

Trafiknämnden

Tid	2017-09-07 09:00-14:00
Plats	Vidöstern, Region Kronoberg, Nygatan 20, Växjö
Kallade	Ordinarie ledamöter Peter Freij (S), ordförande Fanny Battistutta (V), vice ordförande Sven Sunesson (C), 2:e vice ordförande Carl-Olof Bengtsson (S) Julia Berg (S) Camilla Ymer (S) Ann-Charlotte Wiesel (M) Viktor Emilsson (M) Eva Johnsson (KD) Ersättare Marianne Nordin (S) Conny Simonsson (S) Erik Jansson (MP) Tommy Andersson (M) Mattias Edlund (KD)
Övriga kallade	Patric Littorin Thomas Nilsson Julija Markensten Patrik Tidåsen Clas Carlsson Ulf Pettersson

1. **Justering av protokoll**

2. **Fastställande av dagordning**

3. **Framtidens bussar – utredning om drivmedel
16RK2092**

Förslag till beslut

Föreslås att trafiknämnden beslutar

att notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

I december 2016 beslutade trafiknämnden om att utreda drivmedel till nästa linjetrafikupphandling samt att utreda förutsättningarna för ett elbussförsök. Som en del i detta har en utredning gjorts av externa konsulter. Denna rapport presenteras vid trafiknämndens sammanträde.

Beslutsunderlag

- *Förslag till beslut - Framtidens bussar - utredning av elbussar*
- *Framtidens bussar och drivmedel i Kronoberg v1.0*

4. **Rapporter från externa uppdrag**

Förslag till beslut

Trafiknämnden beslutar

att med godkännande notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

Trafiknämndens ledamöter rapporterar från externa uppdrag.

5. **Aktuella lägesrapporter**

Förslag till beslut

Trafiknämnden beslutar

att notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

Ansvariga tjänstemän föredrar aktuella lägesrapporter.

6. Månadsrapport juli 2017 17RK108

Förslag till beslut

Trafiknämndens presidieberedning föreslår att trafiknämnden beslutar

att godkänna månadsrapport juli 2017 för trafiknämnden samt att överlämna den till regionstyrelsen för information.

Sammanfattning

Det ekonomiska resultatet för januari - juli 2017 uppgår sammanlagt till 11,9 miljoner kr. Prognos för helåret 2017 är oförändrat 11 miljoner kr. Ny prognos lämnas i delårsrapport 2 efter augusti. Resandet i Växjö stadstrafik har ökat med 9,1 % under perioden augusti 2016 – juli 2017 jämfört med samma period tidigare år. Den totala självfinansieringsgraden för linjetrafiken uppgick till 53,7 % för januari - juli 2017.

Beslutsunderlag

- *Förslag till beslut trafiknämnden månadssammandrag juli 2017*
- *Trafiknämnden Månadssammandrag juli 2017*

7. Närtrafik - justering av regelverk 16RK119

Förslag till beslut

Trafiknämndens presidieberedning föreslår att trafiknämnden beslutar

Att fastställa regelverk för närtrafiken med justeringar i enlighet med upprättad tjänsteskrivelse.

Sammanfattning

Trafiknämnden beslutade § 95/2016 att fastställa regelverk för Närtrafiken, med en komplettering vid § 24/2017. Föreliggande förslag till justeringar avser att förtydliga att resan endast kan bokas tidigast 14 dagar i förväg och att närtrafiken inte är avsedd för gruppresor.

Närtrafiken ska införas succesivt kommun för kommun med start under 2017.
Först ut blir Tingsryds kommun där trafikstart planeras till hösten 2017

Beslutsunderlag

- *Förslag till beslut - Närtrafik - justering av regelverk*
- *Närtrafik förslag till justerat regelverk augusti 2017 - beslutsunderlag*

8. Mätrapporter från miljö- och hälsoskyddskontoret i Växjö kommun 17RK203

Förslag till beslut

Trafiknämndens presidieberedning föreslår att trafiknämnden beslutar

att notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

Miljö- och hälsoskyddskontoret i Växjö kommun har till trafiknämnden skickat mätrapporter från tre ljudmätningar de genomfört i enskilda fastigheter.

Beslutsunderlag

- *Förslag till beslut - Mätningar från Miljö och Hälsoskyddsnämnden Växjö kommun*
- *Mätrapport av ljud från stadsbussar för fastighet Hundkäxet 5, Växjö*
- *Mätrapport av ljud från stadsbussar för fastighet Nattviolen 1, Växjö*
- *Mätrapport av ljud från stadsbussar för fastighet Malvan 1, Växjö*

9. Kollektivtrafikens samhällsnytta – Rapport till Svensk kollektivtrafik 2017 17RK100

Förslag till beslut

Trafiknämndens presidieberedning föreslår att trafiknämnden beslutar

att notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

Vid trafiknämndens sammanträde 22 juni lämnades en rapport om kollektivtrafikens samhällsnytta i Kronobergs län. Denna information kompletteras nu i föreliggande ärende med en nationell rapport utförd av WSP Analys & Strategi på beställning av Svensk Kollektivtrafik. Rapporten behandlar frågan om kollektivtrafikens samhällsnytta i fråga om dels konsekvenser av kraftigt minskad kollektivtrafik, dels kollektivtrafikens bredare samhällsnytta.

Beslutsunderlag

- *Förslag till beslut - Kollektivtrafikens samhällsnytta - rapport till Svensk Kollektivtrafik 2017*
- *Kollektivtrafikens samhällsnytta - Rapport till Svensk Kollektivtrafik 2017*

10. Anmälan om delegationsbeslut

Förslag till beslut

Föreslås att trafiknämnden beslutar

att notera delegationsbesluten till protokollet.

Sammanfattning

Anmälan av beslut om Färdtjänst och Riksfärdtjänst under perioden 2017-06-01 - 2017-08-31.

11. Kurs och konferens 2017 17RK111

12. Övriga ärenden

3

Framtidens bussar – utredning om drivmedel 16RK2092

Trafiknämnden

Framtidens bussar – utredning om drivmedel

Ordförandes förslag till beslut

Föreslås att trafiknämnden beslutar

att notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

I december 2016 beslutade trafiknämnden om att utreda drivmedel till nästa linjetrafikupphandling samt att utreda förutsättningarna för ett elbussförsök. Som en del i detta har en utredning gjorts av externa konsulter. Denna rapport presenteras under trafiknämndens sammanträde.

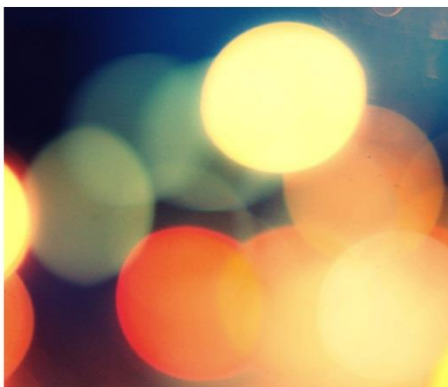
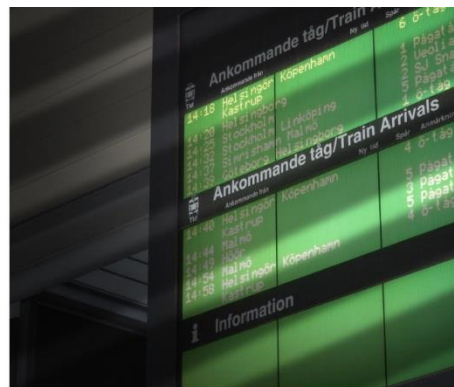
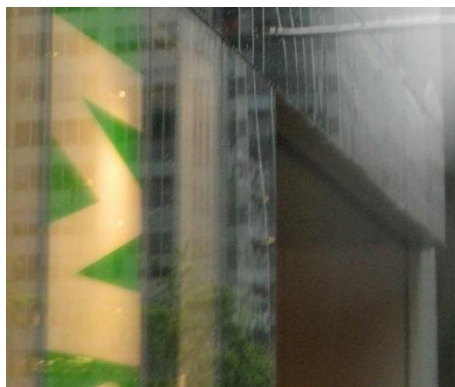
Peter Freij
Trafiknämndens ordförande

Thomas Nilsson
Trafikdirektör

Bilaga: Utredning Framtidens bussar och drivmedel i Kronoberg

Framtidens bussar och drivmedel i Kronoberg

Inför ny avtalsperiod 2023



Dokumentinformation

Titel: Framtidens bussar och fordon i Kronoberg – inför ny avtalsperiod 2023

Serie nr: 2017:44

Projektnr: 17083

Författare: Hannes Englesson
PG Andersson

Medverkande: Lena Fredriksson

**Kvalitets-
granskning:** Björn Wendle

Beställare: Region Kronoberg
Kontaktperson: Patrik Tidåsen, tel 0470 58 30 40

Dokumenthistorik:

Version	Datum	Förändring	Distribution
0.1	2017-07-14	Första utkast	Beställare
0.9	2017-08-24	Justeringar och kompletteringar	Beställare
1.0	2017-08-29	Mindre justeringar	Beställare

Förord

Våren 2017 fick Trivector Traffic i uppdrag av Region Kronoberg att utreda Framtidens bussar och drivmedel i Kronoberg inför avtalsstarten för ny linjebusstrafik i hela länet år 2023. Utredningen omfattar en allmän kartläggning över vilka olika drivmedel och driftstekniker som finns och kommer att finnas på bussmarknaden inom överskådlig framtid, samt vilka för- och nackdelar som finns med respektive drivmedel/driftsteknik. Utredningen omfattar också en bedömning över vilka möjligheter som finns för linjetrafiken i Kronoberg med en extra fördjupning avseende helelektrisk drift för Växjö stadsbusstrafik. En bedömning av effekterna av möjliga drivmedelstyper/driftstekniker med avseende på dagens busstrafik i Kronoberg har också genomförts.

