landsbygdslinjer i Sörmlands län och att utföra en analys på samtliga linjer blir för komplext och tidskrävande. I detta arbete fokuseras därmed på landsbygdstrafiken i en av nio kommuner i länet, Flens kommun. Kommunen i fråga är av medelstorlek både till area och befolkningsmängd och kommunens centralort Flen har inte en särskilt dominerande roll, jämfört med andra kommuner i länet såsom Oxelösund eller Eskilstuna. I kommunen trafikeras 14 landsbygdslinjer som visas i Tabell 5.

Linje	Sträckning	Typ
337	Strängnäs - Länna - Malmköping	Lokal
415	Hälleforsnäs - Mellösa - Flen	Lokal
430	Flen - Malmköping	Lokal
489	Flen - Skebokvarn - Sparreholm	Lokal
490	Björkvik - Forssjö - Katrineholm	Lokal
589	Flen - Sparreholm - Stjärnhov - Björnlunda - Gnesta	Lokal
679	Hälleforsnäs - Malmköping	Lokal
691	Vallhalla - Sparreholm - Malmköping	Lokal
700	Vingåker - Katrineholm - Flen - Malmköping - Eskilstuna	Regional
701	Eskilstuna - Malmköping - Nyköping	Regional
760	Nyköping - Stigtomta - Bettna - Flen	Regional
765	Nyköping - Stigtomta - Bettna - Katrineholm	Regional
780	Katrineholm - Valla - Sköldinge - Flen	Regional
801	Eskilstuna - Malmköping - Nyköping	Regional

Tabell 5. Lokala och regionala landsbygdslinjer i Flens kommun.

Åtta av dessa linjer är lokala landsbygdslinjer där vissa sträcker sig till närmaste angränsande kommun och sex av linjerna är regionala landsbygdslinjer som sträcker mellan två eller flera kommuner. Värt att notera är att linje 701 och 801 trafikerar samma sträcka men att linje 801 är en expressbuss och därmed stannar på färre hållplatser. Av de lokala linjerna fungerar två som skolskjuts med en respektive två avgångar per dag i anslutning till skolans lästider. I Figur 12 visas dessa linjers sträckning inom Flens kommun.

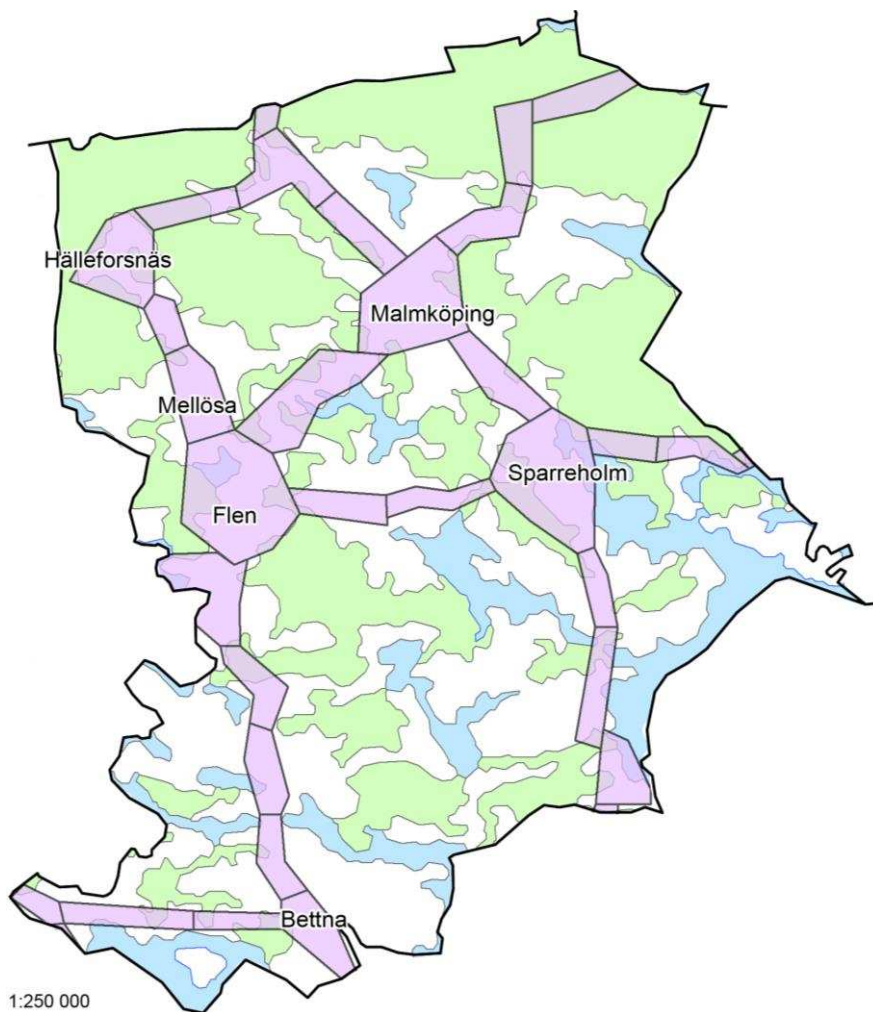


Figur 12. Landsbygdslinjernas sträckning inom Flens kommun.

Vald period för den initiala analysen är vecka 48 år 2014 då denna period antas vara representativ för linjetrafiken under året. Samtliga vardagar denna vecka är skoldagar och ingen storhelg med tillhörande storhelgstrafik förekommer. Därutöver pågår inga större vägarbeten under denna vecka vilket om så vore fallet kan innebära omdragna sträckningar, trängsel och förseningar i trafiken.

Varje linje i Tabell 5 delas upp i turer som beskriver en avgång på linjen i ena riktningen och för varje tur noteras dess längd och trafikeringstid. Turernas längder är uppmätta längs den faktiska rutten och antas representera körvägen relativt bra, även om precisionen för dessa avståndsangivelser är okänd. Utöver detta tillkommer även information om vilka dagar eller perioder turen trafikeras och huruvida turen är anropsstyrd i dagsläget. Under studerad period vecka 48 trafikeras 495 av 514 turer på landsbygdslinjerna och av dessa turer är i dagsläget fem stycken anropsstyrda. De turer som inte trafikeras vecka 48 är främst turer som endast körs under lovdagar eller sommarhalvåret vilka har en motsvarande, dock inte identisk, tur under läsdagar och vinterhalvåret.

För den valda perioden finns påstigandeuppgifter givna vilka innehåller antalet påstigande på varje linje, tur och zon. En zon är ett geografiskt område med varierande storlek som innefattar ett visst antal hållplatser. Ett exempel på zonerna i Flens kommun visas i Figur 13, dock studeras samtliga zoner i länet som trafikeras av de studerade linjerna. Observera att zonerna endast innesluter hållplatserna och därmed är mindre än de områden hållplatserna antas serva.



Figur 13. Zoner i Flens kommun som trafikeras av studerade linjer.

I varje zon visualiseras antalet påstigande resenärer under vecka 48 för att kunna studera resandet i olika områden. Antalet påstigande per linje och riktning beräknas även för att få en bild av hur resandet skiljer sig åt mellan linjer. För att få en överblick av resandets fördelning över dygnet noteras för varje zon och tur en tidsstämpel från givna tidtabeller. Baserat på resandet för de undersökta linjerna under vecka 48 samt framtagna tidsstämplar sammanställs antalet påstigande under tiominutersintervall för vardagar respektive helgdagar.

4.2 Särskild anropsstyrd trafik

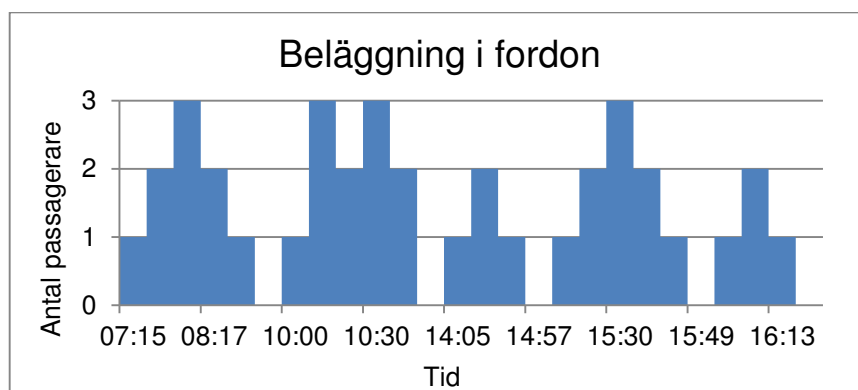
Den särskilda anropsstyrda kollektivtrafiken studeras i hela länet förutom Strängnäs kommun då inga beställningsdata finns tillgängliga där. Totalt utförs 376 355 resebeställningar under 2014 och för varje beställning av särskild anropsstyrd trafik samlas en omfattande mängd data in. Att analysera samordning med kompletteringstrafiken för hela året blir för komplext och därmed väljs oktober månad ut. I oktober 2014 utförs 34 863 resebeställningar vilket anses vara en mer hanterbar mängd.

Från de beställningsdata som studeras används främst datum, upphämtnings- och avlämningstid, från- och tilladresser uttryckta i koordinater samt resans längd. För varje beställning specificeras även vilken typ av tidfönster som används; ankomst runt eller senast ett specifikt klockslag alternativt avgång runt eller tidigast ett specifikt klockslag. Om ankomst senast används innebär det ofta att en tid måste passas på grund av läkarbesök, anslutning till tåg eller liknande och denna tid registreras även.

Därutöver noteras hur många passagerare som utför resan och om dessa har något platskrav. Platskravet kan exempelvis innebära att passageraren måste resa ensam, sitta i fram- eller baksätet, behöver extra utrymme eller liknande. Platskravet kan även vara rullstolsplats eller liggande transport, vilket ger upphov till ett behov av specialfordon. Specialfordon har två rullstolsplatser och fyra sittplatser utöver förarplatsen alternativt en liggplats och två sittplatser beroende på konfiguration. Övriga fordon av personbilstyp är konfigurerade för tre resenärer utöver förarplats. Om en beställning samordnas med en annan beställning noteras detta, där samordning innebär att flera beställningar servas i samma resa. Samordning innefattar även resor där flera beställningar kan servas i rad med maximalt 15 minuter tomkörning emellan. Utöver detta noteras vilken bil som tilldelas resan.

Resandet med den särskilda kollektivtrafiken visualiseras per SAMS-område för perioden februari till december 2014, vilket är de statistikområden som Statistiska centralbyrån delar in Sverige i. Resandet över dygnet för tre slumpmässigt utvalda vardagar respektive två slumpvist utvalda helgdagar under 2014 visualiseras baserat på beställningarnas upphämtningstider.

Eftersom de särskilda resorna samordnas med varandra varierar även beläggningen i fordonen under en resa. Ett exempel på detta visas i Figur 14 där ett fordons beläggning under en dag visualiseras.



Figur 14. Ett fordons varierande beläggning under en dag.

Beläggningen i fordonen beräknas per resa fordonet utför, där varje intervall mellan stopp i en resa har ett visst antal passagerare. Detta intervalls andel av den totala resan multipliceras med antalet passagerare under intervallet och summeras med beläggningen under övriga intervall i resan. Beläggningen beräknas för särskilda resor utförda under oktober 2014 vilket antas vara representativt för resten av året.

4.3 Kompletteringstrafik

Kompletteringstrafiken studeras i hela länet då resorna är få till antalet. Detta eftersom kompletteringstrafiken inte aktivt marknadsförs utan ses som ett minsta upprätthållande av kollektivtrafikens servicenivå i länet. Under 2014 utfördes totalt 407 resor i länet varav 75 stycken i oktober, vilket är de resor vars samordning med den särskilda trafiken utreds. I länet finns 85 kompletteringsområden där antalet kompletteringsområden i de nio kommunerna varierar beroende på kommunens storlek och förekomsten av landsbygdområden belägna mer än två kilometer från befintligt kollektivtrafiklinjenät.

Given beställningsdata består av kompletteringsområdets nummer, datum och tid för upphämtning samt resenärens adress. Därutöver finns information gällande om resan ska ske från resenärens adress

till för varje kompletteringsområde specifikt angiven plats eller från denna plats till resenärens adress. Denna plats är antingen närmaste centralort eller en hållplats som trafikeras av linjetrafiken för vidare färd mot centralort. Vidare registreras för varje beställning antalet resenärer som utför resan. För vidare analys tas koordinater manuellt fram för upphämtnings- och avlämningsplats i varje resa.

Ingen information finns given om huruvida kompletteringsresor samordnas med varandra men eftersom antalet resor är få, geografiskt utspridda och därmed trafikeras av olika taxibolag antas att ingen samåkning sker. Baserat på detta antagande beräknas även beläggningen i fordonen på samma sätt som för de särskilda resorna.

Kompletteringsresorna i länet visualiseras per SAMS-område på samma sätt som för den särskilda anropsstyrda trafiken. Därutöver visualiseras resandet under trafikdygnet, dock är resandet begränsat till de tidtabeller som följs för kompletteringstrafiken där resor till centralort eller hållplats sker under tidig förmiddag och resor tillbaka sker under tidig eftermiddag.

4.4 Kostnader och intäkter

De kalkylvärden som används för att beräkna kostnader för de olika trafikformerna redovisas i detta kapitel. Dessa kalkylvärden baseras på de avtal som Sörmlands kollektivtrafikmyndighet har med underleverantörer och representerar nödvändigtvis inte de verkliga operativa kostnaderna för trafikering. Av sekretesskäl redovisas inga monetära värden i detta kapitel.

De operativa kostnaderna för fast linjetrafik med buss delas upp i rörliga och fasta kostnader. De rörliga kostnaderna är distansberoende vilket främst innefattar kostnader för drivmedel och slitage, samt tidsberoende vilket främst innefattar kostnader för löner. Den fasta kostnaden består av en kostnad per fordon och månad som i detta fall omräknas till en kostnad per fordon och vecka då den studerade perioden är en vecka. Denna kostnad innefattar fordonsunderhåll såsom service, försäkring och fordonsskatt och är ett genomsnitt för de busstyper som används. Den fasta kostnaden används tillsammans med ett schablonvärde för hur många fordon som behövs för att trafikera en linje. För de lokala linjerna varierar detta schablonvärde mellan ett och tre fordon och för de regionala linjerna mellan två och fem fordon. Skolskjutslinjerna 679 och 691 som endast trafikeras en respektive två gånger per dag har ett schabloniserat fordon var trots det låga antalet fordonstimmar per dag, vilket också speglas i den beräknade fasta kostnaden för dessa turer. Utöver dessa kostnader beräknas ett påslag om 15 procent av de totala operativa kostnaderna som representerar övriga trafik kostnader. De övriga trafik kostnaderna består främst av framkörning från och till garage samt tomkörning när ett fordon byter linje att trafikera.

För varje undersökt linje beräknas trafikering kostnaderna enligt givna värden och jämförs med kollektivtrafikmyndighetens fördelning av kostnader per linje. Detta för att verifiera att de kostnader som används vidare i detta arbete motsvarar de verkliga kostnaderna i tillräckligt hög grad.

Den anropsstyrda linjelagda trafiken trafikeras med taxi av personbilstyp eller minibusstyp. I detta arbete antas dock att endast personbilar används med plats för fyra passagerare. Trafikeringskostnaderna består av ett fast pris per tur och fordon och en distansersättning, där det fasta priset är ersättning för exempelvis framkörning och administration. Dessa ersättningar varierar beroende på om tiden för turen anses ske på obekvämt arbetstid, vilket är vardagar klockan 19.00 till 06.00 samt helger. Vid förseningar större än 15 minuter, utebliven tur, ej uppehållen servicenivå eller annan bestridning av det avtal som upprättats med underleverantören utgår viten av olika storlekar. Dessa dras i verkligheten av på de beräknade kostnaderna men tas inte hänsyn till i detta arbete.

Kompletteringstrafiken utförs med taxi av personbilstyp med plats för tre passagerare. Kostnaderna består även här av ett fast pris per tur och fordon samt en distansersättning med högre ersättning vid obekväm arbetstid. Även här utgår viten men dessa tas ej hänsyn till.

Den särskilda anropsstyrda trafiken utförs med fordon av personbilstyp och servicefordon, vilka enligt avtal ger upphov till olika priser. Kostnaden för särskild trafik består främst av en grundersättning per resa och ett tillägg för hämtning per passagerare utöver den första passageraren. Därutöver utgår ersättningar för om viss utrustning används i specialfordon eller om bärhjälp behövs. Även här utgår högre ersättningar vid obekväma arbetstider och eftersom priserna i studerat avtal är från 2011 justeras dessa enligt färdtjänstindex för 2014. Rabatterat pris på returresa förekommer men en returresa registreras som en ny beställning vilket gör att dessa inte kan identifieras. Därmed tas ingen hänsyn till detta rabatterade pris och inte heller till viten och liknande.

För att beräkna en genomsnittlig biljettintäkt per resenär fördelas de totala intäkterna per linje för år 2014 på det totala antalet påstigande resenärer per linje under vecka 48. Biljettintäkterna används i sin tur tillsammans med operativa kostnader och antalet påstigande för att beräkna en täckningsgrad för varje linje eller tur. Täckningsgraden är ett mått på hur stor andel av de operativa kostnaderna som täcks av intäkterna.

5 Jämförelse av fast och anropsstyrd linjetrafik

För att kunna utvärdera samtliga turer i linjenätet i Flens kommun krävs en jämförelse mellan ett scenario där turer trafikeras som fast linjetrafik och ett scenario där turer trafikeras som anropsstyrd linjelagd trafik. Denna jämförelse baseras på en nyttofunktion där relevanta intäkter och kostnader för operatör, resenärer och miljö tas hänsyn till. Utifrån förarbetad indata beräknas nyttofunktionen och dess komponenter för varje tur och för de två alternativa trafikformerna. Resultaten jämförs vidare tillsammans med andra relevanta parametrar för att utveckla en generell metod för beslutsstöd gällande strategisk styrning av landsbygdstrafiken.

5.1 Utvecklande av nyttofunktion

Den nyttofunktion som används beräknas för varje tur som trafikeras under vecka 48 och består av intäkter och kostnader förknippade med turen. Intäkterna baseras på biljettintäkter för de påstigande i en tur och antas vara lika oavsett vilken trafikform som används men inkluderas för att kunna beräkna täckningsgrader. Kostnaderna består av operativa kostnader för trafikering av turen, tidkostnader för resenärerna på turen samt emissionskostnader förknippade med de utsläpp turen ger upphov till. För beräkning av ingående variabler i kostnadskomponenterna används studerade artiklar i kapitel 3. Detta leder till nyttofunktionen N i (2) där i står för intäkter, k_{op} är operativa kostnader, k_{tid} är tidkostnader och k_{em} står för emissionskostnader.

$$N = i - (k_{op} + k_{tid} + k_{em}) \quad (2)$$

Denna nyttofunktion gäller för både fast linjetrafik och anropsstyrd linjelagd trafik men de ingående kostnadskomponenterna beräknas delvis på olika sätt. Intäkterna beräknas enligt (3) som antalet påstigande P på turen multiplicerat med tidigare uträknade genomsnittlig biljettintäkt i_b för resenärerna.

$$i_{tur} = P * i_b \quad (3)$$

Ett antagande som påverkar samtliga kostnadskomponenter är var passagerare stiger av fordonen, då information finns om påstigning men inte om avstigning. Ett rimligt antagande är att där resenärer går på i en tur bör de också senare gå av i en annan tur på samma linje. Där flera linjer trafikeras samma sträcka finns möjlighet att använda olika linjer men detta tas inte i beaktande här. För varje linje beräknas en andel av alla påstigande i varje zon och denna andel används även för att uppskatta var resenärer stiger av. Påstigninguppgifter finns ej för varje hållplats utan endast för varje zon och därmed används andelarna på zonnivå även för avstigning. Ett exempel på detta visas i Tabell 6 där andelarna för zonerna i linje 337 presenteras.