Utredningen har utförts av civ ing Hannes Englesson och tekn lic PG Andersson, med hjälp av civ ing Lena Fredriksson. Björn Wendle har kvalitetsgranskat arbetet. Samtliga är från Trivector. Kontaktperson på Länstrafiken Kronoberg har varit Patrik Tidåsen. Vi tackar för ett gott samarbete.

Lund Juli 2017

Trivector Traffic AB

Sammanfattning

Region Kronoberg har som kollektivtrafikmyndighet i Kronobergs län antagit ett trafikförsörjningsprogram som pekar ut riktningen för kollektivtrafikens utveckling. Idag drivs i princip all linjebusstrafik med fossilfria bränslen. Regionbusstrafiken körs på RME och HVO medan stadstrafiken körs på biogas. Under år 2023 är det avtalsstart för ny linjebusstrafik i hela länet. Kollektivtrafikmyndigheten och Länstrafiken Kronoberg avser att redan nu belysa olika aspekter kring val av drivmedel och fordon.

En genomgång av tillgängliga drivmedel och driftstekniker samt potentiell utveckling under de kommande åren visar att det för den regionala trafiken är fortsatt drift med biodrivmedel som är aktuellt inför nästkommande avtalsperiod. Biodiesel i form av RME och HVO samt biogas är de alternativ som jämförts i studien. För stadsbusstrafiken tillkommer hybriddrift med biodiesel samt helelektrisk drift som möjliga alternativ.

I studien jämförs först olika biodrivmedel för all linjebusstrafik i regionen, samt med eller utan hybriddrift för stadstrafiken i Växjö. Biogashybrider ingår inte i studien eftersom sådana fordon är en bristvara på dagens bussmarknad (i Europa har endast sålts ett fåtal 24m dubbelledbussar till Malmö och Bergen med gashybriddrift till dags datum). Därefter har en fördjupad studie avseende möjliga tekniker för helelektrisk drift i Växjö stadstrafik samt hur helelektrisk drift med förnybar el presterar jämfört med dagens drift med biogas.

I första jämförelsen kan det konstateras att oavsett val av drivmedel så medför nya bussar enligt utsläppsklass Euro VI en betydande reduktion av lokala utsläpp jämfört med dagens flotta. Tillräckligt för att motsvara de mål som formulerats. Jämförelsen mellan olika biodrivmedel visar att biogasdrift medför högst energianvändning men lägst utsläpp av fossil CO₂. Lägst energianvändning erhålls med biodieseldrift (samt hybriddrift för Växjö stadstrafik) där HVO med hög klimatprestanda ger de lägsta CO₂-utsläppen för biodiesel. HVO-drift för all trafik ger den lägsta årliga kostnaden (-2% jämfört dagsläget) och även med hybriddrift i Växjö stadstrafik uppskattas en besparing gentemot dagens situation (-1%). Biogasdrift för all trafik beräknas ge de högsta kostnaderna, +5 % jämfört med dagens situation. Samhällsekonomiskt är buller den viktiga faktorn och med hybriddrift uppskattas en besparing på ca 2 miljoner kr årligen jämfört med drift med konventionell teknik. Lägre bullernivåer kan också öka attraktiviteten för stadsbusstrafiken jämfört med konventionell drift. En betydande osäkerhetsfaktor är tillgången på HVO med goda klimategenskaper. HVO från palmolja har t.ex. inte alls samma klimategenskaper som nordisk HVO från restavfall.

I den fördjupade studien kan det konstateras att det finns möjligheter att helt elektrifiera Växjös stadsbusstrafik. Bäst lämpade lösning bedöms vara en

kombination av snabbladdade bussar vid ändhållplats samt långsamladdade bussar i depå. Följande upplägg föreslås:

Snabbbladdning

- ▶ Linje 1
- ▶ Linje 3
- ▶ Linje 4 (behöver detaljstuderas p.g.a. linjelängden)
- ▶ Linje 5

Övriga linjer bedöms vara bäst lämpade för depåladdade bussar.

Till följd av dagens omloppsplanering, som är väl optimerad efter konventionell driftsteknik, kommer det att behövas extra bussar i drift jämfört med dagens trafik. I studien har det uppskattats ett behov av sammantaget 12 extrabussar jämfört med idag. Det ska dock beaktas att fordonsbehovet har uppskattats för varje linje separat, och ej beaktat möjligheter till att optimera omlopp efter elektrisk drift och samnyttja fordon på flera linjer. I praktiken finns det möjligheter att minska behovet av extrabussar men hur stor den potentialen är har inte varit möjligt att uppskatta med tillgängligt underlag i denna studie.

Ekonomiskt bedöms en helelektrisk lösning för Växjö stadsbusstrafik medföra en årlig kostnadsökning på ca 4,1 miljoner kronor (+4%) jämfört med dagens biogasdrift. Det gäller förutsatt att elektriska bussar kan skrivas av på 20 år eftersom de slits mindre än fordon med konventionella drivlinor. Detta måste dock hanteras avtalsmässigt och kräver därutöver en reinvestering och ett batteribyte under fordonens livslängd. Samhällsekonomiskt uppskattas en besparing på ca 8,2 miljoner kronor med helelektrisk drift. Därtill kan helelektrisk drift medföra en ökad attraktivitet för kollektivtrafiken och på så sätt locka fler resenärer. Helelektrisk drift med förnybar el minskar både energianvändningen (-70%), utsläppen av CO₂ (-93%) och lokala utsläpp (-100%) jämfört med dagens biogasdrift och ger de idag bästa förutsättningarna för målpuppfyllnad.

På sikt är en elektrifiering av stadsbusstrafiken att föredra då prestanda avseende energianvändning och utsläpp är betydligt bättre jämfört med övriga alternativ. Möjligheter finns redan inför nästa avtalsperiod och en omställning av hela stadstrafiken bör övervägas. Biogasen kan nyttjas i den regionala busstrafiken men alternativa användningsområden bör undersökas. Biogas har goda klimategenskaper men för busstrafiken finns problem med gasdrift, främst avseende energieffektivitet. Huruvida biogasen ska nyttjas i regionens linjebusstrafik är i slutändan en fråga för Region Kronoberg.

Inför en större elbussetablering i Växjö stadstrafik kan det vara ett alternativ att testa tekniken på en eller par linjer i ett tidigare skede. Fördelen med det är att det lokalt införskaffas erfarenheter som kan vara bra att ha med sig inför en större etablering och upphandling. Ett förväga mindre test med elbussar är dock inte nödvändigtvis ett måste då det idag finns gott om erfarenheter från olika elbusstester som genomförts i Sverige och Europa att ta del av. Det finns en risk att ett förtida test med elbussar leder till administrativa utmaningar och förhandlingar som överväger den nytta i form av erfarenhet som erhålls eftersom bussarna som införskaffas kommer att leva vidare in i nästa avtalsperiod.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	7
1.1	Bakgrund och syfte	7
1.2	Genomförande	7
2.	Dagens busstrafik och målsättning i Kronoberg	9
2.1	Målsättning	9
2.2	Dagens trafik	9
3.	Drivmedel och elektriska driftstekniker	13
3.1	Etablerade biodrivmedel på marknaden	13
3.2	Bussteknologier	14
3.3	Relevans för Kronoberg	26
4.	Analys: Möjligheter till, och effekter av, olika drivmedel och driftstekniker för stads- och regionbusstrafiken	27
4.1	Energianvändning samt miljö- och klimatpåverkan för dagens fordonssammansättning	27
4.2	Energianvändning samt miljö- och klimatpåverkan i jämförelse med andra driftstekniker	29
4.3	Driftsekonomi	33
4.4	Samhällsekonomi och kundnytta	38
4.5	Tillgång/distribution av bränslen	39
5.	Tekniker och effekter av helelektrisk drift för stadsbusstrafiken i Växjö	41
5.1	Lämpliga tekniker för elektrifiering	41
5.2	Driftsekonomi	47
5.3	Samhällsekonomiska effekter och kundnytta	50
5.4	Miljöeffekter och måluppfyllnad	51
5.5	Total effekt med elektrifierad stadsbusstrafik	52
6.	Slutsats och diskussion	57

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Region Kronoberg har som kollektivtrafikmyndighet i Kronobergs län antagit ett trafikförsörjningsprogram som pekar ut riktningen för kollektivtrafikens utveckling. En viktig pusselbit för att regionen ska kunna nå sina uppsatta mål är att busstrafiken blir mer attraktiv för regionens resenärer. En del i en attraktivare kollektivtrafik, förutom täta förbindelser, är att den uppfyller de senaste kraven vad gäller påverkan på miljön.

Idag drivs i princip all linjebusstrafik med fossilfria bränslen. Regionbusstrafiken körs på RME och HVO medan stadstrafiken körs på biogas. Under år 2023 är det avtalsstart för ny linjebusstrafik i hela länet. Kollektivtrafikmyndigheten och Länstrafiken Kronoberg avser att redan nu belysa olika aspekter kring val av drivmedel och fordon.

Utredningen ska ge svar på vilka olika drivmedel som finns och kommer att finnas på bussmarknaden framöver samt vilka för- och nackdelar som finns med respektive drivmedel/driftsteknik.

1.2 Genomförande

Utredningen genomfördes i följande steg:

Befintlig busstrafik och målsättning i Kronoberg

Tillsammans med Region Kronoberg gick vi igenom och sammanställde dagens linjeutbud och bussflotta samt vilka mål som formulerats avseende den kollektiva trafiken med buss i Kronoberg. Vi analyserade underlag avseende linjelängd, trafikutbud, fordonsflotta (typ, storlek, driftsteknik/drivmedel och antal), bränsleförbrukning och antal resenärer fördelat per linje.