Linje	Zon	Andel påstigande
337	300 STRÄNGNÄS	51,4 %
337	306 Malmby	0,8 %
337	320 Norrlänna	6,1 %
337	321 Länna	22,5 %
337	322 Byringe	0,4 %
337	910 Röl	3,1 %
337	907 MALMKÖPING	15,7 %

Tabell 6. Andel påstigande i zoner tillhörande linje 337.

På en tur noteras för varje passagerare i vilken zon de stiger på fordonet och vilka efterkommande zoner som trafikeras i turen. För dessa efterkommande zoner beräknas en ny andel påstigande enligt (4) så att varje efterkommande zon z får en andel α_z^{ny} som är den tidigare beräknade andelen α_z^{ek} dividerat med summan av de efterkommande zonernas tidigare beräknade andel. Dessa andelar aggregeras sedan för att beskriva sannolikheten att passageraren stigit av i denna eller föregående zoner.

$$\alpha_z^{ny} = \alpha_z^{ek} / \sum_z \alpha_z^{ek} \quad (4)$$

Ett exempel på detta visas i Tabell 7 för linje 337 där en passagerare stigit på i Norrlänna, markerat med x. Zoner med ett generellt litet antal påstigande får därmed ett mindre intervall för sannolikheten att resenärer stiger av i denna zon, medan zoner med ett större antal påstigande får ett större intervall.

Linje	Zon	Ny andel	Aggregerad andel
337	300 STRÄNGNÄS	-	-
337	306 Malmby	-	-
337	320 Norrlänna	x	-
337	321 Länna	53,9 %	53,9 %
337	322 Byringe	0,9 %	54,8 %
337	910 Röl	7,4 %	62,2 %
337	907 MALMKÖPING	37,8 %	100,0 %

Tabell 7. Aggregerad andel påstigande i efterkommande zoner när påstigning antas ske i Norrlänna.

Baserat på dessa nya andelar slumpas ett tal mellan noll och ett som direkt översätts till den zon passageraren åker till. Exempelvis ger slumpalet 0,7 indikationen att passageraren i Tabell 7 stiger av i zon Malmköping då 70 procent överstiger den aggregerade andelen i Röl. När påstigning sker i den sista zonen i turen och inga efterkommande zoner finns antas passageraren stiga av senare samma zon.

För fast linjetrafik trafikeras alltid hela sträckan i turen men för anropsstyrd trafik behöver endast de önskade hållplatserna trafikeras. Detta innebär att den anropsstyrda trafiken kan ge en kortare total längd på turen om någon eller några av de första eller sista zonerna i turen inte trafikeras. När samtliga passagerares från- och tillzoner bestämts i en tur kan detta undersökas och leda till en korrigering av turdistansen för det fall när turen trafikeras anropsstyrt. Denna korrigering utförs genom att distansen mellan den första zonen i turen och den första zon som önskas trafikeras i turen beräknas och subtraheras från den ordinarie distansen för turen. På samma sätt utförs en korrigering mellan den sista zonen i turen och den sista zon som önskas trafikeras.

Om endast en zon trafikeras i en tur ger detta beräkningssätt för distanskorrigeringen en nolldistans. Därmed beräknas genomsnittsdistansen en resenär åker vid resa inom en zon och används som turens distans för dessa fall. Denna genomsnittsdistans baseras på det genomsnittliga antalet hållplatser i en zon och det genomsnittliga avståndet mellan hållplatser. I Flens kommun finns i genomsnitt sex hållplatser i varje zon och avståndet mellan hållplatser är i genomsnitt 1,18 kilometer. Det innebär att en resenär som åker inom en zon minimalt reser en hållplats och maximalt sex hållplatser, vilket ger en genomsnittlig reslängd på 4,13 kilometer.

5.1.1 Trafikering

De operativa kostnaderna för trafikering med fast linjetrafik k_{op}^L beräknas enligt (5) på turnivå men summeras även för att få kostnader på linjenivå.

$$k_{op}^L = \left(\frac{k_f^L * f^L * g}{g_{tot}} + k_t * t_{tur} + k_d^L * d_{tur}^L \right) * k_{övr} \quad (5)$$

I denna ekvation står k_f^L , k_t , k_d^L och $k_{övr}$ för fordonskostnad, tidkostnad, distanskostnad respektive kostnadspåslaget. Det schablonvärde för antal fordon som används av den linje turen hör till noteras f^L . Antal gånger turen trafikeras under vecka 48 är g och det totala antalet turer som trafikeras på den linje turen hör till noteras g_{tot} . Denna term har till syfte att fördela den fasta fordonskostnaden per vecka, k_f^L , på de turer som trafikeras under veckan. Variabeln t_{tur} är tiden mellan avgång från första zonen till ankomst i sista zonen i turen, mätt i timmar. Slutligen representerar d_{tur}^L distansen i kilometer mellan första och sista zonen i turen.

Den linjelagda anropsstyrda trafikens operativa kostnader för varje tur antas vara noll om ingen efterfrågan uttrycks för turen. Om åtminstone en resenär önskar åka med turen beräknas de operativa kostnaderna enligt (6).

$$k_{op}^A = f^A * (k_g^A + k_d^A * d_{tur}^A) \quad (6)$$

Här står k_g^A och k_d^A för grundersättning per tur respektive distansersättning. Distansen turen trafikerar benämns d_{tur}^A och som tidigare påpekats är denna distans samma eller kortare än distansen d_{tur}^L som används för fast linjetrafik, beroende på om alla zoner trafikeras av turen eller ej. Variabeln f^A beskriver det antal fordon av personbilstyp som behövs för att tillgodose efterfrågan på turen under vecka 48 och beräknas enligt (7).

$$f^A = \begin{cases} \left\lceil \frac{P}{pl} \right\rceil \in , & om\ g = 1 \\ \left\lceil \frac{P/g}{pl} \right\rceil * g, & om\ P \geq g, \\ P, & om\ P < g \end{cases}, \quad om\ g > 1 \quad (7)$$

Beroende på om turen trafikeras en eller flera gånger under veckan, noterat med g , beräknas antalet fordon som behövs på olika sätt. Vid en tur i veckan beräknas fordonsantalet som antalet passagerare P dividerat med antal platser i fordonen pl , som är fyra platser. Detta avrundas därefter uppåt till närmaste heltal.

Vid flera turer i veckan har antalet påstigande summerats vilket gör att passagerarna först måste fördelas över de dagar turen trafikeras, varefter fordonsantalet kan beräknas. När det totala antalet påstigande under veckan är fler än antalet gånger turen trafikeras beräknas först det genomsnittliga antalet resenärer per dag genom att dividera antalet påstigande P med antal gånger turen trafikeras g . Detta värde divideras med antal platser i fordonen, pl , och avrundas uppåt till närmaste heltal vilket representerar det antal fordon som behövs till turen per dag. Därefter multipliceras denna siffra med antalet gånger turen trafikeras för att få det totala fordonsantalet under veckan. I de fall antalet påstigande är färre än antal gånger turen trafikeras under veckan kan fordonsantalet beräknas till att

vara lika med antalet påstigande. Detta för att det då med säkerhet inte finns efterfrågan samtliga dagar turen trafikeras och det behövs därmed inte ett fordon per dag. För att verifiera detta antagande tas påstigandeuppgifter per dag under vecka 48 fram. Dessa uppgifter studeras därefter med avseende på andelen påstigande per dag för varje linje som undersöks.

5.1.2 Tid

Tidkostnaderna består av värderingar av restid, gångtid och turintervall och antas vara lika för både fast linjetrafik och anropsstyrd linjelagd trafik eftersom de har samma linjesträckning och tidtabell. Kostnaderna k_{tid} beräknas för varje resenär i en tur enligt (8) och summeras därefter till en total tidkostnad för turen. Beroende på resenärens ärende används olika tidvärderingar, därmed slumpas en ärendetyp för varje resenär enligt de tidigare beskrivna fördelningarna i kapitel 2.2.

$$k_{tid} = k_r * \frac{d_p}{h_{tur}} + k_g * t_g + k_{int} * t_{int} \quad (8)$$

I denna ekvation är k_r , k_g och k_{int} beskrivna i Tabell 2 och står för restidskostnad, gångtidskostnad respektive turintervallskostnad. Restiden beräknas som distansen d_p mellan från- och tillzon för passagerare p dividerat med den genomsnittliga hastigheten h_{tur} på turen som passageraren reser med. För resor som sker inom en zon används den tidigare beräknade genomsnittsdistansen som d_p .

Gångtiden t_g för en resenär syftar endast på gångtiden till hållplatsen och antas bero av storleken på det serviceområde linjen servar samt gånghastigheten. Ett rätlinjigt gångavstånd antas vilket gör att resenärens förflyttning i bredd och längd summeras. Som längst kan en passagerare få gå halva serviceområdets bredd och som kortast inget alls, vilket ger ett medelvärde på en fjärdedels bredd. Serviceområdets bredd antas av kollektivtrafikmyndigheten vara en kilometer. Längden på serviceområdet kan tolkas som avståndet mellan två hållplatser, där en passagerare som längst kan få gå halva längden och som kortast inget alls. Detta leder till en genomsnittlig gångtid för varje resenär enligt (9).

$$t_g^{res} = \frac{1}{4 * h_g} \left(\frac{d_{tur}}{n - 1} + b \right) \quad (9)$$

Avståndet mellan två hållplatser i en tur beräknas som turens totala distans d_{tur} dividerat med antal avstånd mellan hållplatser, vilket är en mindre än antalet hållplatser n . Variabeln b är serviceområdets bredd och h_g står för gånghastigheten.

Linje 801 har samma sträckning som linje 701 men trafikeras bara en bråkdel av de hållplatser som trafikeras av linje 701. Gångavstånden kan därmed bli orimligt stora för linje 801. Därmed antas att resenärer som befinner sig längre än två kilometer från närmaste hållplats i linje 801 åker med linje 701 från en annan, närmre hållplats. Detta innebär att avståndet mellan hållplatser för passagerare som reser med linje 801 inte beräknas utan istället tilldelas värdet två kilometer.

De undersökta linjerna har varierande turintervall under trafikdygnet och därmed beräknas ett genomsnittligt turintervall per linje. Detta turintervall representerar skillnaden i önskad och verklig avgångstid för resenären. För att kunna beräkna turintervallet studeras längden på trafikdygnet under vecka 48 genom tidigast och senast förekommande avgångs- och ankomsttid. Trafikdygnet summeras för samtliga dagar under veckan vilket resulterar i 131,3 trafiktimmar under vecka.

Tillsammans med information om hur många turer n_{tur} som trafikeras för varje linje under perioden kan ett turintervall t_{int} beräknas enligt (10). Eftersom antalet turer gäller båda riktningar för en linje halveras antalet turer i ekvationen för att motsvara turintervall i en riktning.

$$t_{int} = \frac{131,3}{n_{tur}/2} \quad (10)$$

För skolskjutslinjerna 679 och 691 som endast har en tur respektive en tur i varje riktning under läsdagar blir turintervall missvisande. Eftersom dessa linjer främst fungerar som skolskjuts bör efterfrågan endast finnas de tider turerna avgår, därmed antas turintervall vara noll för dessa två linjer. För linje 701 och 801 som trafikeras samma sträcka kombineras turintervallsberäkningen eftersom linjerna är korrelerade. Antalet turer under veckan summeras därmed för dessa linjer varpå ett gemensamt turintervall beräknas. Resulterande turintervall för samtliga linjer efter denna beräkning varierar då mellan en avgång varje timme och en avgång var fjärde timme.

Eftersom turintervallen värderas olika beroende på dess längd som tidigare redovisats i Tabell 2 beräknas kostnaden för turintervall per passagerare enligt (11), där t_x^{int} är antal minuter inom respektive intervall x och k_x^{int} är kostnaden för minuterna inom intervallet.

$$k_{int} * t_{int} = t_{<10}^{int} * k_{<10}^{int} + t_{11-30}^{int} * k_{11-30}^{int} + t_{31-60}^{int} * k_{31-60}^{int} + t_{61-120}^{int} * k_{61-120}^{int} + t_{121-480}^{int} * k_{121-480}^{int} + t_{>480}^{int} * k_{>480}^{int} \quad (11)$$

5.1.3 Emissioner

Emissioner förknippade med en tur beräknas med hjälp av givna emissionsfaktorer i Tabell 4 för kväveoxider, svaveldioxid, kolväten och koldioxid. Emissionsfaktorerna emf_x skiljer sig mellan landsvägsbussar som används i den fasta linjetrafiken och personbilar som används för den anropsstyrda linjelagda trafiken. Kostnaderna för emissioner i fast linjetrafik beräknas enligt (12) med hjälp av emissionsfaktorerna uttryckta i kilogram per kilometer samt emissionsvärderingarna k_x^L för landsvägsbuss i Tabell 3. Dessa multipliceras med turens längd d_{tur}^L .

$$k_{em}^L = (emf_{NO_x} * k_{NO_x}^L + emf_{SO_2} * k_{SO_2}^L + emf_{HC} * k_{HC}^L + emf_{CO_2} * k_{CO_2}^L) * d_{tur}^L \quad (12)$$

Emissionskostnaderna för anropsstyrd linjelagd trafik beräknas på samma sätt enligt (13), där emissionsvärderingarna i Tabell 3 gäller personbil och d_{tur}^A är turens längd när den trafikeras anropsstyrt.

$$k_{em}^A = (emf_{NO_x} * k_{NO_x}^A + emf_{SO_2} * k_{SO_2}^A + emf_{HC} * k_{HC}^A + emf_{CO_2} * k_{CO_2}^A) * d_{tur}^A \quad (13)$$

5.1.4 Slutgiltiga ekvationer

Genom att kombinera ekvationer (2),(3), (5), (8), (9), (11) och (12) kan en total nyttofunktion per tur för fast linjetrafik beräknas enligt (14). Motsvarande nyttofunktion för anropsstyrd linjelagd trafik beräknas enligt (15) och är en kombination av ekvationerna (2), (3), (6), (7), (8), (9), (11) och (13). Beskrivning av samtliga parametrar och variabler i de två nyttofunktionerna följer efter ekvationerna. Nyttofunktionerna beräknas endast för de turer som trafikeras under vecka 48 vilket är 495 av 514 stycken.

$$N_{tur}^L = P * i_b - \left(\left(\frac{k_f^L * f^L * g}{g_{tot}} + k_t * t_{tur} + k_d^L * d_{tur}^L \right) * k_{\overline{ovr}} + k_r * \sum_p \frac{d_p}{h_{tur}} + k_g * P * \right. \quad (14)$$

$$\left. \frac{1}{4 * h_g} \left(\frac{d_{tur}^L}{n-1} + b \right) + P * \left(t_{<10}^{int} * k_{<10}^{int} + t_{11-30}^{int} * k_{11-30}^{int} + t_{31-60}^{int} * k_{31-60}^{int} + t_{61-120}^{int} * \right. \right.$$

$$\left. k_{61-120}^{int} + t_{121-480}^{int} * k_{121-480}^{int} + t_{>480}^{int} * k_{>480}^{int} \right) + \left(emf_{NO_x} * k_{NO_x}^L + emf_{SO_2} * k_{SO_2}^L + \right.$$

$$\left. emf_{HC} * k_{HC}^L + emf_{CO_2} * k_{CO_2}^L \right) * d_{tur}^L$$

$$N_{tur}^A = P * i_b - \left(f^A * \left(k_g^A + k_d^A * d_{tur}^A \right) + k_r * \sum_p \frac{d_p}{h_{tur}} + k_g * P * \frac{1}{4 * h_g} \left(\frac{d_{tur}^A}{n-1} + b \right) + \right. \quad (15)$$

$$P * \left(t_{<10}^{int} * k_{<10}^{int} + t_{11-30}^{int} * k_{11-30}^{int} + t_{31-60}^{int} * k_{31-60}^{int} + t_{61-120}^{int} * k_{61-120}^{int} + t_{121-480}^{int} * \right.$$

$$\left. k_{121-480}^{int} + t_{>480}^{int} * k_{>480}^{int} \right) + \left(emf_{NO_x} * k_{NO_x}^A + emf_{SO_2} * k_{SO_2}^A + emf_{HC} * k_{HC}^A + \right.$$

$$\left. emf_{CO_2} * k_{CO_2}^A \right) * d_{tur}^A$$

$$\text{där } f^A = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P}{pl} \right\rfloor \in , & \text{om } g = 1 \\ \left\lfloor \frac{P/g}{pl} \right\rfloor * g, & \text{om } P \geq g, \\ P, & \text{om } P < g \end{cases}, \quad \text{om } g > 1$$

Parametrar

L = fast linjetrafik

A = anropsstyrd linjelagd trafik

P = antal passagerare p på tur

i_b = biljettintäkt, kr/passagerare

k_f^L = fordonskostnad för L , kr/fordon/vecka

k_g^A = grundläggning för A , kr/tur

pl = antal platser i personbil

k_t = tidkostnad, kr/h

k_d^L = distanskostnad för L , kr/km

k_d^A = distanskostnad för A , kr/km

$k_{\overline{ovr}}$ = påslag övriga kostnader för L

k_r = restidskostnad, kr/h

k_g = gångtidskostnad, kr/h

h_g = gånghastighet, km/h

b = bredd på serviceområde, km

$k_{[...] }^{int}$ = kostnad för turintervall [...], kr/h

emf_x = emissionsfaktor för emission x , kg/km

k_x^L = kostnad för emission x för L , kr/kg

k_x^A = kostnad för emission x för A , kr/kg

Variabler

f^L = antal fordon på linje för L

f^A = antal fordon för A

g = gånger turen trafikeras/vecka

g_{tot} = totalt antal turer på linje/vecka

t_{tur} = trafikeringstid, h

d_{tur}^L = trafikeringstid för L , km

d_{tur}^A = trafikeringstid för A , km

d_p = resdistans för passagerare p , km

h_{tur} = turhastighet, km/h

n = antal hållplatser på tur

$t_{[...] }^{int}$ = tid inom turintervall [...], h

5.2 Beslutsstöd för strategisk styrning

De nyttofunktioner som beräknats kan ge stöd för beslutsfattande gällande om en tur bör övergå till att vara anropsstyrd eller ej. Att beräkna denna nytta för varje tur i linjetrafiken i hela länet är dock tidskrävande, vilket innebär att en mer generell metod för beslutsstöd behöver utvecklas.

Nyttan för de 495 turerna som trafikeras vecka 48 analyseras inledningsvis i syfte att studera hur stor del av nyttan intäkterna och de tre kostnadsdelarna bidrar med i linjetrafik respektive linjelagd anropsstyrd trafik. Genomsnittsintäkten för turerna beräknas och redovisas tillsammans med en genomsnittlig täckningsgrad medan genomsnittskostnader för trafikering, tider och emissioner redovisas tillsammans med respektive kostnads andel av totalkostnaden. Detta utförs med avseende på turernas efterfrågan, där turerna delas upp i tre kategorier. Den första kategorin innehåller turer med efterfrågan mindre eller lika med fyra påstigande i veckan, den andra innehåller turer med efterfrågan mellan 4 och 20 påstigande i veckan och den sista innehåller turer med efterfrågan högre än 20 påstigande i veckan. Ett genomsnitt av intäkt och kostnadsdelar för samtliga turer visualiseras även.