Nuläge för drivmedel och elektriska driftstekniker samt driftsatta elbussar

Nuläget på marknaden avseende driftstekniker och drivmedel kartlades och för- och nackdelar (inte minst påverkan på klimatet för olika produkter inom ett drivmedel) med respektive system/drivmedel sammanställdes. Kartläggningen omfattade också eventuella framtida drivmedelsalternativ. I denna del kartlades även driftsatta elbussar med fokus på Sverige och Europa. Genomgången omfattade vilka tekniker som använts, vilka erfarenheter och resultat som erhållits, hur tekniken har utvecklats under de senaste åren samt hur utveckling kan komma att bli under de kommande 5–10 åren.

Analys: Möjligheter till, och effekter av, olika drivmedel och driftstekniker för stads- och regionbusstrafiken

Utifrån dagens busstrafik i Kronoberg och utbudet på dagens buss- och drivmedelsmarknad jämfördes effekterna av drift med HVO, RME, biogas samt elektricitet utifrån:

- ▶ Driftsekonomi
- ▶ Samhällsekonomi
- ▶ Tillgång/distribution av bränslen
- ▶ Miljöpåverkan
- ▶ Kundnytta

Trivector har genom tidigare uppdrag införskaffat teoretiskt och empiriskt underlag baserat på driftsdata, uppföljningsresultat och forskning. Detta nyttjades som schablonmässig indata till analysen, men eftersom varje stad och region har olika förutsättningar som påverkar driften togs hänsyn till specifik driftsdata i Kronoberg, såsom drivmedelsförbrukning (från FRIDA eller annan källa) och kostnader, för att kalibrera den indata som nyttjas i analysen. Därtill togs hänsyn till befintliga depåer och tankanläggningar, eventuella områden/zoner känsliga för buller och/eller luftföroreningar samt dagens elnät och eventuella områdena med hög belastning på elnätet.

Fördjupning: Effekter av helelektrisk drift för stadsbusstrafiken i Växjö

En fördjupad analys utfördes specifikt för elektrifiering av stadsbusstrafiken i Växjö där en jämförelse med dagens bränsle biogas gjordes. Analysen utgick från resultaten i tidigare genomförda moment och gav svar på:

- ▶ Vilka tekniker som är lämpliga för elektrifiering av stadsbusstrafiken i Växjö
- ▶ Vilka konsekvenser en elektrifiering medför avseende trafikekonomi
- ▶ Vilka samhällsekonomiska effekter som erhålls jämfört dagens situation med biogasdrift
- ▶ Hur helelektrisk drift svarar mot målen i trafikförsörjningsprogrammet

Presentation

Utredningen presenteras i denna skriftliga rapport, och i form av PowerPoint-presentation.

2. Dagens busstrafik och målsättning i Kronoberg

2.1 Målsättning

I Trafikförsörjningsprogram (TFP) Region Kronoberg 2016 – 2025 finns målen för kollektivtrafiken i Kronoberg formulerade. Den allmänna målbilden är *Hållbar kollektivtrafik för alla*. Därtill finns mål inom fyra målområden; Attraktivitet och användbarhet, Miljö och hälsa, Tillgänglighet för regional tillväxt, samt Ekonomi.

Målen följs upp med hjälp av indikatorer. Relevanta indikatorer och målvärden för denna studie är:

- ▶ Resandet ska i genomsnitt öka med minst 3 % per år, och uppnå minst 10,6 miljoner resor år 2020 och minst 12,4 miljoner resor år 2025
- ▶ Antal personkilometer ska öka i minst samma takt som antal resor
- ▶ Samtliga fordon i den upphandlade trafiken ska köras på förnyelsebara bränslen år 2020
- ▶ Utsläpp av partiklar från busstrafik ska vara max 0,015 g/kWh (0,02 g/kWh år 2014)
- ▶ Utsläpp av kväveoxider från busstrafik ska vara max 1 g/kWh (2 g/kWh år 2014)
- ▶ Energieffektiviteten ska öka. Max 0,15 kWh/personkilometer i busstrafiken

Målvärdena inom miljöområdet (de fyra sista punkterna) är i enlighet med de mål som återfinns i det branschgemensamma miljöprogrammet inom ramen för Partnersamverkan för en fördubblad kollektivtrafik¹.

2.2 Dagens trafik

Utbud, resande, avtal och drivmedel

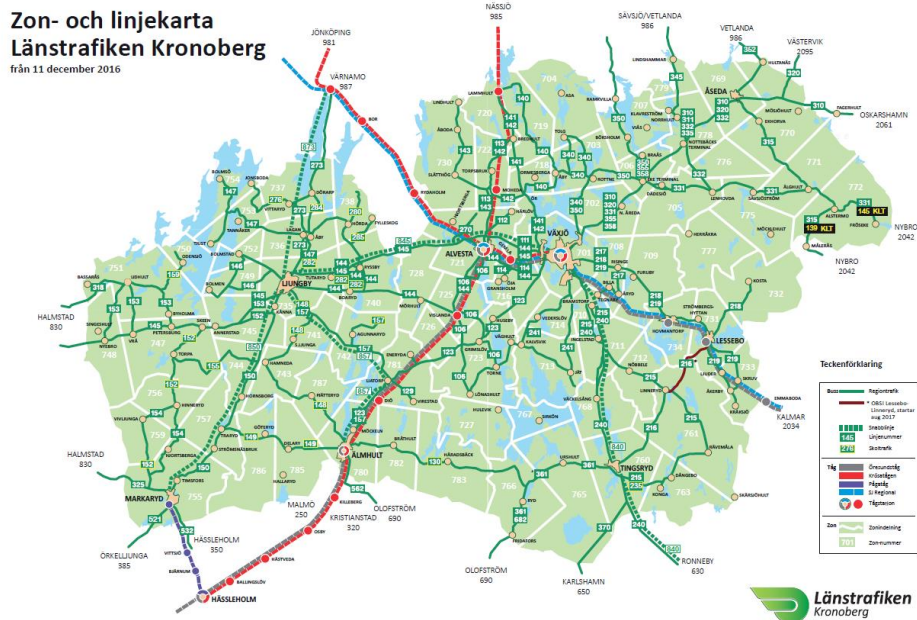
Region Kronoberg består av 8 kommuner, Alvesta, Lessebo, Ljungby, Markaryd, Tingsryd, Uppvidinge, Växjö och Älmhult. I samtliga kommuner finns regional kollektivtrafik med buss, och därtill stadstrafik i Växjö och Älmhult. I denna utredning koncentrerar vi oss på stadstrafiken i Växjö, som är den enda staden med stadstrafik av nämnvärd volym och struktur².

¹ Branschgemensamt Miljöprogram, VERSION 2.0. Beslutad av styrgruppen för Partnersamverkan för en fördubblad kollektivtrafik, november 2013. Bakom programmet står Svensk Kollektivtrafik, SKL, Svenska Bussbranschens Riksförbund, Svenska Taxiförbundet och Trafikverket

² Även i Älmhult finns stadstrafik, men endast en linje (linje 30), som främst trafikerar mellan Resecentrum och Handelsområdet med bl.a. IKEA.

Regiontrafik med buss

I den regionala trafiken återfinns 58 busslinjer, se linjekarta i Figur 2-1.



Figur 2-1 Zon- och linjekarta för Regiontrafiken, Länstrafiken Kronoberg. Gäller från december 2016.
Källa: www.lanstrafiken.se

I dagsläget finns det 11 separata avtal för den regionala linjebussstrafiken. Övriga avtal berör skolskjuts och serviceresor.

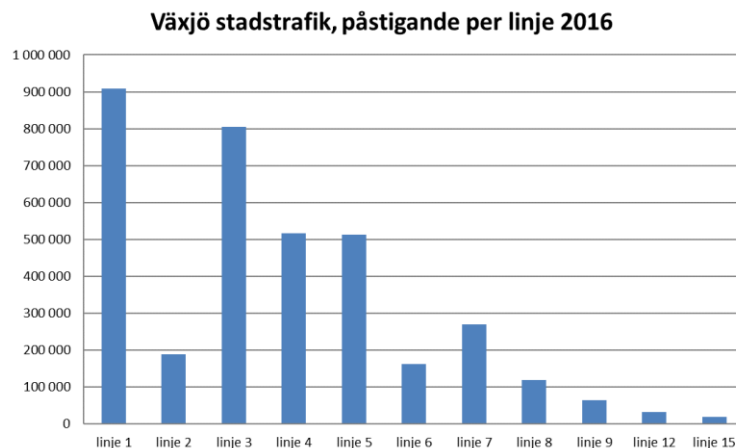
Växjö stadstrafik

I Växjö stadstrafik finns 11 linjer; linje 1 – 9 samt linjer 12 och 15, se Figur 2-2. De två sistnämnda är industriliner som går från Resecentrum till industriområden i västra resp. norra delen av Växjö.



Figur 2-2 Linjekarta för stadstrafiken i Växjö. Källa: www.lanstrafiken.se

Huvudnätet består av linje 1 – 9, där linjerna 1 och 3 har mest frekvent utbud och därför med bred marginal störst resande (tillsammans nära hälften av alla påstigande), följt av linjerna 4 och 5, se Figur 2-3.



Figur 2-3 Antal påstigande per linje för stadstrafiken i Växjö (2016).

I dagsläget finns det ett avtal för stadstrafiken i Växjö (Bergkvarabuss).