Utifrån beräknade nyttor för de 495 turerna kan även sambandet mellan antalet påstigande och turernas täckningsgrad för fast linjetrafik respektive anropsstyrd linjelagd trafik beräknas. Detta genom att beräkna medelvärdet av täckningsgraden för turer inom ett visst påstigandeintervall. Sambandet mellan täckningsgrad och efterfrågan visualiseras därefter för att kunna jämföra fast linjetrafik med anropsstyrd linjelagd trafik.

5.2.1 Kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet

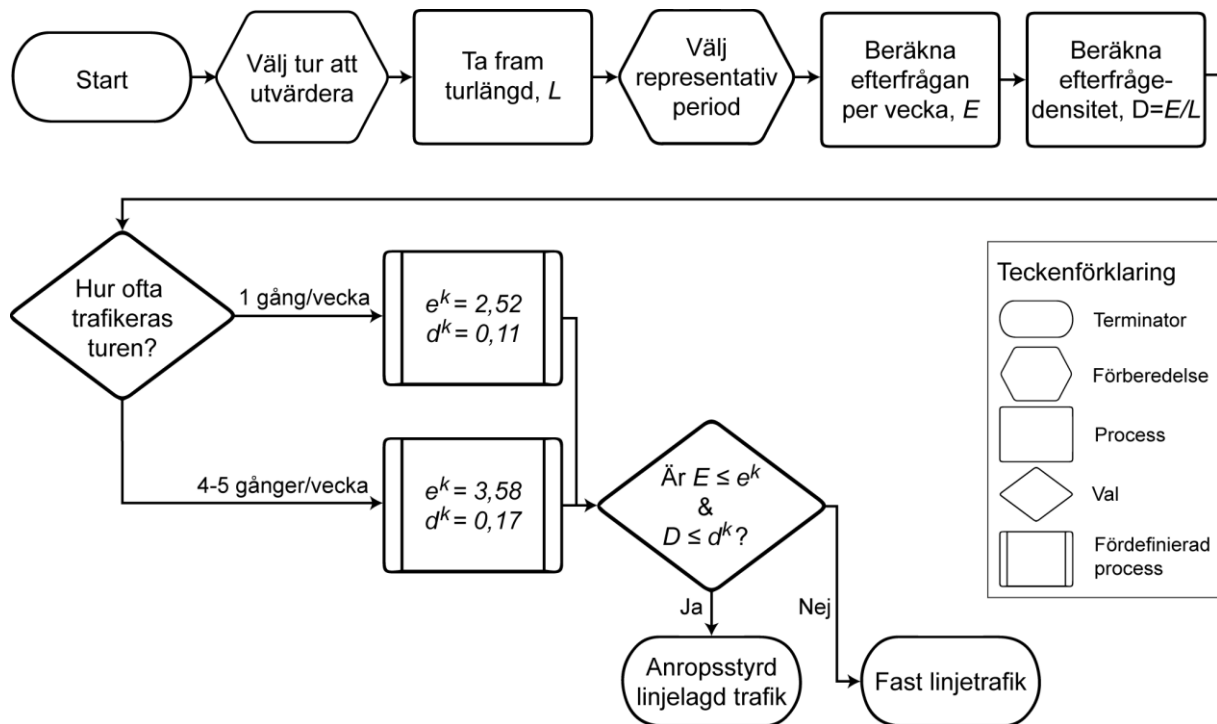
Eftersom bidraget av emissionskostnader i nyttofunktionerna är relativt lågt och biljettintäkter samt resenärernas tidkostnader bibehålls vid byte mellan linjetrafik och anropsstyrd linjelagd trafik studeras endast turernas trafikeringkostnader fortsättningsvis. Dessa kostnader beror främst på hur många fordon som behövs för att utföra en tur vilket i sin tur beror av efterfrågan. Därutöver beror de av andra parametrar kopplade till turen och dess linje, exempelvis turens längd och hur många gånger i veckan den trafikeras.

För att studera hur trafikeringkostnaderna förändras med efterfrågan på en tur måste turens övriga parametrar hållas konstanta. Detta sker genom att studera påstigandeuppgifter för veckor där turen utförs på samma villkor som under vecka 48 år 2014, vilka väljs till vecka 42 till och med vecka 47. Därefter beräknas trafikeringkostnaderna för efterfrågan under dessa veckor. För att begränsa omfattningen av denna analys beräknas kostnaderna endast för de turer som under vecka 48 har potential att utföras anropsstyrd. Dessa 93 turer har antingen lägre eller mindre än 1 000 kronor högre trafikeringkostnader som anropsstyrda jämfört med som linjetrafik. Två av dessa turer tillhör skolskjutslinjerna 679 och 691 vilka har en orimlig trafikeringkostnad som fast linjetrafik, och därmed utesluts ur vidare analys.

Därefter jämförs de beräknade trafikeringkostnaderna för en tur med varandra, med avseende på antal fordon som används för att trafikera den anropsstyrda turen. En kritisk efterfrågan beräknas för varje tur vilket är antalet påstigande i veckan där trafikeringkostnaderna för anropsstyrd linjelagd trafik och fast linjetrafik är ekvivalenta. För turer som trafikeras fyra eller fem gånger i veckan kan fordonsantalet direkt översättas till den kritiska efterfrågan. Detta eftersom fordonsantalet syftar på det summerade antalet avgångar som maximalt kan köras under veckan för att turen ska vara lönsammare att utföra anropsstyrt. För turer som trafikeras en gång i veckan beräknas den kritiska efterfrågan istället som fordonsantalet multiplicerat med antalet platser i fordonen, vilket i detta fall är fyra. Utifrån beräknad kritisk efterfrågan tas även en kritisk efterfrågedensitet fram för varje tur, vilket är antalet påstigande per vecka och turkilometer.

5.2.2 Tumregler

Med hjälp av de kritiska efterfrågegränserna samt de kritiska efterfrågedensiteterna tas specifika tumregler fram för när en tur bör köras anropsstyrt eller ej. Detta sker genom att undersökta turer inledningsvis delas upp i turer som endast trafikeras en gång i veckan och turer som trafikeras fyra till fem gånger i veckan. För respektive kategori tas ett medelvärde för kritisk efterfrågan samt kritisk efterfrågedensitet fram, vilka indikerar att en studerad tur är mer lönsam att utföra anropsstyrt om båda värdena understigs. Värdena på kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet i Tabell 15 tillämpas genom tumreglerna i Figur 15, där varje moment i flödesschemat förklaras efter figuren.



Figur 15. Flödesschema över tumreglerna för kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet.

Inledningsvis väljs en mängd turer som ska utvärderas, där en tur behandlas i taget. För vald tur krävs att dess turlängd, L kilometer, tas fram varefter en representativ period för efterfrågan på turen väljs. Den representativa perioden bör vara minst fyra veckor som turen trafikeras under. Det genomsnittliga antalet påstigande per vecka, E , under vald period beräknas och därefter beräknas även efterfrågedensiteten D som E/L påstigande per vecka och turkilometer. Därefter noteras hur många gånger i veckan turen normalt trafikeras vilket påverkar vägvalet i flödesschemat. I en fördefinierad process tillsätts värden för kritisk efterfrågan e^k och kritisk efterfrågedensitet d^k , vilka är olika beroende på föregående val. Sedan studeras om den beräknade efterfrågan för en tur är mindre eller lika med den kritiska efterfrågan, samt om den beräknade efterfrågedensiteten är mindre eller lika med den kritiska efterfrågedensiteten. Om så är fallet är turen mer lönsam att utföra som anropsstyrd linjelagd trafik och om inte är turen mer lönsam att utföra som fast linjetrafik.

De framtagna tumreglerna verifieras genom att studera ytterligare påstigandeuppgifter för vecka 10 till vecka 15 år 2014, för turer med färre än fem antal påstigande under någon av de undersökta veckorna, vilket är 134 turer. Tumreglerna appliceras på dessa och resultaten jämförs med turernas beräknade trafikeringskostnader som fast linjetrafik respektive anropsstyrd linjelagd trafik. Denna jämförelse

visualiseras även för att tydligt kunna se hur nära tumreglerna kommer ett idealt scenario där turens efterfrågan är känd på förhand.

För praktisk tillämpning redovisas även de turer på landsbygdslinjerna i Flens kommun som enligt tumreglerna är lönsammare att utföra anropsstyrda, baserat på påstigandeuppgifter från vecka 10 till och med vecka 15. Med hänsyn till turens trafikeringsdag, tidpunkt och plats i fordonsomlopp tas även implementerbara rekommendationer för varje linje fram. Detta för att en tur som bör utföras anropsstyrd inte alltid är lämplig att omvandla med hänsyn till dessa kriterier. Utifrån detta redovisas de turer som anses vara möjliga att förändra, hur de förändras samt vilka kostnadseffekter det har.

6 Samordning av särskild och allmän anropsstyrd trafik

Samordning mellan den särskilda och allmänna anropsstyrda trafiken sker genom att studera kostnadsförändringen mellan två scenarion med hänsyn till trafikering, tider för resenärer och emissioner. Det första scenariot innebär att de särskilda resorna och kompletteringsresorna planeras och utförs var för sig och det andra scenariot innebär att de planeras och utförs tillsammans. Den studerade perioden för samordning är oktober 2014 då 75 kompletteringsresor och 34 863 särskilda beställningar noterades.

För distansberäkningar krävs att förändring i koordinater uttryckta i decimalgrader kan omvandlas till distans uttryckt i kilometer. Vid denna omvandling används Manhattanavstånd vilket innebär att förflyttning i longitudled summeras med förflyttning i latitudled. För att hitta de omvandlingskvoter som gäller i Sörmland ritas två linje som sträcker sig i nord-sydlig riktning respektive öst-västlig riktning. Dessa linjers längd divideras därefter med skillnaden i longitud respektive latitud vilket ger att en decimalgrad i longitud är 111,4 kilometer och en decimalgrad i latitud är 57,4 kilometer. Dessa omvandlingskvoter används fortsättningsvis i detta arbete.

6.1 Från beställning till resa

För att kunna hitta särskilda resor som har potential att samordnas med kompletteringsresor behöver en bearbetning av given beställningsdata ske. En beställning innehåller ingen information om vilka andra beställningar den samordnas med utan endast om den samordnas eller inte. Däremot kan denna information tas fram med hjälp av beställningarnas tidsstämplar och bilnumret på tilldelad bil. Innan detta sker elimineras de särskilda beställningar där resenären har krav på att åka ensam, då dessa resor varken kan samordnas med andra särskilda beställningar eller kompletteringsresor. Detta innebär att det finns 32 426 särskilda beställningar kvar som sorteras i fallande ordning på bilnummer, datum, avgångstid och slutligen ankomsttid.

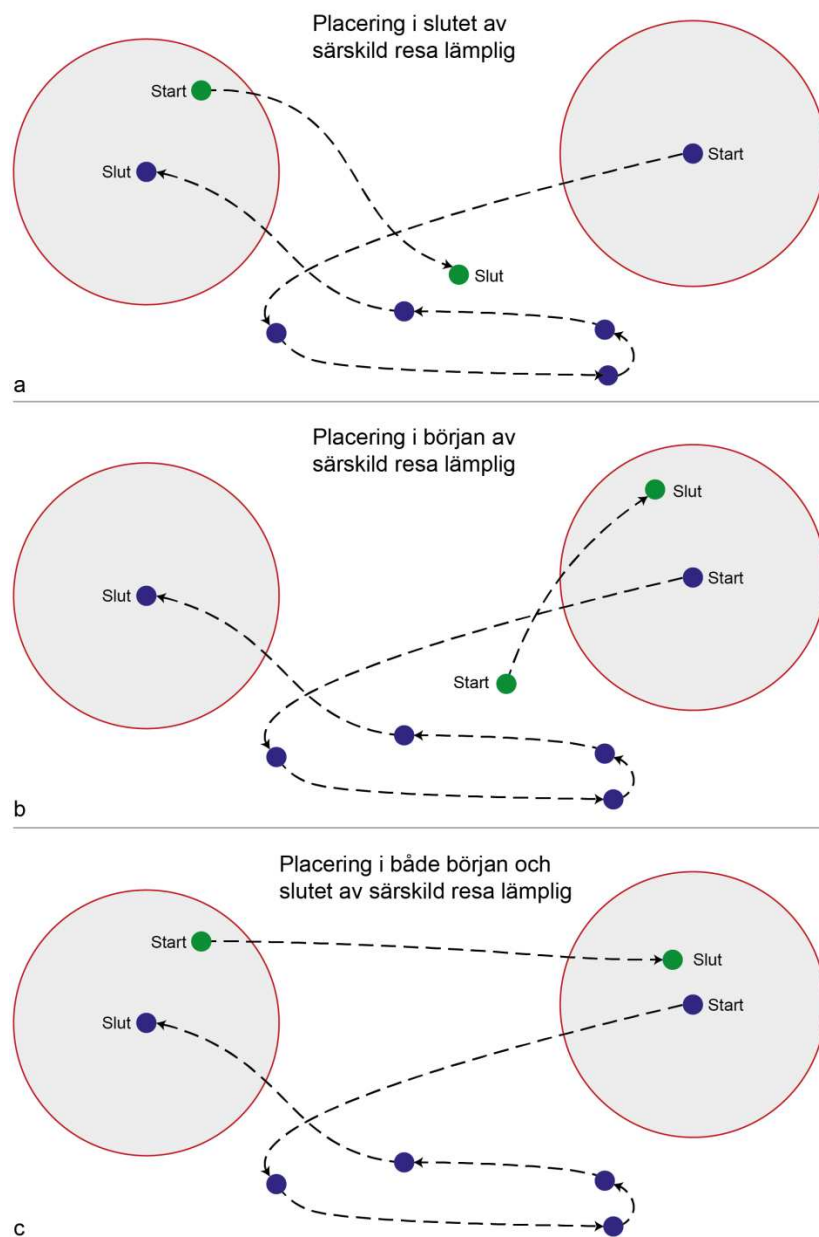
Varje icke samordnad beställning utgör en egen resa. För varje samordnad beställning hittas de efterkommande beställningar som utförs samma dag och med samma bil och därefter jämförs deras avgångs- och ankomsttider. Om avgång för en efterkommande beställning sker innan föregående beställnings ankomst eller om differensen mellan avgångs- och ankomsttid är mindre än 15 minuter anses dessa två beställningar vara samordnade och ske i samma resa. Därefter undersöks om nästa efterkommande beställning är samordnad med de tidigare två enligt samma kriterier, vilket fortsätter till att den sista beställningen i resan hittas. För oktober 2014 resulterar det i att 18 468 resor utförs.

För varje resa registreras all information tillhörande ingående beställningar och dess stopp, vilket är tidpunkt och koordinater för varje stopp samt antal passagerare som kliver på eller av. Utifrån dessa uppgifter beräknas både ett aggregerat passagerarantal och en aggregerad distans för varje stopp, där ovan nämnda omvandlingskvoter från decimalgrader till kilometer används. Det sista stoppets aggregerade distans motsvarar resans totala distans vilket noteras tillsammans med resans start- och sluttid samt det totala antalet passagerare som servas under resan. Om någon passagerare i resan har ett platskrav som endast kan tillgodoses i ett specialfordon antas resan utföras med ett sådant fordon. Eftersom specialfordon även har vanliga sittplatser kan samtliga typer av platskrav servas i dessa fordon till skillnad från fordon av personbilstyp. Resans fordonstyp noteras och därutöver registreras bilnumret för den bil som utför resan.

Varje beställning av en kompletteringsresa utgör en egen resa eftersom ingen samordning mellan kompletteringsresor antas. Passagerare i kompletteringsresor tillåts inte resa ensamma och har inga platskrav som kräver specialfordon.

6.2 Matchning och insättning

För att kunna beräkna de kostnadsförändringar som sker när kompletteringsresor samordnas med särskilda resor behöver varje kompletteringsresa inledningsvis matchas i tid och rymd med potentiella särskilda resor. Detta sker genom en implementering av två gränser för matchning där den ena begränsar tidsskillnaden mellan resorna och den andra begränsar avståndet. Om kompletteringsresans startpunkt befinner sig i närheten av den särskilda resans slutpunkt kan kompletteringsresan utföras direkt efter den särskilda resan, förutsatt att kompletteringsresans avgångstid inte behöver flyttas mer än ett visst antal minuter. Detta scenario visas i Figur 16a. På samma sätt kan kompletteringsresan utföras före den särskilda resan om kompletteringsresans slutpunkt befinner sig i närheten av den särskilda resans startpunkt både gällande tid och rum såsom i Figur 16b. I Figur 16c är båda dessa scenarion uppfyllda vilket innebär att placeringen av kompletteringsresan kan ske både i början och i slutet av den särskilda resan.



Figur 16a, b & c. Placeringen av kompletteringsresan påverkas av dess förhållande till den särskilda resan, där de inringade områdena kring start- och slutpunkten representerar tids- och avståndsgränserna.

Avståndsskillnaden mellan en kompletteringsresa och en särskild resa definieras som Manhattanavståndet mellan resornas start- respektive slutpunkt som kopplas samman. Tidsskillnaden mellan resorna består av skillnaden i avgångs- och ankomsttid inklusive restiden mellan start- och slutpunkten. Skillnaden i avgångs- och ankomsttid representerar det antal minuter kompletteringsresan måste flyttas för att kunna utföras i anslutning till den särskilda resan, och kan vara ett negativt antal minuter om avgångstid sker före ankomsttid. Restiden mellan resorna är baserad på den beräknade avståndsskillnaden mellan resorna och en medelhastighet av 40 kilometer i timmen.

Denna matchning tar ej hänsyn till om fordonet som utför den särskilda resan har en annan resa inbokad före eller efter den särskilda resan. Det kan därmed finnas fall där en kompletteringsresa inte går att utföra i samband med den särskilda resan då fordonets spilltid mellan resor är för liten. I den undersökta mängden av kompletteringsresor tar samtliga mindre än 30 minuter att utföra vilket innebär att de flesta matchningar ändå bör vara kompatibla.

Om ingen särskild resa uppfyller tid- och avståndskraven för en kompletteringsresa utförs kompletteringsresan som en egen resa, men med de trafikeringskostnader som gäller för särskild trafik. Om däremot flera särskilda resor uppfyller kraven väljs den resa som är närmast i tid och rum och tidigare inte matchats med en annan kompletteringsresa. För att kunna vikta tidsskillnaden och avståndsskillnaden mot varandra används de kostnader som är förknippade med en extra kilometer respektive en extra minut. När tids- och avståndsskillnaden viktats för varje matchande särskild resa väljs den särskilda resa som ger upphov till minst kostnadspåslag.

Eftersom de särskilda resor som matchas ihop med kompletteringsresor inte förflyttas i tid uppfylls fortfarande samtliga önskemål gällande senast ankomsttid. Fordonskapaciteten behöver inte heller tas hänsyn till eftersom kompletteringsresor antingen utförs före eller efter en planerad särskild resa och fordonen då är tomma innan kompletteringsresans passagerare hämtas. Som en följd av detta förändras inte heller belägningsgraden i fordonen mellan ett icke-samordnat och ett samordnat scenario.