Miljö

Enligt TFP 2016 – 2025 har utsläpp av både kväveoxider och partiklar minskat kraftigt under de senaste åren. Den linjelagda fordonsflottan byttes ut i sin helhet under 2013 och detta fick till följd att Växjö stadstrafik numer i sin helhet drivs med biogasbussar (37 st). När det gäller den regionala linjetrafiken var andelen bränsle år 2016 enligt följande:

- ▶ HVO 5,1 %
- ▶ RME/FAME 94,4 %
- ▶ Fossil Diesel 0,5 %

Totalt sett är andel förnybara drivmedel inom busstrafiken (inkl. serviceresor och skoltrafik) ca 60% enligt TFP 2016 – 2025. Däremot har energiförbrukningen i länets busstrafik, mätt som kWh/personkilometer, legat relativt konstant de senaste åren med en liten ökning mellan 2013-2014. Enligt TFP kan det till viss del förklaras av att en del av bussflottan numer drivs av biogas³.

Sammanställning nyckeltal

Nedan återfinns en sammanställning av de viktigaste nyckeltalen för regionbusstrafiken och stadstrafiken i Växjö.

Tabell 2-1 Sammanställning av nyckeltal för regionbusstrafiken i Kronoberg, samt Växjö stadstrafik.

Trafiktyp	Antal avtal*	Fordonstyp	Antal bussar**	Vagnkm/år*** (2016/2017)	Drivmedel	Påstigande/år (2016)
Regionbuss	11	Normalbuss	46	1 780 800	(bio-)diesel	3,02 milj.
		Boggibuss	79	6 315 634	(bio-)diesel	
		Dubbeldäckare	9	711 670	(bio-)diesel	
Växjö stadstrafik	1	Ledbuss	6	224 223	biogas	3,59 milj.
		Normalbuss	31	2 670 279	biogas	

* Avseende linjetrafik

** Turkm

*** Exklusive reserv

³ TFP 2016 – 2025: *Biogas innehåller mycket energi vilket innebär att biogasen är ett relativt energikrävande bränsle. Ju större del av trafiken som drivs av biogas desto mindre energieffektiv blir trafiken. Det är dock viktigt att påpeka att även biogasmotorer förfinas och blir mer optimerade.*

3. Drivmedel och elektriska driftstekniker

Följande kapitel omfattar en kartläggning av dagens bussmarknad och befintligt utbud av alternativa drivmedel och driftstekniker. För- och nackdelar med olika tekniker analyseras och den framtida potentialen uppskattas utifrån dagens kunskapsläge. Teknikens mognad bedöms och exempel på var i Europa tekniken idag finns driftsatt, och i vilken omfattning, presenteras.

Slutligen förs en diskussion om relevans och överförbarhet för trafiken i Region Kronoberg (region- och stadstrafik).

3.1 Etablerade biodrivmedel på marknaden

FAME/RME

FAME står för fettsyrametylestrar och kan framställas av olika typer av oljeväxter t ex raps, solros, soja och palm. Det är också möjligt att tillverka FAME av animaliska fetter samt vegetabilisk- och animalisk avfallsolja. Det finns även andra biooljeråvaror som eventuellt kan bli intressanta på längre sikt som till exempel Camelina (en oljeväxt) eller algolja. I Norden används vanligen rapsolja då den har koldegenskaper som gör drivmedlet bättre lämpat för nordiskt klimat. Den här sortens FAME kallas RME, vilket står för rapsmetylestrar. Det är möjligt att köra dieselfordon på 100 % FAME men energiinnehållet är lägre än fossil diesel och det krävs vissa materialanpassningar på fordonen. För att köra på 100 % FAME krävs det ett godkännande från fordonets motortillverkare.

HVO

HVO står för hydrerad vegetabilisk olja och kan framställas av olika typer av oljeväxter, t ex raps, solros och palm. HVO kan också framställas från tallolja som är en restprodukt från skogsindustrin. När bränslet introducerades på marknaden var råvarubasen endast vegetabilisk, därav bränslets namn, men i dagsläget är det också möjligt att tillverka HVO från animaliska fetter, exempelvis djurfett från slaktavfall. Råvara som också kan användas för att framställa biogas. För att tillverka HVO måste fettsyror reagera med vätgas vid hög temperatur och under högt tryck. Vätgasens ursprung är således också viktig för bränslets totala klimatpåverkan. Spårbarhet är viktigt för HVO eftersom framställning från palmolja idag kan ske med dåliga arbetsförhållanden och med råvara från plantager på avverkad regnskogsmark. HVO framställd i Norden har goda klimategenskaper och eftersom bränslet är nästan identiskt med fossil diesel tillåter flera busstillverkare idag 100 % HVO i sina Euro V- och VI-motorer utan behov av åtgärder. Tillgången på hållbar HVO är idag en osäkerhetsfaktor.

Biogas

Biogas bildas genom en syrefri, organisk nedbrytningsprocess. I huvudsak består gasen av metan och koldioxid, men den innehåller också lite svavelväte och vattenånga. Produktion av biogas sker i första hand i biogasanläggningar, där organiskt material rötas i en rötkammare. Gasens metanhalt ligger vanligtvis omkring 60–70 procent. Biogas produceras också naturligt på deponier med organiskt avfall. Framställning av fordonsgas är ett stort användningsområde för biogas. Biogasbaserad fordonsgas framställs genom en uppgradering av biogas och lokalt framställd biogas har goda klimategenskaper. Huvuddelen av biogasproduktion i Kronoberg sker idag i Växjö med framställning från slam och matavfall. Därtill finns produktion av biogas i Alvesta (säljer till Växjö) och planer på ytterligare produktion i Ljungby. Det ska beaktas att biogas från annat ursprung än dagens lokala produktion i regionen kan medföra andra klimategenskaper. Den sammantagna effekten av biogas är också svårbedömd och olika metoder för att bedöma utsläppsfaktorer för biogas kan ge olika resultat. Detsamma gäller övriga biodrivmedel där råvarans ursprung är en viktig faktor för att avgöra klimatpåverkan från bränslet, främst avseende HVO.

I Växjö producerades 14,5 GWh biogas år 2016. Av denna mängd förädlades nästan 12 GWh till biogas för fordonsdrift. Målsättningen är en produktion på 20 GWh och max. kapacitet på befintlig anläggning är 21 GWh. Därtill tillkommer produktion från Alvesta och i framtiden eventuellt även från Ljungby.

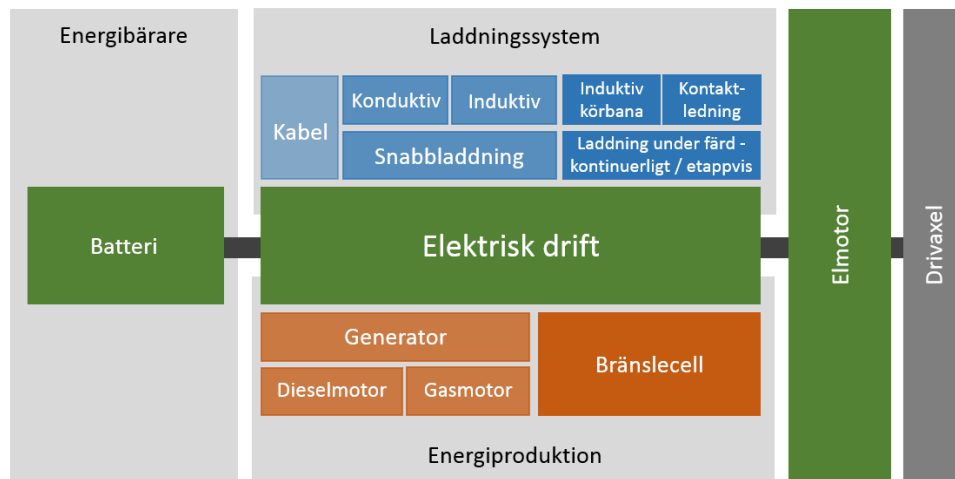
3.2 Bussteknologier

Mekanisk drivlina (konventionell teknik)

Att fortsatt nyttja konventionella bussar med mekanisk drivlina kan vara ett alternativ för busslinjer där en omställning till ny teknik inte kan anses möjligt eller ekonomiskt försvarbart. Den senaste utsläppsklassen Euro VI medför en betydande förbättring jämfört med tidigare utsläppsklasser och relativt låga utsläpp generellt. Med biodrivmedel i tankarna kan också utsläpp av fossil CO₂ reduceras. Fördelarna är att det i regel är ett billigt alternativ och att det inte krävs några extra åtgärder utöver att införskaffa fordonen. Nackdelarna är att lokala utsläpp och buller kvarstår samt att energieffektiviteten förblir låg. Värt att beakta är att gasmotorer inte finns med lika hög effekt som dieselmotorer, vilket kan vara en begränsning för större fordon som kör krävande omlopp med stora nivåskillnader längs körvägen. Gasbussar nyttjar idag komprimerad gas i en ottomotor, vilket är den av dagens bussmotorer som har lägst verkningsgrad.

Elektrisk drivlina (möjligheter med ny teknik)

Med en elektrisk drivlina erhålls potential för ökad energieffektivitet och en palett av olika alternativ för energiförsörjning. Beroende på vilka krav som ställs på bussen kan olika former av helelektrisk drift eller hybridlösningar nyttjas.



Figur 3-1 Valmöjligheter avseende energitillförsel för bussar med elektrisk drivlina.
Ursprunglig bildkälla: Solaris. Modifierad av författare.

Hybridbuss, (bio-)gas eller (bio-)diesel

Hybridteknik finns i dagsläget i två utföranden, seriell hybriddrift och parallell hybriddrift. Seriell hybriddrift innebär i grunden en elektrisk drivlina med en gas- eller dieseldriven generator som förser en eller flera elmotorer med energi. Därtill finns ett batteri för energilagring som möjliggör för generatorm att arbeta kontinuerligt på jämna varvtal och lagring av regenererad bromsenergi. Systemet motsvarar elektrisk drift med energiproduktion via generator enligt Figur 3-1. Parallell hybriddrift innebär en mekanisk drivlina med förbränningsmotor som får extra stöd av ett parallellt elektriskt system med elmotor och batteri som lagrar regenererad bromsenergi. Detta system ingår inte i Figur 3-1 utan är mer ett konventionellt system med ett extra stödsystem. Hybridbussar kan inte tilläggsaddas externt utan tankas endast med bränsle.

Hybriddrift utan tilläggsaddning är ett alternativ som kan minska buller och bränsleåtgång till en lägre kostnad än helelektriska alternativ eftersom fordonen i regel är billigare och inte erfordrar någon infrastruktur för laddning. Räckvidden begränsas inte heller. Hybriddriften kan förväntas sänka energianvändningen med 10–30 % beroende på körmonster (praktiska resultat från hybridbussdrift har hittills haft stor resultatspridning). Hybridisering gör främst nytta i stadstrafik där det förekommer många start och stopp. Lokala utsläpp och buller kvarstår, dock med viss reduktion. Genom att tanka biodrivmedel reduceras utsläppen av fossil CO₂ och ytterligare reduktion erhålls därutöver med den högre energieffektiviteten som hybriddriften medför.

Tabell 3-1 Styrkor och svagheter - hybridbussar med förbränningsmotordriven generator

Styrkor	Svagheter
+ Relativt billigt, kräver ingen infrastruktur annat än tankstation + Flexibelt eftersom räckvidden inte begränsas jämfört med konventionell drift + Finns i fordonsstorlekar 12–24* meter + Behöver inte laddas + Goda klimategenskaper om hållbara biobränslen nyttjas för generatordrift	- Sämre energieffektivitet än laddbara fordon - Motorbuller och lokala utsläpp kvarstår - Kan i praktiken tankas med fossilt bränsle och kräver därför kontroller - Framtida tillgång på hållbar HVO är osäker - Hybrider med gasdrift är ovanliga på marknaden - Flytande bränsle medför distributionstransporter - Parallellhybrider har två olika driftsystem av serva

* Boggibussar kräver dock sannolikt specialbeställning och möjligheterna beror på antalet bussar som efterfrågas.

Teknisk mognad och framtidsspaning

Dieseldrivna hybridbussar är idag ett etablerat alternativ på den europeiska marknaden. Bussarna finns i ett flertal fordonsstorlekar upp till 24m. Hybridbussar med gasdrift är däremot mer sällsynta på dagens marknad. Van Hool är en av få tillverkare som marknadsför tekniken på sin hemsida genom att erbjuda 18m och 24m BRT-fordon med gashybriddrift. 24m varianten är den variant som idag rullar i Malmö och i Bergen. Utöver dessa är det oklart om det har sålts några gashybrider på den europeiska marknaden till dags datum.

Tekniken har idag inga direkta begränsningar och bedöms inte genomgå några större förändringar under de kommande åren. Möjligen kan tekniken finjusteras och energieffektiviteten öka något. På längre sikt finns en risk att tekniken blir överflödigt, om den helelektriska tekniken utvecklas till en fullgod ersättare i stadstrafik, och då kan utbudet av hybridbussar på marknaden minska eller rent av försvinna.

Solaris har exempelvis nyligen sålt 208 hybridbussar med dieseldrift till Belgien. Bussarna är seriella hybrider med superkondensatorer, s.k. supercaps, för lagring av elektrisk energi och levereras mellan 2017–2019. Även t ex Volvo har sålt ett större antal hybridbussar (parallellhybrider) till dags datum.



Figur 3-2 24-meters gashybridbussar rullar idag i Malmö (t.v.) och Bergen (t.h.). Tillverkare Van Hool. Foto: Hannes Englesson.

Hybridbuss, vätgas/bränslecell

En vätgasdriven bränslecell funkar i princip likt ett batteri. Vid anoden delas vätgasen upp i elektroner och protoner. Elektronerna leds genom en elektrisk ledning och bildar en ström. Protonerna vandrar genom en elektrolyt till katoden, där protoner och elektroner reagerar med syrgas och bildar vatten, som är den enda restprodukten från vätgasdrivna bränsleceller.

Vätgas kan produceras med elkraft och vatten, exempelvis inom ett depåområde. Med hjälp av elektricitet delas vattnet upp i sina beståndsdelar via elektrolys. Under denna process uppgår dock energiförlusten till cirka 25 % (vissa källor anger en ännu större förlust, 30–40 %). Ett alternativt sätt att producera vätgas är att dra nytta av den vätgas som kan uppstå som en biprodukt i vissa industriella processer. Då handlar det om vätgas som restprodukt från fossila källor som, om den inte tas tillvara, istället förbränns. Vätgas används i huvudsak för omvandling till elektricitet i en bränslecell ombord på en buss med elmotor, det vill säga en form av hybriddrift. Driftsatta bränslecellsbusar finns idag i mycket liten utsträckning i Europa, i regel genom olika testprojekt. Fördelen med tekniken är att den möjliggör emissionsfri drift med lång räckvidd.

Tabell 3-2 Styrkor och svagheter - hybridbussar med vätgasdrivna bränsleceller

Styrkor	Svagheter
+ Utsläppsfri drift med lång räckvidd + Låga bullernivåer + Behöver inte laddas	- Fortfarande en omogen teknik, osäkerheter avseende bränslecellers livslängd, driftsäkerhet och framtida kostnader - Höga kostnader - Begränsad infrastruktur för tankning av vätgas - Stora energiförluster vid hållbar framställning av vätgas (elektrolys) - Begränsat fordonsutbud på marknaden

Teknisk mognad och framtidsspaning

Bränslecellsbusar är idag endast driftsatta på ett fåtal platser i Europa, bland annat genom tester med enstaka busar i Hamburg, London och Oslo.

Att förutspå bränslecellsbusarnas framtid är mycket svårt. Några busstillverkare tror på tekniken och arbetar aktivt med att utveckla och driftsätta tekniken med stöd av forskningspengar från EU. Samtidigt har tekniken ”varit på gång” sedan millennieskiftet men fortfarande har den inte lyckats etablera sig på marknaden och flera frågetecken kvarstår. Medan batteribusstekniken har gjort stora framsteg under de senaste åren har bränslecellstekniken ännu inte lossnat. Och frågan är om, eller när, den kommer att lossna. Bussarna är fortsatt prototyper och mycket dyra.

Laddhybridbuss, (bio-)diesel

Genom att förse en hybridbuss med ett större batteri och möjliggöra extern tilläggsaddning från elnätet kan bussen trafikera en längre sträcka med helelektrisk drift utan generatorkraft. Detta medför en förbättrad energieffektivitet och lägre utsläpp jämfört med motsvarande hybridbuss. Det medför också en möjlighet att styra på vilka delsträckor som helelektrisk drift ska nyttjas för att undvika utsläpp och buller i känsliga miljöer. Tekniken ska inte förväxlas med en elbuss med range extender. Det sistnämnda är en helelektrisk buss som i nödfall kan ta sig vidare med hjälp av en förbränningsmotor via en generator, och vanligen inte anpassad för generator drift i ordinare trafik även om sådana lösningar finns i t.ex. Umeå.

Tabell 3-3 Styrkor och svagheter - laddhybridbussar med förbränningsmotordriven generator

Styrkor	Svagheter
+ Möjliggör helelektrisk drift på delsträckor + Längre räckvidd än helelektriska bussar + Hög energieffektivitet + Dubbla system ger högre driftsäkerhet + Mycket goda klimategenskaper om hållbara biobränslen nyttjas för generator drift och bussen laddas med förnybar el	- Bunden till laddningsinfrastruktur - Motorbuller och lokala utsläpp kvarstår på delar av sträckan - Kan i praktiken tankas med fossilt bränsle och kräver därför kontroller - Framtida tillgång på hållbar HVO är osäker - Finns inte med gasdrift i dagsläget - Flytande bränsle medför distributionstransporter - Endast 12m standardbussar etablerade på marknaden - Få tillverkare av laddhybrider på marknaden - Parallellhybrider har två olika driftsystem av serva - Hög investeringskostnad

Teknisk mognad och framtidsspaning

På dagens marknad är det framförallt Volvo som har satsat på laddhybridbussar med en 12m standardbussmodell inom sitt ordinarie sortiment. Därutöver har ett par andra tillverkare driftsatt ett fåtal laddhybrider. Vanligen laddas bussarna induktivt med pantograf. Utöver ett fåtal bussar från ADL, dubbeldäckare med induktiv laddning driftsatta i London, är det endast 12m standardbussar som driftsatts med laddhybridteknik. Framtiden är något oviss eftersom tekniska förbättringar och ökad erfarenhet av helelektrisk driftsteknik kan göra tekniken överflödig. Idag driftsatta bussar i Europa:

▶ Namur, Belgien:	11 bussar från Volvo, induktivt
▶ Tallinn, Estland:	24 bussar från Volvo, induktivt
▶ Bertrange, Luxemburg:	12 bussar från Volvo, induktivt
▶ Valladolid, Spanien:	5 bussar från Vectia, induktivt
▶ Göteborg, Sverige:	7 bussar från Volvo, induktivt
▶ Stockholm, Sverige:	8 bussar från Volvo, induktivt
▶ Södertälje, Sverige:	1 buss från Scania, induktivt

Med start 2017 ska Volvo leverera ytterligare 25 bussar till Skottland, fem bussar i Sverige och 55 bussar till Belgien.

Helelektrisk buss, långsamladdning i depå

Helelektriska bussar med större batterier ombord på fordonen som långsamladdas i depå (i regel via kabel med 20–80 kW) testas på flera håll i Europa idag. Batterierna är optimerade för att lagra energi och således maximera fordonens räckvidd. Detta innebär dock att laddningseffekten begränsas varpå långsamladdning är det enda alternativet för dessa batterier i dagsläget. Hög energitäthet och snabb energitillförsel motverkar nämligen varandra med dagens batteriteknik. Räckvidden är en begränsning eftersom alternativa driftsformer saknas. Ett vanligt sett att öka räckvidden är att installera en dieselvärmare som tankas med biodiesel. Uppvärmning är energikrävande och således kan räckvidden på detta sett ökas.