6.3 Kostnadsförändring

Kostnadsförändringen mellan de två utredda scenarierna delas upp i trafikeringskostnader, tidkostnader och emissionskostnader och beräknas enligt (16). Förändringen i trafikeringskostnader består främst av att grundersättningen k_g^k för kompletteringsresan försvinner och en avgift för hämtning av ytterligare en passagerare i särskilda resan, k_h^s , tillkommer. Därutöver förändras de distansbaserade kostnaderna k_d^k för kompletteringsresan till att gälla särskilda trafikens prisnivåer, k_d^s . Dessa kostnader multipliceras med tillhörande distans, vilket för kompletteringsresan enbart är resans längd d^k . Den särskilda resans längdökning består av kompletteringsresans längd samt avståndet mellan resornas start- och slutpunkt vilket representeras av variabeln d^s . Dessa distansbaserade kostnader ökar om den särskilda resan utförs med ett specialfordon samt om resan utförs under obekvämlig arbetstid.

$$k_{diff} = (k_g^k - k_h^s) + (k_d^k * d^k - k_d^s * d^s) + k_{int} * t_{int} + k_x * emf_x * (d^k - d^s) \quad (16)$$

Förändringen i tidkostnader består av att kompletteringsresans passagerare får en avgångstid som skiljer sig från önskad avgångstid, vilket representeras av tidigare beräknad tidsskillnad. Denna tidsskillnad beräknas som förändrat turintervall t_{int} vilket multipliceras med respektive tidsvärderingar k_{int} i Tabell 2. Förändringen i emissionskostnader beräknas slutligen som kostnadsvärderingen för emissioner k_x i Tabell 3 multiplicerat med emissionsfaktorerna emf_x i Tabell 4 samt den förändrade distansen resorna emellan.

6.4 Variabla gränser för tid och avstånd

De två gränserna för matchning varierar för att uppnå den bästa kombinationen av gränser gällande bland annat kostnadsbesparing och andelen samordnade resor. Gränsen för avståndsskillnad mellan resornas start- och slutpunkt bör ej vara högre än tio kilometer eftersom denna sträcka tar 15 minuter att köra med en snitthastighet av 40 kilometer i timmen. En sträcka som tar längre tid att köra skulle ge upphov till att resornas inte längre anses samordnade då definitionen för samordning är att en resa maximalt har 15 minuter tomkörning mellan stoppen i resan. Därmed varierar gränsen för avståndsskillnad mellan fem och tio kilometer för en godtyckligt vald tidsskillnadsgräns på 20 minuter.

Gränsen för tidsskillnad representerar maximal tidförskjutning från önskad avresa för kompletteringspassagerare och antas kunna varieras upp till 40 minuter utan allt för stor påverkan på servicenivån. Enligt tidigare nämnd definition av samordning kan tidsskillnaden inte understiga 15 minuter, därmed varierar denna gräns mellan 15 och 40 minuter för en godtyckligt vald avståndsskillnadsgräns på tio kilometer. Utifrån dessa variationer väljs den bästa kombinationen av tid- och avståndsgräns. Resultaten av samordning vid användning av dessa gränser studeras därefter noggrannare för vidare diskussion av potentialen i att samordna anropsstyrda särskilda resor med kompletteringsresor.

7 Resultat

Här presenteras de resultat som togs fram i samband med förarbetet och efterföljande analyser.

7.1 Resandeunderlag

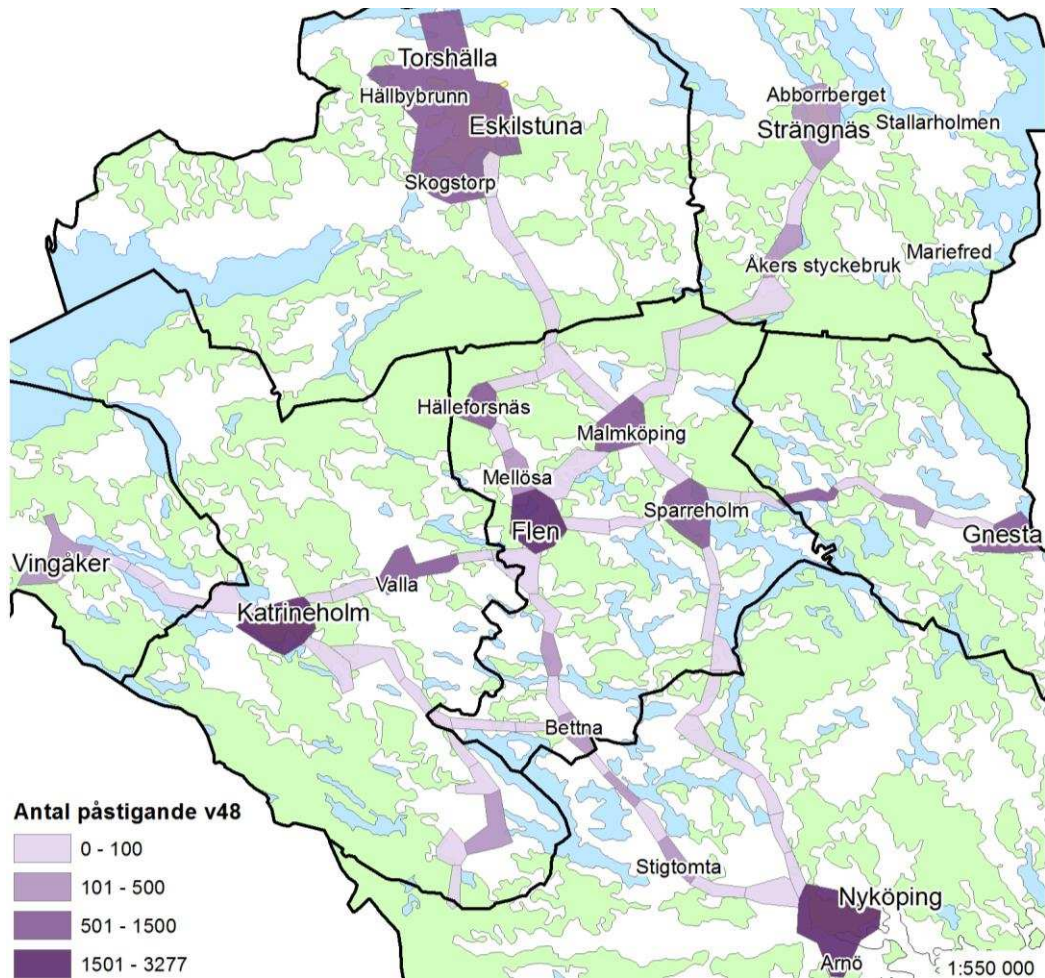
För att få en överblick av resandet i länet visualiserades antalet påstigande för de studerade kollektivtrafikformerna under respektive undersökt period. Beläggningen i de fordon som trafikerar den allmänna och särskilda anropsstyrda trafiken beräknades även.

Linjetrafikens resande under vecka 48 visas i Tabell 8 som antalet påstigande per linje och riktning. Linjerna med störst resande var de lokala linjerna 415 och 589 samt de flesta regionala linjer. Minst resande stod de två skolskjutslinjerna 679 och 691 för.

Linje	Sträckning	Antal påstigande
337	Strängnäs - Länna - Malmköping	233
337	Malmköping - Länna - Strängnäs	288
415	Hälleforsnäs - Mellösa - Flen	1082
415	Flen - Mellösa - Hälleforsnäs	1049
430	Flen - Malmköping	221
430	Malmköping - Flen	182
489	Flen - Skebokvarn - Sparreholm	145
489	Sparreholm - Skebokvarn - Flen	121
490	Björkvik - Forssjö - Katrineholm	361
490	Katrineholm - Forssjö - Björkvik	461
589	Flen - Sparreholm - Stjärnhov - Björnlunda - Gnesta	1413
589	Gnesta - Björnlunda - Stjärnhov - Sparreholm - Flen	1416
679	Hälleforsnäs - Malmköping	22
691	Vallhalla - Sparreholm - Malmköping	11
691	Malmköping - Sparreholm - Vallhalla	43
700	Vingåker - Katrineholm - Flen - Malmköping - Eskilstuna	764
700	Eskilstuna - Malmköping - Flen - Katrineholm - Vingåker	927
701	Eskilstuna - Malmköping - Nyköping	1002
701	Nyköping - Malmköping - Eskilstuna	1003
760	Nyköping - Stigtomta - Bettna - Flen	1109
760	Flen - Bettna - Stigtomta - Nyköping	1084
765	Nyköping - Stigtomta - Bettna - Katrineholm	1071
765	Katrineholm - Bettna - Stigtomta - Nyköping	904
780	Katrineholm - Valla - Sköldinge - Flen	2084
780	Flen - Sköldinge - Valla - Katrineholm	2088
801	Eskilstuna - Malmköping - Nyköping	550
801	Nyköping - Malmköping - Eskilstuna	589

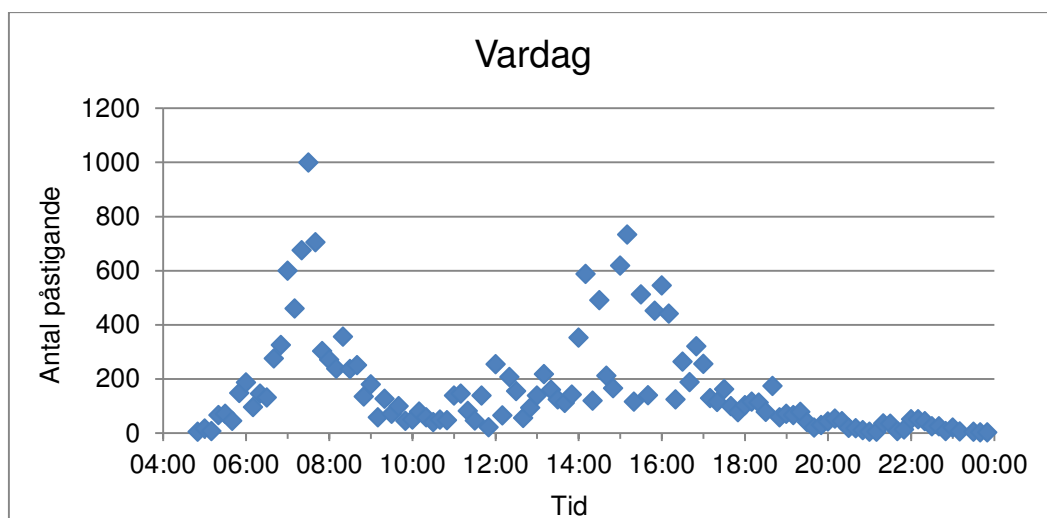
Tabell 8. Antal påstigande per linje och riktning under vecka 48.

Antalet påstigande resenärer under vecka 48 studerades därefter per zon vilket visualiseras i Figur 17. Resandet var högst i centralorterna med upp till drygt 3 000 påstigande resenärer under veckan men var även relativt högt i de mindre orterna i Flens kommun. Längs linjesträckningarna på landsbygden var antalet påstigande resenärer färre med mindre än 100 resenärer under veckan.



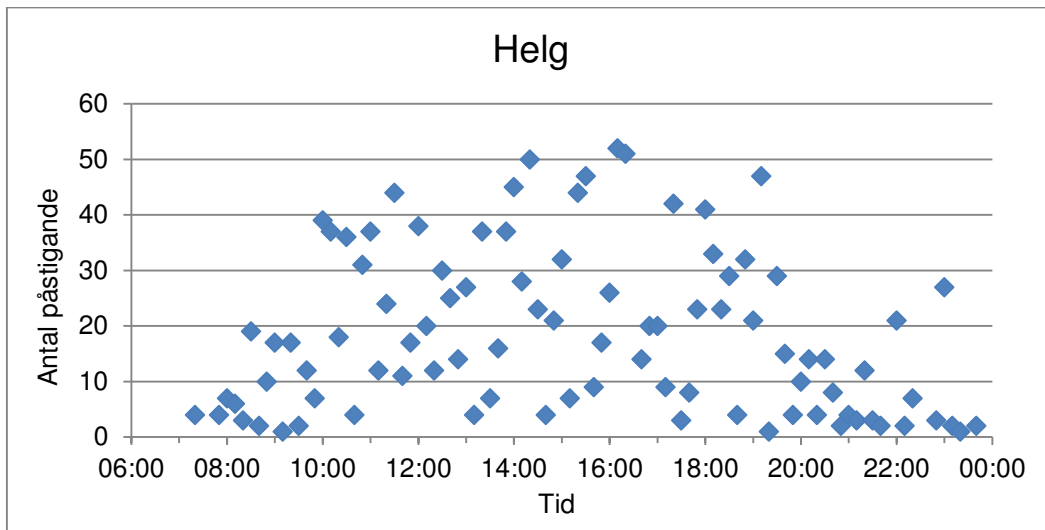
Figur 17. Antal påstigande under vecka 48 i de zoner som trafikeras av studerade linjer.

För vecka 48 studerades även resandet över trafikdygnet uppdelat i vardagar och helgdagar. I Figur 18 visas antalet påstigande under vardagsdygnet, där två tydliga toppar kan noteras kring klockan 07.30 och 15.00. Dessa representerar morgon- och eftermiddagsrusningen när de flesta resenärerna tog sig till och från arbete eller skola. I övrigt var resorna utspridda över dygnet mellan 04.30 och 00.00.



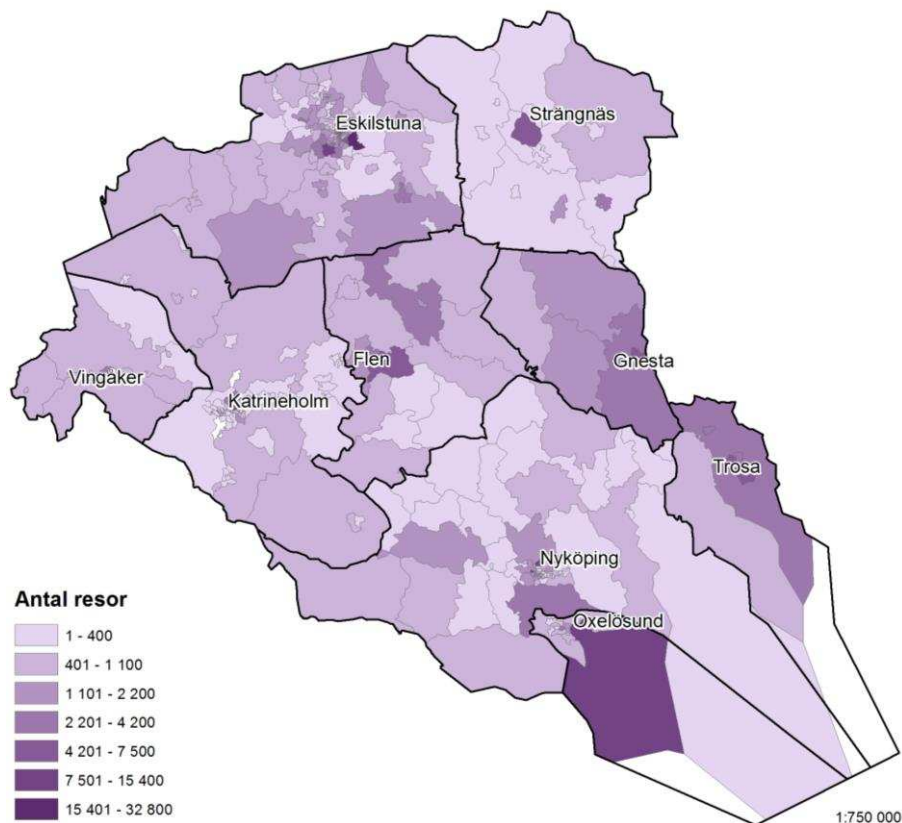
Figur 18. Antal påstigande i linjetrafik under vardagsdygnet måndag till fredag vecka 48.

I Figur 19 visas antalet påstigande under helgdygnen där resor skedde mellan 07.00 och 10.00. Ingen tydlig efterfrågetopp kan noteras men resandet ökade mellan 10.00 och 19.00.



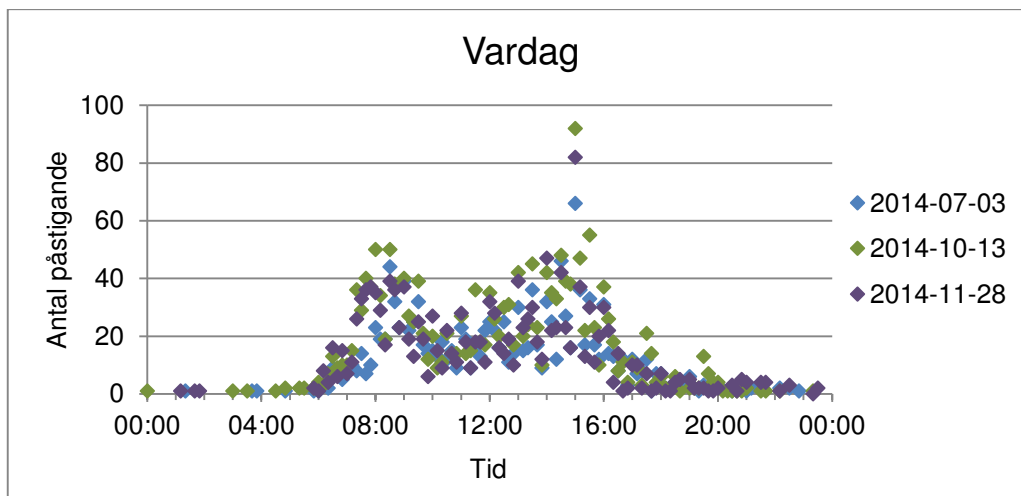
Figur 19. Antal påstigande i linjetrafik under helgdygnen lördag och söndag vecka 48.

Samtliga enkelresor i den särskilda anropsstyrda trafiken under februari till december 2014 visualiseras per SAMS-område i Figur 20. Denna visualisering saknar beställningar från Strängnäs kommun men sjukresor och viss färdtjänst kan fortfarande ske till och från Strängnäs från närliggande kommuner, vilket leder till att påstigandeuppgifter finns där ändå.



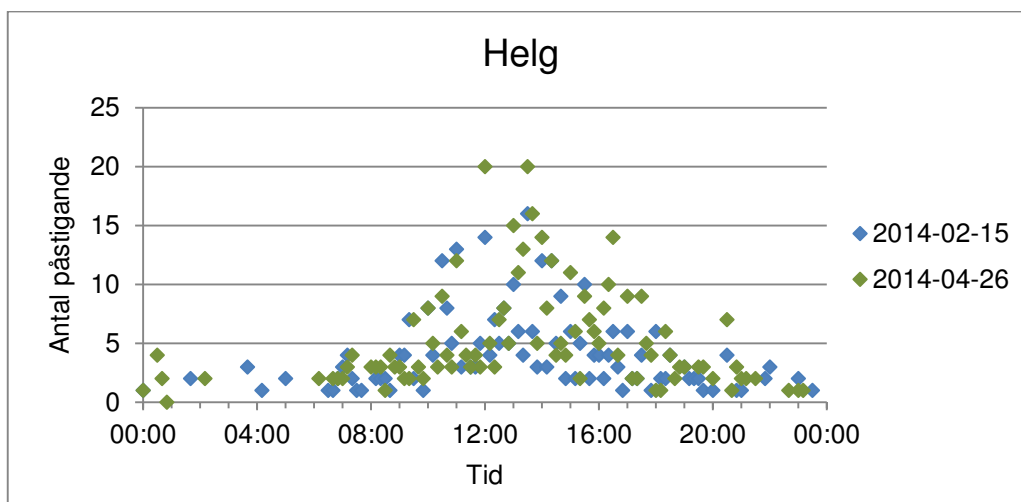
Figur 20. Antal påstigande i den särskilda anropsstyrda trafiken under 2014.

För visualiseringen av resandet i den särskilda trafiken över trafikdygnet valdes tre vardagsdygn och två helgdygn slumpmässigt ut. Resandet under vardagsdygna kan ses i Figur 21 där två tydliga efterfrågetoppar kan noteras vid klockan 08.00 och 15.00. I övrigt var resandet utspritt över dygnets alla timmar.