Tillverkare utlovar idag en räckvidd på upp till omkring 30 mil för standardbussar (12m) men i praktiken är räckvidden lägre eftersom många faktorer påverkar den verkliga driften. För ledbussar (18m) är räckvidden kortare och en tillverkare som tillverkar depåladdade ledbussar, BYD, utlovar på sin hemsida en räckvidd på 17 mil. Även i detta fall kan en kortare räckvidd förväntas i praktisk drift, i synnerhet under tuffa driftsförhållanden. Den begränsade räckvidden och det faktum att bussen i regel måste laddas 4–6 timmar i depå efter avslutad körning gör att tekniken lämpar sig bäst för glesare trafik eller förstärkningstrafik där även laddning under dagtid är möjligt.

Med dagens snabba utveckling av batteritekniken finns det osäkerheter avseende service, reservdelar mm när bussarna blivit några år gamla. I dagsläget finns det också flera osäkerheter med tekniken, inte minst med avseende på räckvidd, batterilivslängd och kostnader.

Tabell 3-4 Styrkor och svagheter med långsamladdade batteribussar

Styrkor	Svagheter
+ Energieffektivt + Inga lokala utsläpp från bussmotorn + Mycket låg klimatpåverkan i drift förutsatt förnybar el + Låga bullernivåer + Kräver endast infrastruktur på depån (laddningsanordningar) + Låga driftskostnader	- Krävs i regel fler fordon då laddningstiden är lång och räckvidden osäker - Tekniken är fortfarande omogen och i ständig utveckling - Kan krävas förstärkt elmatning till depå. - Endast ett fåtal tillverkare erbjuder 18m ledbussar - Hög investeringskostnad för fordon - Framtida kostnader är svåra att bedöma - Risk för att batterivikten medför kapacitetsproblem - Ingen gemensam teknikstandard i dagsläget

**) Europeiska standarder förväntas införas 2019 och internationella standarder 2020. Redan nu har dock busstillverkarna Irizar, Solaris, VDL och Volvo, tillsammans med laddningsutrustningstillverkarna ABB, Holoix och Siemens, enats om att etablera ett öppet gränssnitt mellan bussar och laddningsutrustning för att underlätta introduktionen av elbussystem i europeiska städer.*

Teknisk mognad och framtidsspaning

Tekniken erbjuds idag av ett flertal tillverkare men oftast är det 12m standardbussar eller mindre bussar som erbjuds. Det finns också ett fåtal tillverkare som erbjuder 18m ledbussar. I dagsläget finns det inga 24m dubbelledbussar med långsamladdad batteridrift tillgängliga på marknaden, även om det finns indikationer på att sådana är under utveckling. Batteritekniken utvecklas idag i rask takt och sannolikt kommer fordonens räckvidd att öka successivt framöver. Samtidigt kommer då laddningstiden sannolikt att öka eftersom hög laddningseffekt idag kräver en batterikonfiguration som begränsar energilagringsskapaciteten, och vise versa. Nya batteritekniker och batterisystem kan dock etableras och det är idag svårt att bedöma hur tekniken presterar om 10–15 år. Med dagens batterityper finns det dock tekniska och kemiska begränsningar som medför en betydande batterivikt och en begränsad räckvidd. Några enorma skillnader i räckvidd kommer sannolikt inte att vara möjligt med dagens batteriteknik, snarare är det priset som kommer att sjunka succesivt i takt med att tekniken etableras.

I dagsläget finns det uppskattningsvis omkring 300 långsamladdade batteribussar i drift i Europa (≥ 12 m). Nära nog samtliga är 12m standardbussar men även några enstaka bussar 14-18m testas samt ett par dubbeldäckare i London. Långsamladdade elbussar levereras kontinuerligt och antalet driftsatta bussar ökar kontinuerligt, men ofta som en liten del av en större bussflotta.



Figur 3-3 Batteridriven depåladdad standardbuss i Ängelholm. Tillverkare BYD. Foto: Ida Blank.

Helelektrisk buss, snabbladdning

Snabbladdade bussar är försedda med batterier anpassade för energiöverföring med hög effekt. Genom att etablera snabbladdningsstationer, i regel på linjens ändhållplatser, kan bussen laddas konduktivt via en pantograf eller induktivt via en laddningsplatta i marken. Bussen laddas när den står stilla och konduktiv laddning sker normalt med 150–450 kW⁴. Induktiv laddning är en mer omogen teknik och kan idag inte ladda med samma effekt som konduktiv teknik. Fördelarna med tilläggs-laddning är att bussarna klarar det dagliga arbetet utan att köra till depån och ladda samt att bussarnas batterikapacitet kan optimeras för att undvika onödigt batterivikt. Snabbladdade bussar kan också förses med så kallade superkondensatorer för energilagring istället för batterier. Det är en teknik som lämpar sig för laddning med hög effekt men som har en lägre energilagringsskapacitet. Det finns även exempel på system som kombinerar batterier och superkondensatorer.

För att optimera ett system med tilläggs-laddning måste fordonen anpassas efter respektive busslinje och laddinfrastruktur och fordon måste dimensioneras som en del av ett system efter rådande förutsättningar. Förseningar kan vara svåra att hantera eftersom bussarna måste laddas. Laddtiden medför också ofta längre omloppstider och eventuellt ett ökat fordonsbehov. Detta kan medföra begränsningar och minska bussarnas flexibilitet men genom att dimensionera bussarna efter den tyngsta linjen de ska serva kan de användas på ett flertal linjer, dock med viss teknisk överkapacitet i bussarna.

En generellt uttalad gräns för tekniken i dagsläget är en linjelängd på ca 15 km, för längre linjer rekommenderas i regel andra tekniker. Systemet kan utformas på olika sätt, t ex med laddstationer på hållplatser längs rutten. Det vanligaste utförandet är att etablera laddningsstationer på en linjes ändhållplatser.

Tabell 3-5 Styrkor och svagheter med snabbladdade helelektriska bussar

Styrkor	Svagheter
+ Energieffektivt + Inga lokala utsläpp från bussmotorn + Näst intill ingen klimatpåverkan i drift förutsatt förnybar el + Låga bullernivåer + Ingen begränsning i räckvidd för trafik på avsedd linje + 18m ledbussar finns på marknaden	- Längre omloppstid till följd av laddning, behov av extra fordon kan uppstå - Tekniken är relativt omogen och snabb teknisk utveckling medför osäkerheter avseende vilka åtgärder som krävs på längre sikt - Hög investeringskostnad för fordon - Osäkerhet avseende kostnader på längre sikt - Förseningar kan vara svårare att hantera då bussarna måste laddas - Behov av infrastruktur för laddning, ofta placerad på ändhållplatser - Risk för att batterivikten minskar kapaciteten - Ingen gemensam standard i dagsläget*

**) Europeiska standarder förväntas införas 2019 och internationella standarder 2020. Redan nu samarbetar dock ett antal busstillverkare och laddningsutrustningstillverkarna med ett öppet gränssnitt mellan bussar och laddningsutrustning, OppCharge, för att underlätta introduktionen av elbussystem.*

⁴ Högre laddningseffekt testas på några ställen i dagsläget, bland annat i Umeå, Sverige.

Teknisk mognad och framtidsspaning

Systemet testas idag på flera håll i Europa. I Eindhoven finns ett större system i drift sedan december 2016, det hittills (överblickat) största i Europa. 43 st 18m ledbussar från VDL används i ett system med ett flertal linjer och snabbbladdning sker på depå via pantograf för samtliga bussar eftersom depån är belägen centralt nära järnvägsstationen där samtliga linjer vänder. Detta har varit en förutsättning för att systemet ska fungera. Ett liknande system, samma tillverkare och laddningsteknik, ska driftsättas i södra Amsterdam december 2017. Systemet blir dock större med ca 100 st ledbussar.

Framöver kan 24m dubbelledbussar med snabbbladdning bli en realitet eftersom det finns företag som arbetar med att ta fram sådana. Tekniken är också under ständig utveckling och högre laddningseffekter kan bli standard inom ett par år. Främst kommer detta medföra kortare laddningstider men begränsningen i linjelängd, ca 15 km enligt dagens rekommendationer, kommer troligtvis inte att höjas nämnvärt under de kommande åren. Detta eftersom en längre körsträcka kräver mer lagrad energi, och eftersom hög laddningseffekt och hög energilagringsskapacitet kräver olika dimensionering av batteritekniken kommer det att innebära längre laddningstider, vilket inte är önskvärt med detta system då det påverkar omloppstiden. Valet av batteriteknik blir således längre körsträcka med längre laddningstid eller kortare körsträcka med kortare laddningstid, och det finns inga indikationer på att detta kommer ändras under de kommande åren.



Figur 3-4 Tilläggsaddad batteribuss som snabbbladdas vid ändhållplats på linje 55 i Göteborg. Foto: PG Andersson



Figur 3-5 Snabbbladdade batteribussar. T.v. 18m ledbuss i Eindhoven. Konduktiv laddning. Tillverkare VDL/Heliox.
T.h. 12m standardbuss i Berlin. Induktiv laddning. Tillverkare Solaris/Bombardier.
Foto: Hannes Englessen.