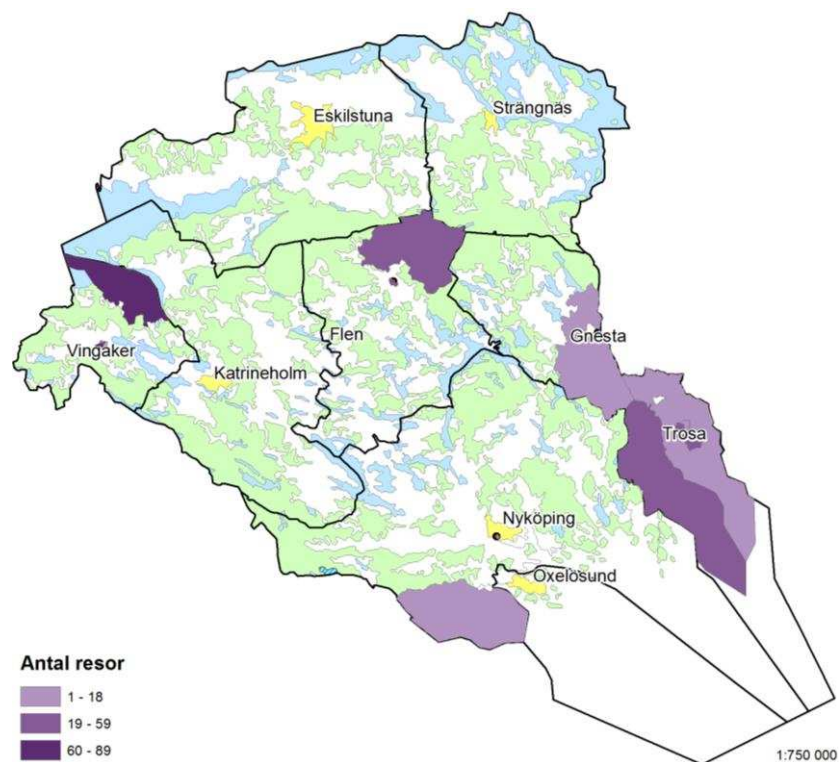
Figur 21. Antal påstigande i särskild trafik under tre vardagsdygn år 2014.

Resandet under helgdygna var också utspritt över dygnets alla timmar och visas i Figur 22. Ett ökat resande skedde mellan 10.00 och 18.00 med en efterfrågetopp kring 12.30.



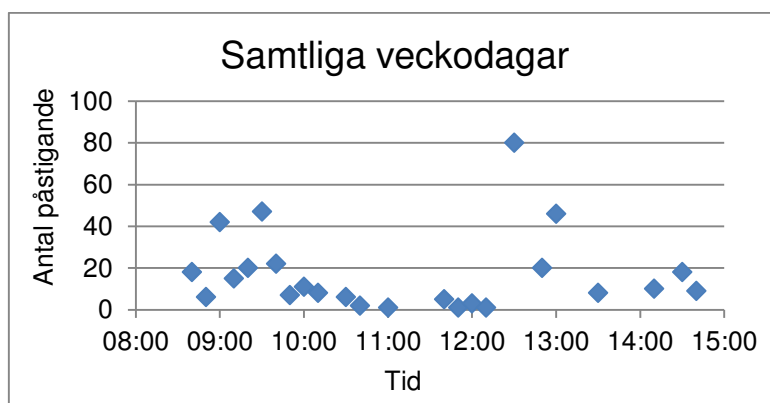
Figur 22. Antal påstigande i särskild trafik under två helgdygn år 2014.

De 404 enkelresorna i kompletteringstrafiken under 2014 visualiseras per SAMS-område i Figur 23. Trots att kompletteringsområden finns i hela länet var det endast i vissa områden som kompletteringstrafiken nyttjadess, totalt i 7 av 85 områden.



Figur 23. Antal påstigande i kompletteringstrafiken i hela länet under 2014.

Kompletteringsresorna visualiserade över trafikdygnet kan ses i Figur 24. Dessa resor följde utsatta tidtabeller där avgångstider från och ankomsttider till kompletteringsområdena var utspridda över dagen, vilket ger att resorna skedde mellan 08.30 och 15.00.



Figur 24. Antal påstigande i kompletteringstrafiken över trafikdygnet år 2014.

För kompletteringsresor antogs ingen samordning ske vilket ledde till att beläggningen i fordonen motsvaras av det antal passagerare som beställningen avsåg, vilket gav en genomsnittlig beläggning på 1,005 passagerare per fordon. Beläggningen kan även uttryckas som 33,5 procent av fordonens kapacitet med antagandet att tre resenärer kan färdas i ett fordon. Motsvarande värden för den särskilda trafiken var 1,35 passagerare per fordon av personbilstyp och 1,75 passagerare per specialfordon. Detta medförde en samlad beläggningsgrad på 40,7 procent för de särskilda resorna. Fordon av personbilstyp antogs då ha tre platser och specialfordon antogs ha två rullstolsplatser och fyra sittplatser alternativt en liggplats och två sittplatser beroende på konfiguration.

7.2 Verifiering av trafikeringskostnad i linjetrafik

För att verifiera de trafikeringskostnader som beräknades för linjetrafiken och användes i vidare analys jämfördes de med givna kostnader från Sörmlands kollektivtrafikmyndighet. I Tabell 9 visas den givna respektive beräknade kostnaden för varje linje samt differensen mellan dessa kostnader.

Linje	Given kostnad (kr)	Beräknad kostnad (kr)	Differens (kr)	Differens (%)
337	2 091 252	2 041 416	-49 836	-2,4 %
415	3 791 074	4 062 084	271 010	7,1 %
430	1 913 862	1 867 112	-46 750	-2,4 %
489	1 875 092	1 958 528	83 436	4,4 %
490	4 700 365	4 870 528	170 163	3,6 %
589	9 377 357	8 892 000	-485 357	-5,2 %
679	557 568	653 796	96 228	17,3 %
691	622 801	736 164	113 363	18,2 %
700	5 472 953	5 328 960	-143 993	-2,6 %
701	13 980 874	13 205 920	-774 954	-5,5 %
760	9 590 653	9 549 800	-40 853	-0,4 %
765	10 220 738	10 013 120	-207 618	-2,0 %
780	8 827 784	8 886 800	59 016	0,7 %
801	8 326 202	8 119 800	-206 402	-2,5 %
Summa	81 348 575	80 186 028	-1 162 547 kr	-1,4 %

Tabell 9. Jämförelse mellan given och beräknad kostnad för linjetrafiken.

7.3 Verifiering av fordonsantal vid anropsstyrd linjelagd trafik

I Tabell 10 visas fördelningen av antalet påstigande per veckodag för studerade linjer under vecka 48. Den näst sista raden i tabellen visar den genomsnittliga andelen påstigande per veckodag för samtliga linjer och den sista raden visar för samtliga linjer utom skolskjutslinjerna 679 och 691.

Linje	Må	Ti	On	To	Fr
337	22,8 %	21,0 %	20,1 %	18,8 %	17,2 %
415	18,6 %	21,9 %	23,3 %	15,0 %	21,2 %
430	20,5 %	19,9 %	19,1 %	18,9 %	21,6 %
489	20,7 %	15,4 %	17,3 %	23,7 %	22,9 %
490	20,9 %	20,0 %	20,3 %	20,6 %	18,2 %
589	20,3 %	18,4 %	20,2 %	21,2 %	19,9 %
679	22,7 %	13,6 %	22,7 %	22,7 %	18,2 %
691	24,1 %	25,9 %	18,5 %	1,9 %	29,6 %
700	19,0 %	21,4 %	22,2 %	17,7 %	19,6 %
701	18,7 %	19,3 %	19,9 %	20,0 %	21,9 %
760	19,6 %	20,2 %	20,5 %	19,8 %	19,8 %
765	19,6 %	20,7 %	19,4 %	16,5 %	23,8 %
780	19,3 %	20,7 %	20,0 %	20,3 %	19,8 %
801	20,6 %	19,5 %	18,6 %	22,1 %	19,1 %
Genomsnitt	20,5 %	19,9 %	20,2 %	18,5 %	20,9 %
Genomsnitt (ej 679 & 691)	20,1 %	19,9 %	20,1 %	19,6 %	20,4 %

Tabell 10. Fördelning av antalet påstigande per veckodag under vecka 48.

7.4 Nyttan av fast linjetrafik respektive anropsstyrd linjelagd trafik

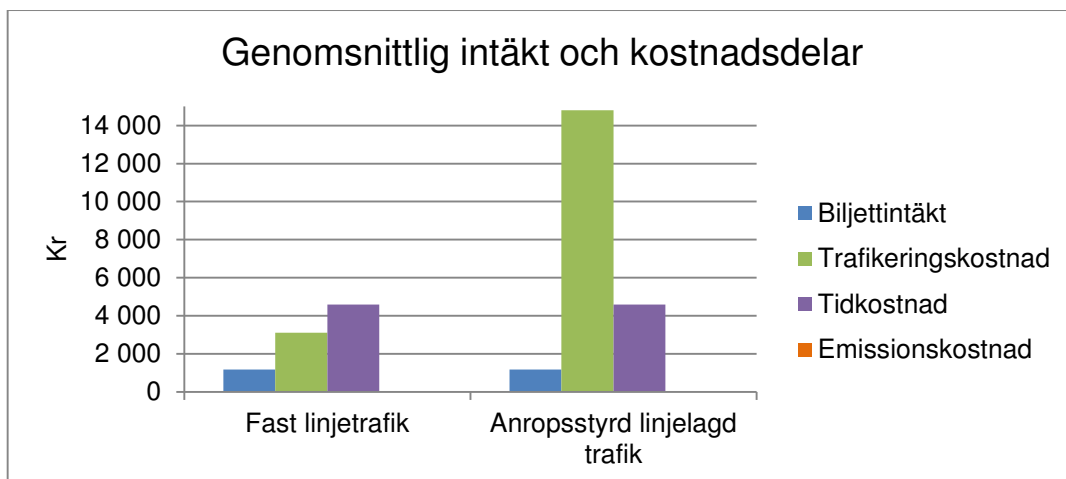
Vid beräkning av nyttofunktionerna för fast respektive anropsstyrd linjetrafik under vecka 48 erhöles värden som exemplifieras i Tabell 11 för fyra representativa turer. Tur 130 på linje 489 representerar de turer som hade högre nytta som anropsstyrda turer än som fast linjetrafik och därmed gav en kostnadsbesparing. Turerna likt tur 425 på linje 701 hade också högre nytta men detta på grund av att efterfrågan på turen var noll. Tur 135 på linje 589 representerar turer med maximalt 1000 kronor högre nytta som fast linjetrafik än som anropsstyrd linjelagd trafik. Slutligen representerar tur 201 på linje 765 de turer som hade avsevärt större nytta som fast linjetrafik än som anropsstyrd linjelagd trafik.

	Linje	489	701	589	765
	Tur	130	425	135	201
Gemensamt	Påstigande totalt	2	0	4	22
	Påstigande allmänhet	2	0	2	22
	Intäkt totalt (kr)	57	0	114	627
	Intäkt allmänhet (kr)	49	0	49	538
	Antal turer vecka 48	5	1	5	5
	Turlängd (km)	17,1	44,4	34,7	60,0
	Turtid (min)	27	50	46	65
Fast linjetrafik	Trafikeringskostnad (kr)	2 121	971	3 474	5 609
	Tidkostnad (kr)	165	0	244	3 203
	Emissionskostnad (kr)	13	35	27	47
	Total kostnad (kr)	2 299	1 006	3 745	8 858
	Täckningsgrad totalt (%)	2,7 %	0 %	3,3 %	11,2 %
	Täckningsgrad allmänhet (%)	2,3 %	0 %	1,4 %	9,6 %
	Nytta (kr)	-2 242	-1 006	-3 631	-8 232
Anropsstyrd linjelagd trafik	Trafikeringskostnad (kr)	1 600	0	3 818	17 663
	Tidkostnad (kr)	165	0	244	3 203
	Emissionskostnad (kr)	4	0	8	14
	Total kostnad (kr)	1 769	0	4 070	20 880
	Täckningsgrad totalt (%)	3,6 %	-	3,0 %	3,5 %
	Täckningsgrad allmänhet (%)	3,1 %	-	1,3 %	3,0 %
	Nytta (kr)	-1 712	0	-3 956	-20 253
	Nyttodifferens (kr)	530	1 006	-325	-12 021

Tabell 11. Exemplifierade resultat av nyttofunktionerna för fyra representativa turer.

Av totalt 495 studerade turer vecka 48 hade 28 turer, alltså 5,2 procent, en högre nytta som anropsstyrda, varav 14 av dessa turers efterfrågan var noll. Därutöver hade 65 turer alternativt 13,1 procent av turerna en marginellt högre nytta som fast linjetrafik och resterande 402 turer alternativt 81,2 procent av turerna en avsevärt högre nytta som fast linjetrafik.

Storleken på den genomsnittliga nyttan turernas intäkter och tre kostnadsdelar stod för som fast respektive anropsstyrd trafik visas i Figur 25. Notera att emissionskostnaden var låg i jämförelse med övriga kostnader och intäkter vilket gör dess bidrag knappt märkbar i figuren.



Figur 25. Genomsnittlig storlek på intäkter och kostnadsdelar i nyttofunktion.

Eftersom turernas antal påstigande varierade mellan 0 och 295 per vecka och detta antal påstigande till stor del påverkade intäkter och kostnader delades turerna upp i tre kategorier. Resultat av biljettintäkt, trafikeringskostnad, tidkostnad och emissionskostnad för turer med efterfrågan mindre eller lika med fyra påstigande i veckan visas i Tabell 12. Respektive trafikforms täckningsgrad och kostnadsandel av totalkostnaden redovisas även.

	Biljettintäkt	Trafikeringskostnad	Tidkostnad	Emissionskostnad
Fast linjetrafik (kr)	56	1 082	237	20
Täckningsgrad/Kostnadsandel	4,17 %	80,78 %	17,69 %	1,53 %
Anropsstyrd linjelagd trafik (kr)	56	1 048	237	4
Täckningsgrad/Kostnadsandel	4,34 %	81,27 %	18,39 %	0,34 %

Tabell 12. Genomsnittlig intäkt och kostnader för turer med låg efterfrågan.

Resultat för turer med efterfrågan mellan 4 och 20 påstigande per vecka visas i Tabell 13.

	Biljettintäkt	Trafikeringskostnad	Tidkostnad	Emissionskostnad
Fast linjetrafik (kr)	356	1 945	1 339	32
Täckningsgrad/Kostnadsandel	10,7 %	58,64 %	40,38 %	0,98 %
Anropsstyrd linjelagd trafik (kr)	356	4 982	1 339	10
Täckningsgrad/Kostnadsandel	5,6 %	78,69 %	21,15 %	0,15 %

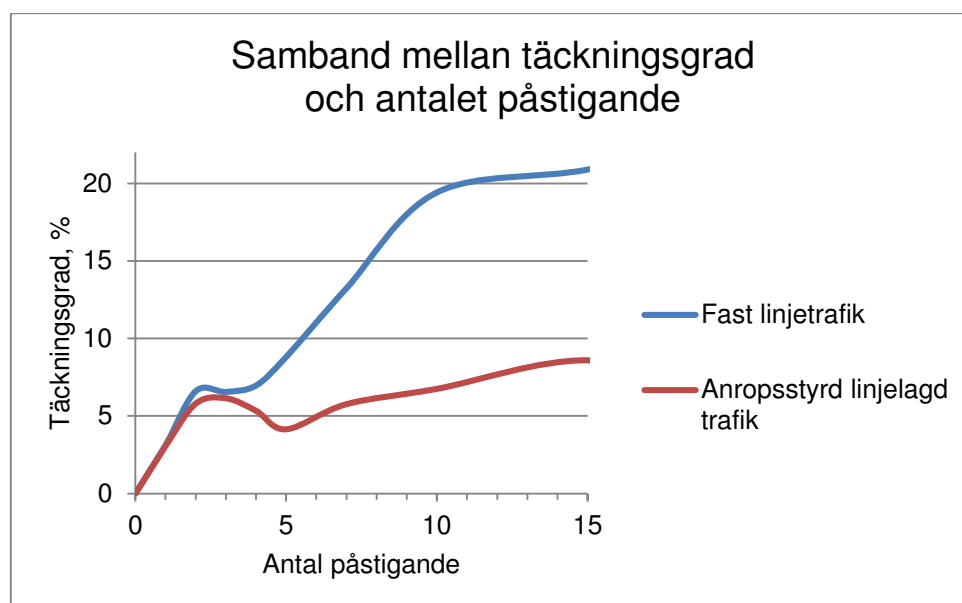
Tabell 13. Genomsnittlig intäkt och kostnader för turer med relativt låg till relativt hög efterfrågan.

För turer med högre efterfrågan än 20 påstigande per vecka visas resultaten i Tabell 14.

	Biljettintäkt	Trafikeringskostnad	Tidkostnad	Emissionskostnad
Fast linjetrafik (kr)	2 104	4 599	8 285	37
Täckningsgrad/Kostnadsandel	16,3 %	35,59 %	64,12 %	0,29 %
Anropsstyrd linjelagd trafik (kr)	2 104	26 187	8 285	11
Täckningsgrad/Kostnadsandel	6,1 %	75,94 %	24,03 %	0,03 %

Tabell 14. Genomsnittlig intäkt och kostnader för turer med hög efterfrågan.

Sambandet mellan turernas täckningsgrad och antalet påstigande under vecka 48 för fast respektive anropsstyrd linjetrafik visas i Figur 26, där antalet påstigande på turerna varierade upp till 295 stycken. I figuren visas dock endast antalet påstigande upp till 15 stycken då sambandet vid låg efterfrågan är av intresse.



Figur 26. Samband mellan täckningsgrad och antalet påstigande under vecka 48.

7.5 Kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet

De studerade turerna under vecka 42 till och med 47 delades upp i de turer som trafikerades en gång i veckan och de turer som trafikerades fyra eller fem gånger i veckan. En kritisk efterfrågan respektive efterfrågedensitet där trafikeringskostnaderna för anropsstyrd linjelagd trafik och fast linjetrafik var ekvivalenta beräknades därefter för varje tur. Medelvärde och 95 procent konfidensintervall för kritisk efterfrågan samt kritisk efterfrågedensitet för de två kategorierna av turer visas i Tabell 15. Konfidensintervallen överstiger inte mer än 11,9 procent av medelvärdena.

	Medelvärde	Konfidensintervall
Kritisk efterfrågan (påstigande/vecka)		
Trafikering 1 gång/vecka	2,517	0,186
Trafikering 4-5 gånger/vecka	3,580	0,160
Kritisk efterfrågedensitet (påstigande/vecka/km)		
Trafikering 1 gång/vecka	0,112	0,011
Trafikering 4-5 gånger/vecka	0,168	0,020

Tabell 15. Medelvärde och 95 procent konfidensintervall för kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet.

7.6 Verifiering och implementering av tumregler

Tumreglerna applicerades på nya påstigandeuppgifter från vecka 10 till och med vecka 15 för 134 utvalda turer med efterfrågan lägre än fem påstigande under någon av veckorna. För de studerade turerna erhöles 33 turer med potential att omvandlas till anropsstyrda turer. Dessa turers efterfrågan, efterfrågedensitet och kostnadsförändring redovisas i Bilaga 1 tillsammans med kompletterande

information såsom plats i fordonsomlopp, för att kunna utvärdera om turerna var praktiskt möjliga att omvandla till anropsstyrd trafik.