Helelektrisk buss, trådbuss

En trådbuss är en helelektrisk buss som med hjälp av stänger monterade på bussens tak hämtar energi från kontaktledningar i luften längs färdvägen. Den tekniska utvecklingen, under de 100 år tekniken funits, har medfört nya möjligheter för trådbussar och på senare tid har fler och fler trådbussar utrustats med mindre batterier för att klara kortare sträckor utan kontaktledning. Det kan t ex användas för att slippa komplicerade och estetiskt dåliga korsningspunkter, för att köra kortare sträckor inom depån eller för att klara strömavbrott/markarbeten på någon delsträcka utan driftsstörningar och med fortsatt helelektrisk drift. Batterierna medför också en möjlighet att ta tillvara på bromsenergi och således minska energiuttaget från elnätet, när inte återmatning till ledningen kan utnyttjas av andra trådbussar.

Den kontinuerliga strömförsörjningen från kontaktledningen gör räckvidd till en ickefråga och bussarna kan rulla utan avbrott för laddning eller tankning. Trådbussens huvudsakliga nackdelar är höga investeringskostnader i infrastruktur och fordon, bundenhet till infrastrukturen samt att ledningar i luften kan anses oestetiskt.

Tabell 3-6 Styrkor och svagheter med trådbuss

Styrkor	Svagheter
+ Väl beprövat + Helelektrisk drift utan avbrott för laddning + Alla befintliga busstorlekar finns tillgängliga + Energieffektivt + Inga lokala utsläpp från bussmotorn + Näst intill ingen klimatpåverkan i drift förutsatt förnybar el + Låga bullernivåer + Hög driftsäkerhet med ny batteriteknik + Ledningar längs körvägen innebär en tydlig och långsiktig satsning på ett kollektivtrafikstråk, s.k. "spåreffekt"	- Hög investeringskostnad för infrastruktur och fordon - Ledningar i luften kan anses oestetiskt - Konventionella trådbussar kan inte nyttjas på linjer utan infrastruktur, viss begränsning i flexibilitet

Teknisk mognad och framtidsspaning

Trådbusstekniken är idag den mest beprövade och tillförlitliga tekniken för elektrisk drift och det finns ett större antal system av varierande storlek i drift världen över. I Europa finns idag ca 150 städer med trådbussystem omfattande totalt ca 1 200 linjer och 11 000 fordon. Trådbussar finns i alla fordonsstorlekar från 10m upp till 25m dubbelledbussar och medför således inga begränsningar i fordonsvalet. Någon större teknisk utveckling för konventionella trådbussar behövs sannolikt inte då tekniken är mogen. Reservbatterierna kan däremot bli bättre men detta är av marginell betydelse. Däremot kan nya tekniker kombineras med trådbussystem. Ett exempel är så kallad IMC (In-Motion-Charging), d.v.s. batteribussar som laddas via kontaktledning under färd för att därefter köra med batteridrift på sträckor/linjer utan kontaktledning. Detta beskrivs närmre i nästa kapitel. Ett annat exempel är trådbussar med batterier och bränsleceller. Nyligen

beställdes tio sådana bussar till Riga, Lettland. Bussarna, 18m ledbussar, ska dels trafikera trådbusslinjer med ström från kontaktledning och dels andra kortare linjer med batteridrift och laddning med vätgasdrivna bränsleceller. Bussarna tillverkas av Solaris och ska levereras vid årsskiftet 2017–2018.



Figur 3-6 Trådbussar på linje 2 i Bergen, vid hållplats Stadsporten. Foto: Sebastian Fält

Helelektrisk buss, laddning under färd

Den snabba tekniska utvecklingen på batterisidan har som tidigare nämnts möjliggjort nya busskoncept som nyttjar trådinfrastruktur. Genom konceptet IMC (In-Motion-Charging) kan batteribussar försedda med stänger köras som trådbussar under kontaktledning och samtidigt ladda batteriet. Därefter kan fordonen köra på batteridrift utan kontaktledning för att sedermera ladda batterierna på nytt när det åter finns kontaktledning att tillgå. I praktiken innebär detta ett system med tilläggs-laddade batteribussar som inte behöver pauser för att ladda batterierna. Genom att exempelvis etablera trådbussinfrastruktur på en sträcka som trafikeras av många busslinjer kan de olika linjerna trafikeras med batteribussar som samnyttjar trådinfrastrukturen för att ladda batterierna. Således finns potential att elektrifiera flera linjer med ett relativt litet behov av trådinfrastruktur.

En tillverkare som arbetar mycket med IMC-teknik är Kiepe, som tagit fram generella riktlinjer för hur mycket infrastruktur som behövs i förhållande till linjens längd. Riktvärden varierar beroende på fordonstyp och medelhastighet och är framtagna med förutsättningen att körvägen är utan nivåskillnader. Exempelvis krävs det enligt riktlinjerna att 20 % av busslinjen har kontaktledning om den trafikeras av 12m standardbussar med en medelhastighet på 30 km/h. Motsvarande andel är ca 35 % för 18m ledbussar och 50 % för 24m dubbelledbussar. Riktlinjerna ska endast ses som indikationer för om det är möjligt med IMC-drift och det krävs alltid detaljerad dimensionering för att ge säkra svar.

Tabell 3-7 Styrkor och svagheter med IMC

Styrkor	Svagheter
+ Flexibelt system + Helelektrisk drift utan avbrott för laddning + Bygger delvis på välbeprövad och mogen teknik + Energieffektivt + Inga lokala utsläpp från bussmotorn + Näst intill ingen klimatpåverkan i drift förutsatt förnybar el + Låga bullernivåer + Kombinerar styrkorna från flera tekniker för helelektrisk drift + Lägre investeringskostnad för infrastruktur jämfört med konventionella trådbussystem	- Hög investeringskostnad för fordon - Ledningar i luften kan anses oestetiskt men behovet av kontaktledning reduceras - Behöver delsträckor med kontaktledning, viss begränsning i flexibilitet för fordonen

Teknisk mognad och framtidsspaning

Flera städer med befintligt trådbussnät planerar, eller har redan genomfört, linjeförlängningar och nya linjer utan kontaktledning som istället trafikeras med IMC-bussar. Exempel på driftsatta system är Landskrona, Sverige (en 12m standardbuss) och Esslingen, Tyskland (fyra 18m ledbussar). En förbättrad batteriteknik kan på sikt möjliggöra längre sträckor utan kontaktledning men samtidigt måste batterierna hinna laddas igen och således finns det samma begränsning som för tilläggs-laddade bussar, en längre räckvidd hjälper inte om det inte finns tid (och sträcka i detta fall) att ladda upp batterierna igen. Laddeffekten är normalt 150 kW.



Figur 3-7 IMC-buss i Esslingen med nedfällna trolleysträngar och körning på batteri.
Foto: PG Andersson

3.3 Relevans för Kronoberg

Vilka av de ovanstående teknikerna och drivmedlen kan vara aktuella för trafiken i Region Kronoberg? Nedan för vi ett resonemang uppdelat på regionbusstrafik och stadsbusstrafik.

Regionbusstrafik

För regionbusstrafiken kan konstateras att alla de presenterade biodrivmedlen - biogas, RME/FAME och HVO – är aktuella och intressanta att studera effekterna av. Beräkningarna presenteras i kapitel 4.

Det kan dock fastställas att strukturen på landsbygden gör att en elektrifiering av regionbusstrafiken inte bedöms vara aktuell för kommande trafikperiod. Detsamma gäller hybriddrift eftersom landsbyggdstrafik karaktäriseras av relativt jämn hastighet med få stopp och start. Hybriddriften bedöms därmed inte kunna nyttjas på ett gynnsamt sätt.

Stadstrafiken i Växjö

När det gäller stadstrafik är alla de ovan nämnda biodrivmedlen aktuella, men även el- och hybridtekniken. I kapitel 4 presenteras effekterna av biodrivmedlen biogas, RME och HVO samt hybridteknik för stadsbusstrafiken. I kapitel 5 presenteras en mer detaljerad studie av vilka möjligheter till elektrifiering av stadstrafiken i Växjö som finns samt vilka konsekvenser det får.

4. Analys: Möjligheter till, och effekter av, olika drivmedel och driftstekniker för stads- och regionbusstrafiken

Effektberäkningar genomförs för både stads- och regionbusstrafiken gällande skifte från dagens tekniker och drivmedel till fordon som körs med HVO, RME eller biogas. För stadsbusstrafiken studeras även två scenarier där dagens fordon ersätts med dieselhybrider (HVO respektive RME). Utgångspunkten (jämförelsealternativet, JA) är dagens trafikering och fordonssammansättning i Kronoberg och de effekter som studeras är kostnader, energianvändning samt miljö- och klimatpåverkan. Samma fordonssammansättning förutsätts för de olika scenarierna, undantaget gasdrift i regional trafik där befintliga dubbeldäckare måste ersättas med boggibussar eftersom dubbeldäckare idag inte finns tillgängliga med gasdrift. Avseende lokala utsläpp ska det beaktas att nuläget utgår från en flotta med nästan enbart bussar med utsläppsklass Euro V / EEV. För de olika scenarierna förutsätts nya bussar med utsläppsklass Euro VI, vilket är av stor betydelse i detta avseende.

4.1 Energianvändning samt miljö- och klimatpåverkan för dagens fordonssammansättning

Majoriteten av dagens bussar, >95 %, uppnår kraven enligt Euro V / EEV och resterande bussar uppnår krav enligt antingen Euro IV eller Euro VI. Eftersom det är en klar majoritet Euro V / EEV bussar förenklas effektberäkningarna genom ett antagande att samtliga bussar lyder under Euro V / EEV.

Följande koldioxidutsläppsvärden och koldioxidreduktion för respektive drivmedel har använts i beräkningarna. Värdena avser Well-to-Wheel, WTW⁵.

Tabell 4-1 Koldioxidutsläpp och reduktionsfaktor för olika driftstekniker.