Samtliga turers trafikeringskostnader som fast linjetrafik respektive anropsstyrd linjelagd trafik enligt beräknade nyttofunktioner summerades och jämfördes. I Tabell 16 visas antalet turer som bör utföras som fast respektive anropsstyrd trafik enligt tumreglerna och enligt beräknade nyttofunktioner. Därutöver visas hur stor kostnadsförändring som skedde för turerna i båda scenarion under samtliga studerade veckor.

	Tumregler	Nyttofunktion
Antal fasta turer	101	112
Antal anropsstyrda turer	33	22
Kostnadsförändring (kr)	-58 357	-72 264

Tabell 16. Jämförelse mellan applicering av tumregler och användning av nyttofunktion.

Tumreglerna genererade 33 turer som bör utföras anropsstyrt, varav 22 var korrekta och 11 enligt nyttofunktioner istället borde utföras som fast linjetrafik. Om dessa turer ändå omvandlas till anropsstyrda medför det en kostnadsökning på mellan 27 och 2 146 kronor per tur, vilket gör att tillämpningen av tumreglerna medförde en mindre kostnadsbesparing än vid användning av nyttofunktionen. De turer som av tumreglerna rekommenderades förbli fasta var korrekt identifierade, totalt var därmed 91,8 procent av turerna korrekt identifierade om de jämfördes med kostnaderna givna av nyttofunktionen.

När de förändringar som tumreglerna föreslog analyserades efter deras implementerbarhet med hjälp av Tabell 1.1 och Tabell 1.2 i Bilaga 1 delades turerna in i tre kategorier, se Tabell 17. De 22 turer där omvandling var möjlig att utföra visas i andra kolumnen och gav en besparing om 28 179 kronor under studerad period eller 4 696 kronor per vecka. Sex turer ansågs passa som fast trafik vilket inte gav någon kostnadsförändring. Slutligen föreslogs andra förändringar för fem av turerna, vilka gav en besparing om 57 621 kronor under perioden eller 9 604 kronor per vecka.

Linje	Anropsstyrd tur	Fast tur	Annan ändring
337	108	402	
415	129, 136, 302		
430	129, 130, 309, 310		
489		128	
490	102, 136, 301, 302, 401, 402	403, 407	119, 121, 123: reducera från tre till två dubbelturer
589	141		
701	118, 129, 131, 325, 424, 425, 426, 427	304	
780			318, 414: reducera från två till en dubbeltur

Tabell 17. Turer uppdelade efter implementerbarhet för omvandling.

Med dessa rekommendationer uppgick kostnadsbesparingen till 14 300 kronor per vecka, vilket med antagandet att samtliga veckor under året gav samma besparing ledde till en total besparing på 743 600 kronor per år. Landsbygdstrafiken i länet kostade cirka 296 miljoner kronor under 2014, vilket gör att besparingen för de studerade 14 linjerna var 0,25 procent av de totala utgifterna för landsbygdstrafik i länet.

7.7 Samordning och variabla gränser för matchning

När kompletteringsresor och särskilda resor utfördes var för sig samordnades 6 979 resor av 18 468 särskilda resor och 75 kompletteringsresor. Detta innebär att andelen samordning var 37,79 procent för den anropsstyrda trafiken i länet.

När avståndsgränsen för matchning av kompletteringsresor och särskilda resor varierades med en konstant tidsgräns på 20 minuter erhöles resultaten i Tabell 18. Avståndsdifferensen beskriver medelvärde och 95 procent konfidensintervall för avståndet mellan resornas start- och slutpunkt. Tiddifferensen beskriver medelvärde och 95 procent konfidensintervall för kompletteringsresans tidsförskjutning och restiden mellan start- och slutpunkt. Kompletteringsresor som ej matchades med en särskild resa utfördes separat utan avstånds- eller tidpåslag. Kostnadsförändringen uttrycker skillnaden i kostnader mellan när kompletteringsresor och särskilda resor utfördes för sig respektive tillsammans, där negativ kostnadsförändring innebär en minskning. I Tabell 18 visas även antalet icke matchade kompletteringsresor såväl som antalet samordnade resor och det totala antalet resor samordningen gav upphov till, vilket användes för beräkningen av andelen samordnade resor.

Avståndsgräns (km)	5	10
Avståndsdifferens (km)	1,13 ± 0,2	1,87 ± 0,47
Tiddifferens (min)	9,14 ± 1,32	8,92 ± 1,28
Kostnadsförändring (kr)	-29 082	-28 632
Ej matchade beställningar	23	15
Antal samordnade resor	7 015	7 019
Totalt antal resor	18 491	18 483
Andel samordnade resor	37,94 %	37,98 %

Tabell 18. Kostnadsbesparing och andel samordning när avståndsgränsen varierades mellan fem och tio kilometer.

När tidsgränsen varierades mellan 15 och 40 minuter med en konstant avståndsgräns på 10 kilometer erhöles resultaten i Tabell 19.

Tidsgräns (min)	15	20	30	40
Avståndsdifferens (km)	2,08 ± 0,54	1,87 ± 0,47	1,5 ± 0,43	1,16 ± 0,35
Tiddifferens (min)	6,38 ± 0,92	8,92 ± 1,28	13,3 ± 1,85	15,6 ± 2,25
Kostnadsförändring (kr)	-28 645	-28 632	-28 694	-28 822
Ej matchade beställningar	27	15	5	3
Antal samordnade resor	7 011	7 019	7 028	7 032
Totalt antal resor	18 495	18 483	18 473	18 471
Andel samordnade resor	37,91 %	37,98 %	38,04 %	38,07 %

Tabell 19. Kostnadsbesparing och andel samordning när tidsgränsen varierades mellan 15 och 40 minuter.

För vald kombination av gräns för tids- och avståndsskillnad på 30 minuter respektive 10 kilometer erhöles en kostnadsbesparing om 28 694 kronor under oktober 2014, där kostnader för både operatör, resenärer och miljöaspekter togs hänsyn till. Denna kostnadsförändring fördelade sig enligt Tabell 20 som en minskad grundavgift, ökad distanskostnad, ökad tidkostnad för kompletteringsresenärer och ökad emissionskostnad.

	Kostnadsförändring (kr)
Grundkostnad	-32 812
Distanskostnad	3 548
Tidkostnad	546
Emissionskostnad	24
Summa	-28 694

Tabell 20. Kostnadsförändringens fördelning mellan trafikering- tid- och emissionskostnader.

Besparingen av enbart operativa kostnader uppgår till 29 264 kronor under oktober månad och med antagandet att resandeunderlaget är lika under resterande månader innebär detta att 351 200 kronor kan sparas per år. Under oktober 2014 kunde 70 av 75 kompletteringsresor samordnas med de särskilda resorna vilket var 93,33 procent av resorna. Detta innebar att utöver kostnadsbesparingen ökade andelen samordnade resor till 38,04 procent för den anropsstyrda trafiken i länet. Belägningsgraden hölls konstant vid samordning.

8 Diskussion

De resultat som togs fram i föregående kapitel diskuteras här uppdelat i förarbete och resandeunderlag, jämförelse av fast och anropsstyrd linjetrafik samt samordning av särskild och allmän anropsstyrd trafik.

8.1 Förarbete och resandeunderlag

Det resandeunderlag som framställdes för linjetrafiken bestod av antalet resenärer i de undersökta linjernas olika riktningar, geografisk spridning av resenärer längs linjerna samt resandet över dygnet. I Tabell 8 visades påstigandeflöden per riktning för de studerade linjerna under vecka 48. Förutom att flödena var relativt jämna i varje riktning på respektive linje konstaterades även att linjerna har olika stort resandeunderlag och därmed olika stor potential för anropsstyrda trafikformer.

I Figur 17 visades antalet påstigande i de trafikerade zonerna där det var tydligt att centralorterna hade höga flöden av påstigande medan flödena däremellan var lägre. Detta pekar på att det är i landsbygden mellan centralorterna den anropsstyrda trafiken har större potential. Gällande resandet över trafikdygnet på vardagar noterades i Figur 18 en topp kring klockan 07.30 och 15.00 med lägre efterfrågan före 07.30, efter 15.00 och däremellan. På vardagar bör det därmed vara enklare att implementera strategisk styrning av landsbygdslinjetrafiken då skiftningar i efterfrågan sker vid tydligt markerade tidpunkter. Efterfrågan över tid på helgdagar var enligt Figur 19 mer utspridd och svårare att se tydliga skiftespunkter vid. I figuren noterades dock att efterfrågan var lägre före klockan 08.00 och efter klockan 21.00. Resandet noterades som antalet påstigande per tur med avgångstid inom fördefinierade tiominutersintervall. Det bör därmed noteras att studerade toppar i efterfrågan kan vara förskjutna i tid i upp till en och en halv timme, då detta är den längsta turtiden för studerade linjer.

Visualiseringen av den geografiska spridningen av särskilda resor i länet i Figur 20 pekade på att resorna sker i större utsträckning i och kring centralorterna. Kommunerna Gnesta, Trosa och Oxelösund hade generellt höga flöden vilket innebär att färdtjänsten och sjukresor utnyttjas i högre grad i de mindre kommunerna, något som kan bero av en lägre tillgänglighet till allmän kollektivtrafik. De särskilda resornas spridning över trafikdygnet i Figur 21 och Figur 22 liknade linjetrafikens med toppar kring samma tider på vardagarna och ett mer spritt resandet på helgdagarna. Att behoven av särskilda resor var stora ungefär samtidigt som resandet i linjetrafiken var högt kan peka på en potential att utföra delar av de särskilda resorna med linjetrafik, då ett högt resande i linjetrafiken är tätt förknippat med ett högre turutbud. Denna potential utreds dock inte vidare i detta examensarbete.

I Figur 23 observerades att kompletteringstrafiken endast användes i vissa delar av länet, vilket var i hela Trosa kommun, sydöstra delarna av Gnesta kommun, nordöstra delarna av Flens kommun, norra delarna av Vingåkers kommun samt södra delarna av Nyköpings kommun. Kompletteringsresor förekom alltså inte i Katrineholm, Strängnäs, Eskilstuna samt Oxelösund kommun under 2014. Detta pekar på att behoven av kompletteringsresor är större i områden där linjetrafiken inte är lika utbredd och mindre där linjetrafiken är tillgänglig. På grund av få mätvärden för kompletteringsresornas spridning över tid var det svårt att få en klar bild av resandet över tid i Figur 24. Det var dock möjligt att konstatera att resorna skedde under tider som den särskilda trafiken även nyttjades, vilket innebär att samplanering av de två trafikformerna och utförande med samma fordon är möjligt.

I oktober 2014 var belägningsgraden 33,5 procent i kompletteringstrafiken och 40,7 procent i den särskilda trafiken. Detta innebär att det finns en stor potential till bättre utnyttjande av de fordon som utför anropsstyrd trafik i länet.

En viktig del av den nyttofunktion som utvecklades för att kunna jämföra fast linjetrafik med anropsstyrd linjelagd trafik var de operativa kostnader som beräknades för den fasta trafiken. Därför verifierades i Tabell 9 dessa kostnader mot trafikeringskostnader givna av Sörmlands kollektivtrafikmyndighet för år 2014. Generellt underskattades kostnaderna i analysen jämfört med de verkliga kostnaderna, totalt med -1,4 procent. Detta medför att ett högre krav ställdes på hur mycket mer lönsam den anropsstyrda trafiken måste vara för att en tur ska ha potential att omvandlas till anropsstyrd. I tabellen noterades även att skolskjutslinjerna 679 och 691 hade en nämnvärt högre beräknad operativ kostnad jämfört med verkligheten. Detta berodde på att linjerna hade varsitt schabloniserat fordon för trafikering trots att de endast trafikeras av en respektive två turer per veckodag och i verkligheten därmed delar fordonsomlopp med andra linjer.

Det fordonsantal som behövdes för att utföra en tur som anropsstyrd baserades på antagandet att antalet påstigande per vecka för turer som trafikeras flera gånger i veckan fördelas lika över antalet dagar trafikering sker. Den verifiering som utfördes visade i Tabell 10 att fördelningen av antalet påstigande per veckodag för samtliga linjer varierade mellan 18,5 och 20,9 procent. Om antagandet vore fullständigt korrekt borde fördelningen vara 20 procent för dessa turer som trafikeras fem gånger i veckan. Åter igen särskiljde skolskjutslinjerna sig då antalet turer på dessa är få, och vid uteslutning av dessa ur analysen erhöles andelar mellan 19,6 och 20,4 procent, vilket var ytterligare närmre idealet på 20 procent. Det innebär att antagandet var relativt korrekt för de studerade linjerna, vilket har stor påverkan för att vidare resultat även är korrekta.

8.2 Jämförelse av fast och anropsstyrd linjetrafik

Vid analys av turer som trafikerades under vecka 48 påvisades i Tabell 11 att 5,6 procent av turerna hade potential att omvandlas till anropsstyrd trafik då nyttan var högre som anropsstyrd än som fast trafik. Dessa turer hade generellt en låg efterfrågan med färre än fem påstigande per vecka. 13,1 procent av turerna hade marginellt högre nytta som fast trafik men kan ändå ha potential att omvandlas till anropsstyrda eftersom de operativa kostnaderna för fast trafik i verkligheten var något högre än de beräknade i denna analys. Dessa turer hade relativt låg efterfrågan med mindre än 20 påstigande per vecka. De turer som hade påtagligt högre nytta som fast trafik uppgick till 81,2 procent av turerna och hade generellt en högre efterfrågan än de andra turkategorierna. De två skolskjutslinjerna 679 och 691 uteslöts ur vidare analys på grund av deras orimligt höga trafikeringskostnad som fast linjetrafik. Då dessa hade en efterfrågan över tio påstigande per vecka anses dessa ha större nytta som fast trafik än som anropsstyrd trafik.

Den beräknade nyttan för varje tur bestod av intäkt, operativ kostnad, tidkostnad och emissionskostnad. I Figur 25 visades hur dessa delar förhöll sig till varandra för samtliga turer när de utfördes som fast respektive anropsstyrd trafik. För fast trafik stod tidkostnaden för den största kostnadsdelen, följt av trafikeringskostnad och därefter emissionskostnad. Intäkterna var generellt mindre än både trafikeringskostnad och tidkostnad. För anropsstyrd trafik stod istället trafikeringskostnad för den största delen, följt av tidkostnad, intäkter och emissionskostnad. Trafikerings- och emissionskostnaderna skiljde sig åt mellan fast och anropsstyrd trafik men gemensamt för emissionskostnaderna var att dessa var minimala i jämförelse med övriga delar av nyttofunktionen. Tidkostnaderna och intäkterna var samma för fast respektive anropsstyrd trafik, med antagandet att efterfrågan inte förändras när trafikeringsformen ändras. Detta antagande behöver dock inte vara korrekt i alla situationer då det för resenärer i anropsstyrd trafik tillkommer en kostnad för att beställa resan, ett motstånd som påverkar viljan att utföra resan och därmed ökar resenärens kostnad för resan. Motståndet inkluderar även det behov av planering en anropsstyrd resa kräver då den måste beställas en viss tid i förväg. För att minska denna del av motståndet kan dock beställning av linjelagd

anropsstyrd trafik tillåtas med kortare framförhållning. Motståndet för planering och beställning av resor finns ej värderat i dagsläget och tas därmed inte i aktning vid denna analys. En ytterligare kostnad som tillkommer för anropsstyrd trafik är att beställningar ska hanteras av operatören, vilket medför ökade administrativa kostnader. Dessa är svåra att uppskatta och tas därför inte heller hänsyn till. Eftersom dessa två aspekter inte inkluderas i analysen bör de istället tas hänsyn till vid beslut, så att marginaler finns för dessa kostnader.

När de studerade turerna delades upp efter efterfrågan i Tabell 12, Tabell 13 och Tabell 14 noterades ett mönster. En naturlig effekt av ökad efterfrågan var att intäkter och tidkostnader ökade, i och med fler resenärer. Detta överensstämmer även med de effekter Li och Quadrifoglio (2010) samt Ronald et al. (2013) noterade. För fast trafik ökade trafikeringskostnaden när efterfrågan ökade vilket berodde på att turer med högre efterfrågan förknippas med ett högre antal schabloniserade fordon samt längre trafikerade sträckor och därmed fler fordonstimmar. Längre sträckor medförde även att emissionskostnaden ökade när efterfrågan ökade för fast trafik. För anropsstyrd trafik ökade trafikerings- och emissionskostnaderna av samma anledning som för fasta trafiken, där antalet fordon som behövdes på turen dessutom berodde direkt av efterfrågan. Därmed ökade trafikeringskostnaderna för den anropsstyrda linjelagda trafiken snabbare än för den fasta linjetrafiken. Emissionskostnaden var inte lika hög för de mindre fordon som användes i den anropsstyrda trafiken, därmed ökade de långsammare jämfört med den fasta trafiken.

Täckningsgraderna ökade mer för den fasta trafiken än för den anropsstyrda linjelagda trafiken när efterfrågan ökade. Detta påvisades även i Figur 26 där sambandet mellan täckningsgraden och antalet påstigande per vecka för de två trafikformerna visualiserades. Vid en låg efterfrågan var täckningsgraderna relativt lika trafikformerna emellan medan den fasta linjetrafikens täckningsgrad ökade snabbare än den anropsstyrda linjelagda trafikens täckningsgrad för en högre efterfrågan. Vid tre påstigande per vecka sjönk täckningsgraden för den anropsstyrda trafiken för att nå ett lokalt minimum vid fem påstigande i veckan. Detta berodde med största sannolikhet på att fem passagerare krävde två fordon av personbilstyp i jämförelse med fyra passagerare, och därmed gav en dubblrad trafikeringskostnad.

Detta pekar på att valet mellan fast linjetrafik och anropsstyrd linjelagd trafik till stor del beror av fordonsstorlekar och de kostnadsskillnader som finns i avtalen med respektive trafikforms operatör. Om fast trafik med fordon av personbilstyp hade utvärderats skulle resultaten delvis likna de för anropsstyrd trafik och vice versa. Turer med noll efterfrågan eller mindre efterfrågan än antalet trafikerings per vecka skulle då utföras ändå, men med mindre fordonsstorlekar. Det är ofta dessa avgångar som får turen att vara mer lönsam som anropsstyrd eftersom de innebär en nollkostnad, därmed är både fordonsstorleken och den strategiska styrningen av turen viktig.

Eftersom tidkostnaden förknippad med linjetrafik och anropsstyrd trafik var densamma och emissionskostnaden var minimal i jämförelse med övriga kostnader är det rimligt att vidare analys endast baserades på operativa kostnader.

Beräkningen av en kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet per vecka för turer trafikerade under vecka 42 till 47 visade att det fanns en tydlig skillnad mellan turer som trafikerades en gång i veckan och flera gånger i veckan. Därför delades turerna upp i dessa två kategorier i fortsatt analys. Medelvärdena för kritisk efterfrågedensitet som användes i tumreglerna är ej jämförbara med de värden på kritisk efterfrågedensitet som erhålls av Quadrifoglio och Li (2009), Li och Quadrifoglio (2010) samt Quadrifoglio och Dessouky (2008). Detta beror dels på att densiteten är uttryckt i antal passagerare per timme och kvadratkilometer jämfört med antal passagerare per vecka och turkilometer. De

efterfrågedensiteter som beräknats i ovan nämnda artiklar tar dessutom ej hänsyn till att fordonen som utför den anropsstyrda trafiken har en begränsad kapacitet samt att de operativa kostnaderna är olika för fast och anropsstyrd trafik. Dessa aspekter gör att de kritiska värden som beräknats i detta arbete inte kan kopplas samman med de resultat som bland annat Quadrifoglio och Li (2009) erhållit.

Samtliga konfidensintervall för de beräknade kritiska medelvärdena var under 11,9 procent vilket pekade på att en mindre varians fanns. Variansen påverkar slutresultaten genom att avvikande värden felaktigt kan inkluderas eller exkluderas vid användning av tumreglerna, därmed behövdes en verifiering av dessa tumregler för att uppskatta hur stor påverkan detta hade. Verifieringen utfördes för turer trafikerade under vecka 10 till 15 och andelen korrekta val uppgick till 91,8 procent. Enligt Tabell 16 fanns en potential till kostnadsbesparingar på 72 300 kronor under de sex veckorna om efterfrågan varit känd på förhand. Med användningen av tumreglerna uppgick istället denna besparing till 58 400 kronor under samma period. Detta innebär att tumreglerna till stor del rekommenderade rätt val men att de felaktiga turer som rekommenderades gav upphov till en kostnadsökning, även om en kostnadsminskning fortfarande skedde i sin helhet. Felaktigheterna kan i sin tur härledas till den varians som fanns i den kritiska efterfrågan och efterfrågedensiteten.

8.2.1 Implementerbarhet

De regionala linjerna 700, 760, 765 och 801 ansågs ha tillräcklig efterfrågan och efterfrågedensitet på samtliga turer för att inte ha potential att omvandlas till anropsstyrd trafik. Även de två lokala skolskjutslinjerna 679 och 691 ansågs ha tillräcklig efterfrågan och efterfrågedensitet, samtidigt som dessa uppfyller ett specifikt behov varje läsdag. Linje 679 har dock potential att utföras med fordon av mindre storlek då antalet påstigande understeg 13 passagerare per dag under samtliga studerade perioder.

Vissa turer på de lokala linjerna 337, 415, 430, 489, 490 och 589 samt de regionala linjerna 701 och 780 hade potential att utföras som anropsstyrda trafik. Nedan följer en diskussion om vilka turer det är och möjligheten att omvandla dessa turer i praktisk aspekt med hänsyn till trafikeringsdag, fordonsomlopp och tidpunkt. Denna diskussion bygger på informationen given i Tabell 1.1 och Tabell 1.2 i Bilaga 1. Gemensamt för de vardagsturer som bör omvandlas är att de utförs tidigt morgon, sen kväll eller mitt på dagen och för helgturerna att de utförs mer spritt över dagen. Detta bekräftar hypotesen beskriven i kapitel 8.1 angående potentialen i omvandling av turer.

På linje 337 trafikeras normalt 20 turer under en vecka, där tumreglerna pekade ut två av dessa till att ha potential att omvandlas till anropsstyrda turer. En tur var den första morgonturen i riktning Länna till Strängnäs som avgår klockan 06.00 alla vardagar. Denna tur inleder med största sannolikhet ett fordonsomlopp och kan på ett enkelt sätt omvandlas till en anropsstyrd tur med hänsyn till både fordon och förare. Den andra turen går på söndagar klockan 12.04 i samma riktning men är placerad mitt i ett fordonsomlopp och kräver därmed mer planering vid omvandling, då både fordon och förare bör trafikera en annan sträcka under denna tid. En risk är att ingen annan tur går att trafikera under denna tid, vilket gör att fordonet får stå vid en omvandling till anropsstyrd trafik. Samtidigt var detta en tur som tumreglerna felaktigt utpekade, då de beräknade trafikeringskostnaderna var något dyrare som anropsstyrd trafik än som fast trafik under studerad period. Då de beräknade kostnaderna för fast linjetrafik som diskuterat i kapitel 8.1 var lägre än i verkligheten kan turen ändå ha potential som anropsstyrd. Med hänsyn till fordonsomloppen anses dock denna tur passa bättre som fast linjetrafik.

Tre av 49 turer på linje 415 hade potential att bli anropsstyrda turer, varav vardagsturen som avgår 11.35 från Hälleforsnäs till Flen redan var anropsstyrd. Detta tyder på att turen omvandlats till anropsstyrd trafik av rätt anledning, samtidigt som det också verifierar de tumregler som utvecklats.

De två andra turerna trafikerar i riktning Flen till Hälleforsnäs klockan 01.51 på vardag- respektive lördagnätter. Dessa turer förekommer sist i ett fordonsomlopp och bör därmed inte vara komplicerade att omvandla.

De två sista turerna i respektive riktning på linje 430 på fredag- respektive lördagnätter bör omvandlas till anropsstyrda turer. Då dessa fyra enkelturer är sist i fordonsomloppet bör de med enkelhet kunna omvandlas. Under studerad period var dock turen mellan Flen och Malmköping klockan 23.30 felaktigt utpekad då den enligt nyttofunktionen var dyrare som anropsstyrd trafik. Denna tur bör dock övervägas ändå då de beräknade kostnaderna för fast linjetrafik som tidigare diskuterat är lägre än i verkligheten. De två turerna i riktning mot Flen fortsätter till Hälleforsnäs på linje 415, vilket är de turer som ovan blivit utpekade att passa som anropsstyrd trafik. Detta utgör därmed inget hinder för omvandlingen. På samma sätt fortsätter de två turerna i riktning mot Malmköping till Eskilstuna som linje 701, turer som också har potential som anropsstyrd trafik.

På linje 489 borde endast en av 18 turer omvandlas till anropsstyrd trafik vilket var vardagsturen i riktning Sparreholm till Flen klockan 17.05. Denna är mitt i ett fordonsomlopp vilket likt diskuterat ovan pekar på att turen är olämplig att omvandla. Det är dessutom den enda turen på linje 489, vilket gör att turen bör utföras som fast trafik av hänsyn till tydligheten i tidtabellen.

Elva av 45 turer på linje 490 utpekades ha potential som anropsstyrda turer, varav helgturerna var något missvisande då de enligt nyttofunktionen var dyrare som anropsstyrd trafik. Det var dock med små marginaler och likt diskuterat tidigare finns ändå potential i dessa turer. Den första vardagsturen klockan 05.30 från Katrineholm till Björkvik inleder ett fordonsomlopp och bör kunna omvandlas utan komplikationer. Så även den sista turen på fredagnätter klockan 01.30 i samma riktning, som för övrigt följer en tur som redan är anropsstyrd. De tre övriga vardagsturerna är de tre sista enkelturerna i riktning Björkvik till Katrineholm, som har varsin motsvarande tur i andra riktningen med större efterfrågan. Att omvandla dessa turer till anropsstyrda är därav komplicerat då fast trafik ändå måste möta upp turerna i riktning Katrineholm till Björkvik. Ett alternativ kan vara att reducera antalet dubbelturer till två istället för tre, för att samla efterfrågan i båda riktningar så att den fasta trafiken blir lönsammare att utföra.

Helgturerna på linje 490 bestod av den första dubbelturen på lördagar och den första dubbelturen på söndagar, vilka inleder varsitt fordonsomlopp och därmed bör gå att omvandla. Därutöver pekades ytterligare två turer ut i riktning Björkvik till Katrineholm, vilka trafikerar mitt i ett fordonsomlopp och därmed är svårare att omvandla. Detta tillsammans med det faktum att helgturerna är lönsammare att utföra som fast trafik gör att dessa turer bör behållas som fast trafik.

Endast den sista vardagsturen klockan 21.00 i riktning Stjärnhov till Gnesta av totalt 73 turer på linje 589 valdes av tumreglerna ut till att ha potential som anropsstyrd. Efterfrågan är generellt hög på linjen med undantag för denna tur, vilket gör den lämplig att omvandla till anropsstyrd.

På linje 701 bör nio av 65 turer omvandlas till anropsstyrda, där samtliga turer trafikerades kvälls- och natttid. Två av dessa är den sista dubbelturen på fredagnätter klockan 23.52 respektive 00.50, där den ena har ett något högre beräknad kostnad som anropsstyrd tur men ändå bör ha tillräcklig potential som anropsstyrd. Denna tur fortsätter även mot Flen som linje 430, en tur som tidigare markerats som lämplig att utföra anropsstyrt vilket talar för att denna dubbeltur bör utföras anropsstyrt. Den sista vardagsturen som trafikerar från Sparreholm till Nyköping bör också med enkelhet kunna uteslutas ur fordonsomloppet. Två lördagsturer har utpekats, vilka trafikerar halva linjens sträcka i varsin riktning, Malmköping till Eskilstuna respektive Sparreholm till Nyköping. Den första förekommer mitt i ett fordonsomlopp medan den andra är sist i fordonsomloppet och därmed är enklare att omvandla. På

söndagen utpekades fyra turer vilka utgör de två sista dubbelturerna och på ett enkelt sätt kan omvandlas till anropsstyrda turer. Den tidigare dubbelturen är enligt nyttofunktionen något dyrare som anropsstyrd trafik men kan likt diskuterat tidigare ändå ha potential till omvandling.

De två turer av 85 på linje 780 som påpekades ha potential som anropsstyrda trafikerades lördag respektive söndag natt. Båda turerna trafikerades i mitten av ett fordonsomlopp. Då detta innebär större komplexitet i att omvandla turerna samtidigt som närliggande turer också har låg, men inte tillräckligt låg, efterfrågan kan transportbehovet istället samlas genom att minska antalet turer kvällstid. De två sista dubbelturerna på lördagar respektive söndagar kan då reduceras till en dubbeltur respektive dag.

Med hänsyn till möjligheten att omvandla dessa turer i praktisk aspekt kan 22 av de ursprungliga 33 turerna omvandlas till anropsstyrd trafik enligt Tabell 17. Tillsammans med föreslagna förändringar om turreduceringar uppgår den totala kostnadsbesparingen till 743 600 kronor per år med antagandet att studerad period var representativ för hela året. Detta var 0,25 procent av landsbygdstrafikens totala kostnad i länet men potentialen kan antas vara större då endast 14 av 95 landsbygdslinjer undersöktes. Eftersom de operativa kostnaderna för fast trafik i verkligheten är något högre än de beräknade i denna analys kan ytterligare potential även finnas. Dessa trafikeringskostnadsbesparingar måste dock ställas mot det ökade motstånd resenärer får i och med att resor på anropsstyrda turer måste planeras och beställas i förväg.

8.3 Samordning av särskild och allmän anropsstyrd trafik

För analysen gällande samordning av särskilda och allmänna anropsstyrda resor varierades först gränserna för matchning i tid och avstånd. Med en konstant tidsgräns på 20 minuter varierades inledningsvis avståndsgränsen och gav upphov till resultaten i Tabell 18. När avståndsgränsen ökade kunde fler kompletteringsresor matchas och därmed ökade andelen samordnade resor. Detta berodde på att en högre gräns gav större frihet att finna matchningar så att resor kunde samordnas. Avståndet mellan start- och slutpunkten i de resor som matchats ökade något vilket är rimligt då ett större avstånd tilläts när gränsen ökade. Tiddifferensen vilken beskrev kompletteringsresans tidsförskjutning samt restiden mellan start- och slutpunkt för de resor som matchats minskade något när avståndsgränsen ökade. Detta för att lägre krav på matchning i avstånd tillät att finna resor som istället matchade väl i avseende på tid. Slutligen minskade kostnadsbesparingen något, vilket kan härledas till att fler resor samordnades. Med de trafikeringskostnader som gäller i nuvarande avtal var det lönsammare med ett enskilt utförande av kompletteringsresan jämfört med insättning i början eller slutet av en särskild resa, då kostnaden för sträckan mellan resorna tillkommer. Vid verklig samplanering inkluderas kompletteringsresor i särskilda resor vilket ur systemperspektiv istället bör minska det totala antalet fordonskilometer.

När avståndsgränsen hölls konstant och tidgränsen varierades visades i Tabell 19 att en ökad tidgräns ökade antalet matchningar och därmed andelen samordning. Detta berodde likt tidigare beskrivet på en större frihet att matcha resor. Tiddifferensen och avståndsdifferensen mellan matchade resor ökade respektive minskade när tidgränsen ökade, vilket också berodde på en högre frihet för matchning i tid. Kostnadsbesparingen ökade marginellt när tidgränsen ökade förutom för matchning med tidgräns om 20 minuter. Detta kan bero på att kompletteringsresor matchades med olika särskilda resor när tidgränsen förändrades med följd att någon resa blivit dyrare att utföra.

Utifrån dessa varieringar av tid- och avståndsgräns valdes en gräns för matchning om tio kilometer och 30 minuter. Detta för att en högre avståndsgräns och tidgräns gav upphov till att fler resor kunde matchas. Samtidigt varierade tidsförskjutningen i genomsnitt mellan 11,45 till 15,15 minuter med 95 procent konfidensintervall, vilket ansågs vara en rimlig tidsförskjutning för kompletteringsresenärer.

Tilläggs bör att kompletteringsresorna idag följer tidtabeller vilka antagligen inte överensstämmer med önskad avgångstid för resenärerna ändå. En samordning med särskilda resor där tidtabeller avskaffas kan därmed ge resenärerna en större frihet att välja avgångstid som passar deras önskemål och kan därmed ge upphov till en mindre tidsförskjutning från önskad avgångstid jämfört med idag.

Med valda gränser för matchning minskade kostnaderna förknippade med trafikformerna med 28 694 kronor under oktober månad, där minskningen berodde av förändringar av kostnadsdelarna som visades i Tabell 20. Kostnadsminskningen bestod av en minskad grundavgift för kompletteringsresorna vilken förknippas med kostnad för beställning, framkörning och liknande för operatören. Vid denna typ av samordning när resorna utfördes direkt efter varandra istället för att integreras i varandra ökade det totala antalet fordonskilometer under studerad period. Detta gav upphov till ökade distanskostnader och emissionskostnader. Tidkostnaderna ökade även på grund av den tidsförskjutning kompletteringsresenärer fick från önskad avresa. En icke värderad effekt som tillkommer i verkligheten för kompletteringsresenärerna är det faktum att dessa behöver dela fordon när samordning införs. Då kompletteringsresorna är allmän kollektivtrafik bör detta inte påverka resenärerna nämnvärt. I verkligheten när resor integreras i varandra vid samordning kan både kompletteringsresenärer och särskilda resenärer få en förändrad restid jämfört med idag. Då kompletteringsresorna är få till antalet jämfört med de särskilda resorna bör denna förändring knappt vara märkbar. Om endast operativa kostnader studeras sparas 29 264 kronor under oktober, vilket uppgick till 351 200 kronor per år förutsatt att resandet var likartat under årets alla månader.

70 av 75 kompletteringsresor kunde matchas vid samordning vilket motsvarade 93,3 procent. Detta ledde även till en marginellt ökad grad av samordning, från 37,79 procent till 38,04 procent av resorna. En högre potential för matchning finns då vid samordning där resor integreras i varandra och där särskilda resor i Strängnäs kommun även inkluderas. Andelen samordnade resor ökade med 0,4 procentenheter men beläggningsgraden hölls konstant vid denna typ av samordning. Detta eftersom kompletteringsresor som samordnades med särskilda resor antogs ske före eller efter denna resa, därmed utnyttjade inte kompletteringsresenärerna fordonen samtidigt som särskilda resenärer. I en verklig implementation av samplanering och utförande i samma fordon bör dock kompletteringsresornas tillkommande bidra till att fler resenärer åker i fordonen samtidigt, och att beläggningsgraden därmed ökar. Då kompletteringsresorna är få till antalet gentemot antalet särskilda resor sker förmodligen endast en liten ökning av beläggningsgraden.

9 Rekommendationer och fortsatt arbete

Här presenteras de rekommendationer som föreslås för landsbygdslinjetrafiken, kompletteringstrafiken och den särskilda trafiken i länet. Andra lämpliga anropsstyrda trafikformer i länet diskuteras baserat på den teoretiska referensramen i kapitel 2.1. Därutöver diskuteras förbättringsåtgärder på den metod som utvecklats gällande beslutsstöd för strategisk styrning, tillsammans med denna metods generaliserbarhet. Det fortsatta arbetet med kollektivtrafiken Sörmlands län diskuteras och därefter följer arbetets slutsats.

9.1 Rekommendationer för linjetrafiken och kompletteringstrafiken

Landsbygdslinjetrafiken, kompletteringstrafiken och den särskilda anropsstyrda trafiken är tätt förknippade trafikformer vilka verkar för resenärer som inte har lika hög tillgänglighet till kollektivtrafik som andra resenärer. Med marginellt minskad servicenivå kan de operativa kostnaderna för trafiken minska genom att effektivisera turutbudet i landsbygdstrafiken, att införa fler anropsstyrda avgångar och att samordna kompletteringsresor med särskilda anropsstyrda resor. Detta bidrar också till positiva miljöeffekter i form av minskade emissioner i länet.

För att följa det mål om att skapa en attraktiv kollektivtrafik för hållbar tillväxt och utveckling som Sörmlands kollektivtrafikmyndighet satt upp bör resurser prioriteras där tillgängligheten till kollektivtrafik kan öka. Att omvandla fasta turer till anropsstyrda linjelagda turer i linjetrafiken kan minska attraktiviteten då ett motstånd till att planera och beställa resan i förväg tillkommer för resenärer. Detta motstånd kan dock minskas genom att tillåta kortare framförhållning för beställning av en anropsstyrd linjelagd resa. Utbudet måste anpassas till den efterfrågan som finns för att få en kostnadseffektiv linjetrafik, vilket även gäller en reducering av turer i linjetrafiken. Reduceringen sker där efterfrågan är tillräckligt låg för att anropsstyrd trafik ska vara lönsam men en omvandling av turlerna inte är möjlig, med hänsyn till fordonsomloppen.

Då kompletteringstrafiken får en högre kostnadseffektivitet genom samordning med den särskilda kollektivtrafiken bör resurser satsas på denna trafikform för att öka dess tillgänglighet och attraktivitet. Detta kan ske genom att attraktivisera kompletteringstrafiken samt att förnya definitionen av kompletteringsområdena. Där turutbudet i linjetrafiken behöver minska bör kompletteringstrafiken användas som en flexibel ersättning. Genom att omdefiniera kompletteringsområdena kan hänsyn även tas till resenärer som har närhet till linjetrafik men svårt att anpassa sin resa efter befintlig tidtabell. Kompletteringsområdenas definition idag är områden som befinner sig mer än två kilometer från närmaste hållplats, men bör också inkludera områden där närmaste hållplats har ett begränsat turutbud. Denna typ av definition förekommer i andra län i landet och har potential att öka kollektivtrafikens attraktivitet i områden där efterfrågan av kollektiva transporter normalt är låg. Turtätheten för studerade linjer varierar idag mellan en tur varje timma och en tur var fjärde timma, det definierade turutbudet föreslås därmed vara en lägre turtäthet än varannan eller var tredje timma. Definitionen skulle i sådana fall vara områden på mer än två kilometers avstånd från närmaste hållplats vilken trafikeras mer sällan än varannan alternativt var tredje timma. Ytterligare en omdefiniering är att ändra det tillåtna avståndet från hållplatsen till en kilometer, då detta värde vanligtvis används av kollektivtrafikmyndigheten för att beräkna geografisk linjetäckning.

För att möjliggöra samordning mellan kompletteringstrafiken och den särskilda kollektivtrafiken bör tidtabellerna avvecklas och ersättas av en begränsning till att kompletteringsresor får utföras mellan exempelvis klockan 08.00 och 20.00. Under dessa tider sker flest särskilda resor under både vardagar och helgdagar vilket ökar potentialen för samordning av de två reseslagen. Idag tillåts resenärer en tur- och returresa en eller två gånger i veckan, vilket är möjligt att kontrollera i beställningscentralen. Detta

bör dock även luckras upp i syfte att erbjuda alla medborgare lika stor möjlighet att resa kollektivt, oavsett veckodag. En avveckling av tidtabellen möjliggör även enklare och tydligare information om kompletteringsresor för att ytterligare öka trafikformens attraktivitet. Beställning av kompletteringsresor bör även kunna utföras närmare inpå en resa, för att öka trafikformens attraktivitet ytterligare.

9.2 Lämpliga anropsstyrda trafikformer

För att skapa en attraktiv kollektivtrafik för hållbar tillväxt och utveckling kan även andra anropsstyrda trafikformer vara lämpliga att använda. Av de trafikformer som presenterades i kapitel 2.1 är linjer med avvikelser eller flexibel rutt olämpliga att använda i landsbygdstrafik eftersom turer bör följa landsvägar för att vara tidseffektiva. Att göra avvikelser från landsvägar till mindre samhällen och bostadsområden är ofta svårt på grund av begränsad infrastruktur och ger då upphov till avvikelser som börjar och slutar i samma punkt längs den fasta rutten. Sådana typer av avvikelser genererar för stora spiltider mellan fasta hållplatser för att kollektivtrafiken ska vara attraktiv för resenärerna. Även vinkbuss är en olämplig trafikform längs landsvägar på grund av höga hastigheter och svårigheter att stanna för passagerare på ett säkert sätt.

Den anropsstyrda linjelagda trafiken som används idag är lämplig där vissa linjer i ett system har varierande efterfrågan och efterfrågan dessutom är låg. Kompletteringstrafiken som också används i nuläget lämpar sig för områden linjetrafiken inte täcker. Båda dessa trafikformer är alltså lämpliga för de resor som sker på landsbygden i Sörmlands län. Kompletteringstrafiken har dock möjlighet att utvecklas till anropsstyrd trafik med anslutande reseområden, där närliggande kompletteringsområden med samma centralort som mål alltid trafikeras i en viss ordning. Inom områdena trafikeras dock endast de adresser som resenärerna efterfrågar.

Anropsstyrd trafik med mötesplatser kan också vara ett alternativ till kompletteringstrafiken då principen är samma men fordonen endast trafikeras bestämda mötesplatser. Dessa mötesplatser kan antingen finnas i båda ändar av en resa eller endast en. Då kompletteringsresor ofta sker till eller från målpunkter i centralorterna såsom handel, vård eller bytesterminaler kan dessa målpunkter utgöra mötesplatser. Det är även möjligt att placera mötesplatser där resebehoven uppstår, exempelvis i bostadsområden och mindre samhällen. En korrekt placering av sådana mötesplatser är dock mer komplicerat då dessa måste ta hänsyn till befolkningsstruktur och sociala faktorer. Fördelen med mötesplatser är att efterfrågan samlas spatialt och därmed kan öka andelen samordnade resor men nackdelen är att kompletteringstrafikens flexibilitet delvis minskar.

9.3 Metodförbättringar och generaliserbarhet

Den metod för beslutsstöd som utvecklades och de tumregler som togs fram i detta arbete har en förbättringspotential ur flera aspekter. Den främsta är att påstigandeuppgifter endast studerades veckovis och inte per dag. Med veckovisa uppgifter fördelades antalet resenärer jämnt under de dagar turen trafikeras, vilket också ansågs vara rimligt då andelen påstigande per veckodag varierade mellan 19,6 och 20,4 procent. Denna variation ger dock upphov till en felmarginal där ett felaktigt antal fordon som behövs för att utföra en tur anropsstyrt ibland beräknas. En förbättring av metoden är därmed en anpassning till dagsvisa påstigandeuppgifter och tumreglerna bör även anpassas till detta.

I de fall en tur utfördes anropsstyrt och endast delar av turen efterfrågades förkortades turen. På- och avstigandeuppgifter behandlades dock endast på zonnivå vilket gör att analysen skiljer från verkligheten. Vid förkortning av en tur kan både ett för långt och ett för kort avstånd ha subtraherats

eftersom avstånd mellan zoner användes, för att avhjälpa detta bör metoden anpassas till indata på hållplatsnivå istället för zonnivå.

Det motstånd resenärer har till planering och beställning av en anropsstyrd linjelagd resa har tidigare inte värderats. En värdering av detta motstånd bör förbättra den utvecklade metoden då den kan inkluderas som en tidkostnad för resenären. Vidare kan efterfrågan antas bero av resenärens tidkostnad för att inkludera effekter på efterfrågan när turer övergår till att vara anropsstyrda. En administrativ kostnad för operatören att motta beställningar bör också uppskattas för att förbättra metoden.

Likt tidigare diskuterat påverkas valet mellan fast linjetrafik och anropsstyrd linjelagd trafik till viss del av fordonsstorlekar. Ett intressant tillägg till den utvecklade metoden är därmed att inkludera ett scenario där en nyttofunktion beräknas för om turen utförs med fast trafik men mindre fordon. Detta scenario kan delas upp i ytterligare scenarion där olika fordonsstorlekar testas, från fordon av personbilstyp till mindre bussar med upp till 20 platser.

Slutligen kan metoden även förbättras genom kalibrering av tumreglerna, vilket innebär att fler påstigandeuppgifter från representativa perioder används vid beräkning av nyttofunktionerna. Detta bör minska den varians som finns i medelvärdena för kritisk efterfrågan och efterfrågedensitet. Detta i syfte att öka antalet turer som bör bli anropsstyrda både enligt tumreglerna och enligt de beräknade nyttofunktionerna, för att andelen korrekta val ska öka från nuvarande andel på 91,8 procent.

Detta arbete och de analyser som genomförts är anpassade till kollektivtrafiken och de förutsättningar som gäller i Sörmlands län. Analysen av samordning mellan kompletteringsresor och särskilda resor är exempelvis svår att anpassa till andra län utan större förändringar i implementeringen. Detta eftersom implementeringen baseras på analytiska beräkningar och inte är utvecklad som en generell metod. De tumregler som tagits fram är också specifikt anpassade till Sörmland, men metoden och tankesättet för utveckling av tumreglerna är däremot möjlig att använda i andra län. Vissa av nyttofunktionens parametrar kräver då en omdefinition, främst gällande operativa kostnader. Efterfrågan och efterfrågedensiteten bör fortfarande användas för utveckling av tumreglerna, men de kritiska gränserna måste beräknas på nytt efter de nya nyttofunktionerna.

9.4 Fortsatt arbete i Sörmlands län

Närmast bör det arbete som utförts tas ett steg vidare, och därmed appliceras på kollektivtrafiken i hela länet. Tumreglerna för strategisk styrning av landsbygdslinjetrafiken bör appliceras på samtliga 95 linjer för att finna de turer som bör övergå till anropsstyrd trafik. De turer som är lönsammare som anropsstyrda turer men ej möjliga att omvandla med hänsyn till fordonsomlopp bör också hittas. Till hjälp tillhandahålls ett kalkylblad där grundläggande information om turen matas in varefter en rekommendation för varje tur visas. Detta för att kostnadseffektivisera linjetrafiken i hela länet så att utbudet är bättre anpassat till efterfrågan, och mer resurser kan läggas på kompletteringstrafiken.

Samordningen av kompletteringstrafik och särskild trafik har analyserats i hela länet förutom i Strängnäs kommun. Denna analys behöver dock inte upprepas eller fortskrida då en inkludering av särskilda beställningar från Strängnäs kommun inte kommer förändra resultatet av analysen nämnvärt.

Den omdefinition av kompletteringsområden som föreslås innebär också en förändring av det informationsmaterial som hör till kompletteringstrafiken, med nya regler och tider. Områden ändrar form samtidigt som nya områden kan tillkomma och samtliga områdets närmaste centralort behöver definieras. Om kompletteringstrafiken utvecklas till att ha mötesplatser vid målpunkter i centralorterna behöver även dessa definieras och märkas ut. Resor till andra platser kan då fortfarande tillåtas men

med två taxor för resa till mötesplats respektive resa till annan plats kan efterfrågan i stor utsträckning styras till de fördefinierade mötesplatserna.

Vid omdefinition av kompletteringsområden kan samtidigt resandeunderlaget i områdena undersökas med hjälp av befolkningsstruktur och sociala faktorer. Om möjlighet till kostnadseffektiv fast linjetrafik eller anropsstyrd linjelagd trafik finns i flera närliggande kompletteringsområden kan dessutom nya landsbygdslinjer utredas.

Det finns mer samordningspotential av kollektivtrafiken i länet. Exempelvis kan utredas om den linjelagda anropsstyrda trafiken kan samordnas med kompletteringstrafiken och särskilda trafiken. Detta ställer dock högre krav på punktlighet och en restid som inte förlängs för mycket, då den linjelagda anropsstyrda trafiken fortfarande följer tidtabell. För de särskilda resor som utförs i områden med god tillgänglighet finns även potential till samordning med den fasta linjetrafiken, både med landsbygdstrafik och stadstrafik. Detta ställer dock höga krav på beställningscentralen och det planeringssystem som används för beställning och planering av de särskilda resorna.

9.5 Slutsats

I detta examensarbete har en generell metod för beslutsfattande gällande strategisk styrning av fast och anropsstyrd linjetrafik som tar hänsyn till efterfrågan och efterfrågedensiteten på en tur utvecklats. Ett flertal turer som är lönsammare att utföra som anropsstyrda hittas med hjälp av de tumregler som tagits fram och utvärderas, främst med hänsyn till turens placering i fordonsomlopp. Vid implementering av de rekommendationer för turer i landsbygdslinjetrafiken som presenterats minskar de operativa kostnaderna och emissionskostnaderna samtidigt som täckningsgraden för turena ökar något. Resenärer påverkas marginellt negativt då dessa måste planera och beställa resan i förväg.

Det finns en stor potential i att samordna kompletteringsresorna med de särskilda resorna i länet. Enligt analytiska beräkningar minskar de operativa kostnaderna samtidigt som emissioner ökar marginellt och kompletteringsresenärer påverkas något i form av förändrade avgångstider. Belägningsgraden hålls konstant medan andelen samordnade resor ökar marginellt. Vid verklig implementering med insättning i och inte endast före eller efter befintlig resa bör den totala distansen för samtliga resor minska. Därmed finns potential till en minskning av emissioner och en större minskning av operativa kostnader. Vid insättning bör belägningsgraden i fordonen öka, men totalt i systemet bör även restiden för resenärerna öka.

Slutsatsen av detta arbete är att en kostnadseffektivisering av landsbygdslinjetrafiken där turutbudet anpassas bättre till efterfrågan tillåter en satsning av resurser till kompletteringstrafiken. Detta för att skapa en attraktiv kollektivtrafik för hållbar tillväxt och utveckling i Sörmlands län.

Referenser

Černý, J., Černá, A. & Bohdan, L., 2014. Support of decision-making on economic and social sustainability of public transport. *Transport*, 29(1), pp. 59-68.

Davison, L. o.a., 2012. Identifying potential market niches for Demand Responsive Transport. *Research in Transportation Business & Management*, Volym 3, pp. 50-61.

Gottfridsson, H. O., 2010. Dubbel kollektivtrafik - alla ombord?, Karlstad: Fakulteten för ekonomi, kommunikation och IT, Karlstads universitet.

Li, X. & Quadrifoglio, L., 2010. Feeder transit services: Choosing between fixed and demand responsive policy. *Transportation Research Part C*, 18(5), pp. 770-780.

Länstrafiken Sörmland, 2011. Framtida Kollektivtrafik, Nyköping, Örebro: Länstrafiken Mälardalen, Länstrafiken Sörmland, Regionförbundet Sörmland.

Qiu, F., Li, W. & Haghani, A., 2014. An exploration of the demand limit for flex-route as feeder transit services: a case study in Salt Lake City, submitted for publication: *Public Transport*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Quadrifoglio, L. & Dessouky, M. M., 2008. Sensitivity Analyses over the Service Area for Mobility Allowance Shuttle Transit (MAST) Services. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Computer-aided Systems in Public Transport*, Volym 600, pp. 419-432.

Quadrifoglio, L. & Li, X., 2009. A methodology to derive the critical demand density for designing and operating feeder transit services. *Transportation Research Part B*, 43(10), pp. 922-935.

Ronald, N., Thompson, R., Haasz, J. & Winter, S., 2013. Determining the Viability of a Demand-Responsive Transport System under Varying Demand Scenarios, Orlando: 6th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science.

Ryley, T. o.a., 2014. Investigating the contribution of Demand Responsive Transport to a sustainable local public transport system. *Research in Transportation Economics*, 48(6), pp. 364-372.

SIKA, 2007. RES 2005 - 2006, Östersund: Maria Melkersson.

Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet, 2012. Sörmlands regionala trafikförsörjningsprogram, Nyköping: Kommunalförbundet Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet.

Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet, 2013. Årsredovisning 2012, Nyköping: Kommunalförbundet Sörmlands Kollektivtrafikmyndighet.

Trafikverket, 2014a. Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.1, Kapitel 1, 7, 11, 12, 13, Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket, 2014b. Beräkningsmetodik och gemensamma förutsättningar i transportsektorns samhällsekonomiska analyser, Bilaga: kalkylvärden, Borlänge: Trafikverket.

WSP, 2010. Trafikanter värdering av tid - Den nationella tidsvärdesstudien 2007/08, Stockholm: WSP Sverige AB.

Vägverket, 1994. Vägutformning 94, Del 10: Gång- och cykeltrafik, Borlänge: Vägverket.

Bilaga 1 – Turer med förändringspotential

I Tabell 1.1 visas de turer som tumreglerna konstaterat bör omvandlas till anropsstyrda turer. Detta baserat på deras efterfrågan och efterfrågedensitet under studerad period vecka 10 till och med vecka 15 år 2014, som även visas i tabellen. Turernas totala trafikeringskostnad under visas, samt den kostnadsminskning eller ökning som sker vid omvandling. För tydlighets skull har kostnadsminskningar markerats med grönt och kostnadsökningar markerats med rött.

Linje	Tur	Efterfrågan	Efterfrågedensitet	Trafikeringskostnad vecka 10-15 (kr)		
		(påstigande/vecka)	(påstigande/vecka/km)	Anropsstyrd	Fast	Differens
337	108	2,17	0,158	7 523	12 765	-5 242
337	402	1,00	0,073	2 660	2 632	27
415	129	2,67	0,123	3 024	14 358	-11 334
415	136	1,33	0,089	2 256	2 416	-159
415	302	0,50	0,033	1 504	2 416	-911
430	129	1,17	0,078	3 759	2 207	1 552
430	130	0,83	0,051	1 923	2 184	-261
430	309	0,50	0,034	1 504	2 207	-703
430	310	0,00	0,000	0	2 184	-2 184
489	128	2,33	0,137	7 662	12 723	-5 062
490	102	0,00	0,000	0	18 500	-18 500
490	119	3,17	0,089	14 936	21 280	-6 344
490	121	3,33	0,094	18 555	21 280	-2 725
490	123	3,50	0,099	21 193	21 280	-86
490	136	0,33	0,043	1 185	1 735	-551
490	301	2,50	0,071	5 923	4 256	1 667
490	302	1,33	0,038	5 604	4 215	1 389
490	401	2,50	0,071	6 275	4 256	2 019
490	402	1,50	0,042	6 323	4 215	2 108
490	403	2,50	0,071	5 766	4 256	1 510
490	407	1,50	0,042	4 951	4 256	695
589	141	3,33	0,164	11 813	14 114	-2 302
701	118	0,17	0,005	1 188	5 186	-3 998
701	129	3,50	0,079	24 623	29 135	-4 512
701	131	1,50	0,044	5 137	5 003	134
701	304	0,17	0,005	1 188	5 186	-3 998
701	325	1,17	0,026	3 681	5 827	-2 146
701	424	2,17	0,049	7 231	5 669	1 561
701	425	2,00	0,045	7 073	5 827	1 246
701	426	1,50	0,036	4 959	5 602	-643
701	427	1,17	0,027	5 925	5 967	-42
780	318	2,00	0,073	3 763	3 765	-2
780	414	1,33	0,049	3 208	3 765	-557
Summa		-	-	202 313	260 669	-58 357

Tabell 1.1. Turer som har potential att omvandlas till anropsstyrda turer.

I Tabell 1.2 visas samma turer som i Tabell 1.1 men med ytterligare information kopplad till turerna. För varje tur visas trafikeringsdag, start- och sluttid samt riktning turen trafikerar i för att kunna sätta den i ett sammanhang med resterande turer på respektive linje.

Linje	Tur	Dag	Avgång	Ankomst	Omlappsplats	Riktning
337	108	Må-Fr	06:00	06:25	Först	Länna - Strängnäs
337	402	Sö	12:04	12:31	Mitt	Länna - Strängnäs
415	129	Må-Fr	11:35	12:05	Anropsstyrd	Hälleforsnäs - Mellösa - Flen
415	136	Må-Fr	01:51	02:17	Sist	Flen - Mellösa - Hälforsnäs
415	302	Lö	01:51	02:17	Sist	Flen - Mellösa - Hälforsnäs
430	129	Fr	23:30	23:52	Näst sist	Flen - Malmköping (forts. Eskilstuna: 701)
430	130	Fr	01:31	01:51	Sist	Malmköping - Flen (forts. Hälforsnäs: 415)
430	309	Lö	23:30	23:52	Näst sist	Flen - Malmköping (forts. Eskilstuna: 701)
430	310	Lö	01:31	01:51	Sist	Malmköping - Flen (forts. Hälforsnäs: 415)
489	128	Må-Fr	17:05	17:32	Mitt	Sparreholm - Skebokvarn - Flen
490	102	Må-Fr	05:30	06:05	Först	Katrineholm - Forssjö - Björkvik
490	119	Må-Fr	18:02	18:45	Mitt	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
490	121	Må-Fr	19:02	19:45	Mitt	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
490	123	Må-Fr	20:02	20:45	Mitt	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
490	136	Fr	01:30	01:40	Sist	Katrineholm - Forssjö - Björkvik
490	301	Lö	10:02	10:45	Näst först	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
490	302	Lö	09:20	10:02	Först	Katrineholm - Forssjö - Björkvik
490	401	Sö	11:02	11:45	Näst först	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
490	402	Sö	10:20	11:02	Först	Katrineholm - Forssjö - Björkvik
490	403	Sö	15:02	15:45	Mitt	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
490	407	Sö	19:02	19:45	Mitt	Björkvik - Forssjö - Katrineholm
589	141	Fr	21:00	21:28	Sist	Stjärnhov - Björnlunda - Gnesta
701	118	Fr	23:52	00:37	Näst sist	Malmköping - Eskilstuna
701	129	Må-Fr	23:05	23:55	Sist	Sparreholm - Nyköping
701	131	Fr	00:50	01:31	Sist	Eskilstuna - Malmköping (forts. Flen: 430)
701	304	Lö	23:52	00:37	Mitt	Malmköping - Eskilstuna
701	325	Lö	23:05	23:55	Sist	Sparreholm - Nyköping
701	424	Sö	20:15	21:01	Näst sist	Nyköping - Sparreholm
701	425	Sö	21:05	21:55	Sist	Sparreholm - Nyköping
701	426	Sö	21:05	21:52	Näst sist	Sparreholm - Eskilstuna
701	427	Sö	22:10	23:04	Sist	Eskilstuna - Sparreholm
780	318	Lö	00:50	01:30	Mitt	Flen - Sködinge - Valla - Katrineholm
780	414	Sö	23:05	23:45	Mitt	Flen - Sködinge - Valla - Katrineholm

Tabell 1.2. Kompletterande information till turer som har potential att omvandlas till anropsstyrda turer.