Driftsteknik	g CO _{2ekv} /kWh	CO ₂ -reduktion
Diesel	320	
HVO	70	-78 %
RME (biodiesel)	92	-71 %
Biogas (avfall)	40	-88 %

⁵ Well to Wheel innebär att utsläppen ifrån bränslets hela livscykel tas med i analysen.

Eftersom typ av trafik och typ av bussar varierar mellan linjer och inom de olika avtalsområdena samt att bussars energianvändning varierar beroende på faktorer som väder, förare, busstillverkare mm beräknas effekterna av olika driftstekniker utifrån schablonvärden. Trivector har i tidigare uppdrag erhållit driftsdata och underlag för energianvändning i olika busstyper och med olika driftstekniker. Denna kunskapsbank har tillsammans med driftsdata från trafiken i Kronoberg (för att kalibrera efter lokala förutsättningar som t ex topografi) sammanställts till ett antal grundläggande schablonvärden för energianvändningen i olika typer av bussar. Schablonvärdena ligger till grund för bedömningen av de beräknade effekterna.

Tabell 4-2 Använda värden avseende energiinnehåll i olika bränslen.

Driftsteknik	Snittvärden utifrån fordonssammansättning
Diesel	9,80 kWh/l
HVO	9,58 kWh/l
RME	9,15 kWh/l
Biogas	9,67 kWh/Nm ³

Den tredje bedömningsgrunden är lokala utsläpp där värden för NO_x och PM (Euro V / EEV) är hämtade från fordonsdatabasen FRIDA. För Euro VI har mer detaljerat underlag tagits fram utifrån två aktuella studier⁶ avseende utsläpp i Euro VI-bussar.

Tabell 4-3 Använda emissionsfaktorer för NO_x och PM, Euro V / EEV och Euro VI.

Driftsteknik	NO _x (g/kWh)	PM (mg/kWh)
Euro V / EEV	2	15
Euro VI, Diesel/HVO/RME	0,34	3,2
Euro VI, Biogas	0,24	5,5
Euro VI, Hybrid Diesel/HVO/RME*	0,46	3,0

* Enligt använd indata ökar utsläppen av NO_x per kWh med hybriddrift medan mängd partiklar minskar. I underlaget går att läsa att hybridisering inte automatiskt medför minskade avgasemissioner med hänvisning till att bland annat utformning av drivlinan påverkar hur hårt förbränningsmotorn måste jobba. Dessa värden kan således te sig olika beroende på vilken hybridbuss som införskaffas. Använda värden är ett uppskattat snitt baserat på tillgängligt underlag.

Dagens bränsleanvändning har hämtats för år 2016 och fördelar sig enligt följande:

- ▶ HVO – 5,1 %
- ▶ RME/FAME – 94,4 %
- ▶ Fossil Diesel – 0,5 %

Inkluderad stadsbusstrafik är enbart Växjö där samtliga fordon drivs med biogas.

⁶ *Kunskapssammanställning - EURO VI stadsbussar*. En rapport för Trafikverket. Rapport nr 157078. Ecotrafic, 2015-05-11.
Busser, Euro VI og avgassutslipp - Status 2016/2017. Rapport 1540/2016. TØI, december 2016.

Med dagens fordonssammansättning och trafikering uppgår energianvändning och miljö- och klimatpåverkan enligt tabell nedan.

Tabell 4-4 Energianvändning och miljö- och klimatpåverkan med dagens fordonssammansättning.

	km	kWh	CO ₂ , ton	NO _X , kg	PM, kg
Stadsbuss, Växjö	3 010 000	14 480 000	580	29 000	220
Regionbuss, hela länet	9 400 000	30 100 000	2 770	60 200	450
Totalt	12 410 000	44 580 000	3 350	89 200	670

4.2 Energianvändning samt miljö- och klimatpåverkan i jämförelse med andra drifttekniker

Referensalternativet jämförs i detta kapitel med 5 scenarion, enligt följande:

- 1) Regionbusstrafik HVO
Stadsbusstrafik HVO
- 2) Regionsbusstrafik HVO
Stadsbusstrafik Hybriddrift med HVO
- 3) Regionbusstrafik RME
Stadsbusstrafik RME
- 4) Regionbusstrafik RME
Stadsbusstrafik Hybriddrift med RME
- 5) Regionbusstrafik Biogas
Stadsbusstrafik Biogas

Beräkningarna av utsläpp och energianvändning för respektive drivmedel sammanställs som uppskattade effekter i diagram nedan. Effekterna beräknas utifrån samma antal busskilometrar och bussvarianter gällande storlek som referensalternativet. De nya fordonen antas uppfylla kraven ställda i Euro VI, vilket påverkar de lokala utsläppen av NO_X och PM.

Snittvärdena för energianvändning och emissioner för de olika driftsteknikerna inom region- och stadsbusstrafik i Kronoberg baseras på Trivectors samlade erfarenhet inom forskning och genomförda projekt i närtid kalibrerad mot nuvarande energianvändning för busstrafiken i Kronoberg.

Tabell 4-5 Uppskattad energianvändning per fordonskilometer för olika bränslen och drifttekniker med samma fordonssammansättning som idag.

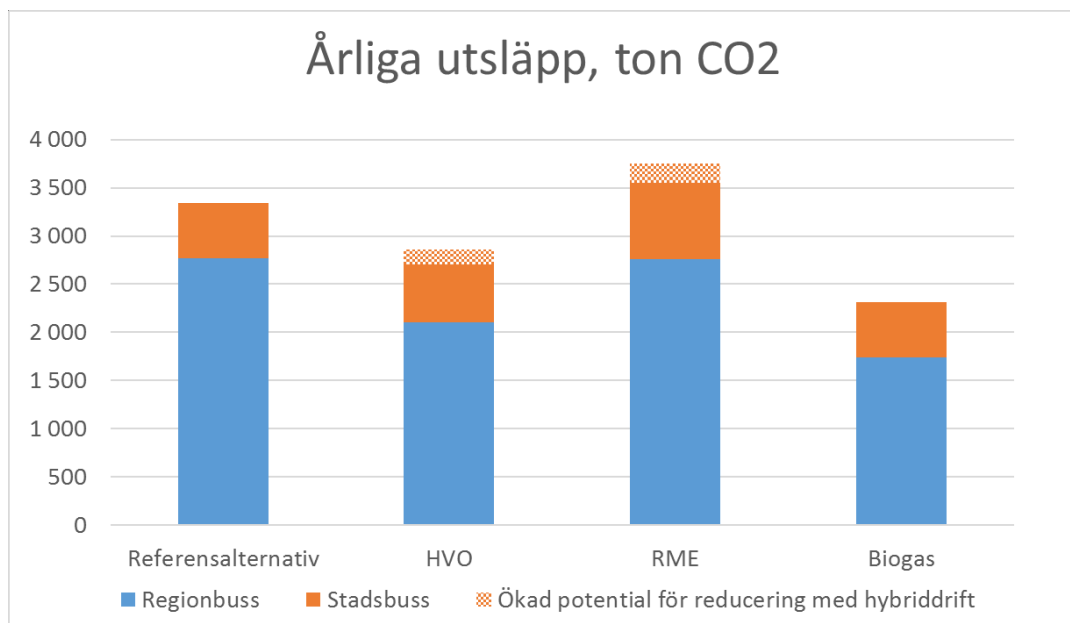
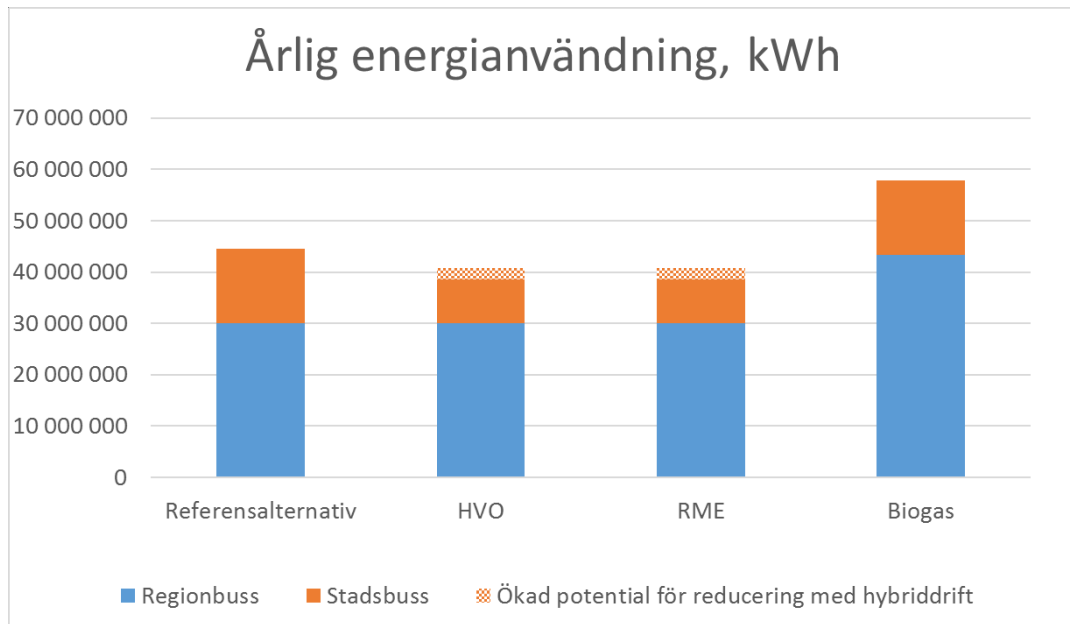
Driftsteknik	Snittvärden utifrån fordonssammansättning (kWh/km)
HVO/RME	
-Regiontrafik	3,4
-Stadstrafik	3,6
Biogas	
-Regiontrafik	4,6
-Stadstrafik	4,8
Hybrid, HVO/RME	
-Stadstrafik	2,8

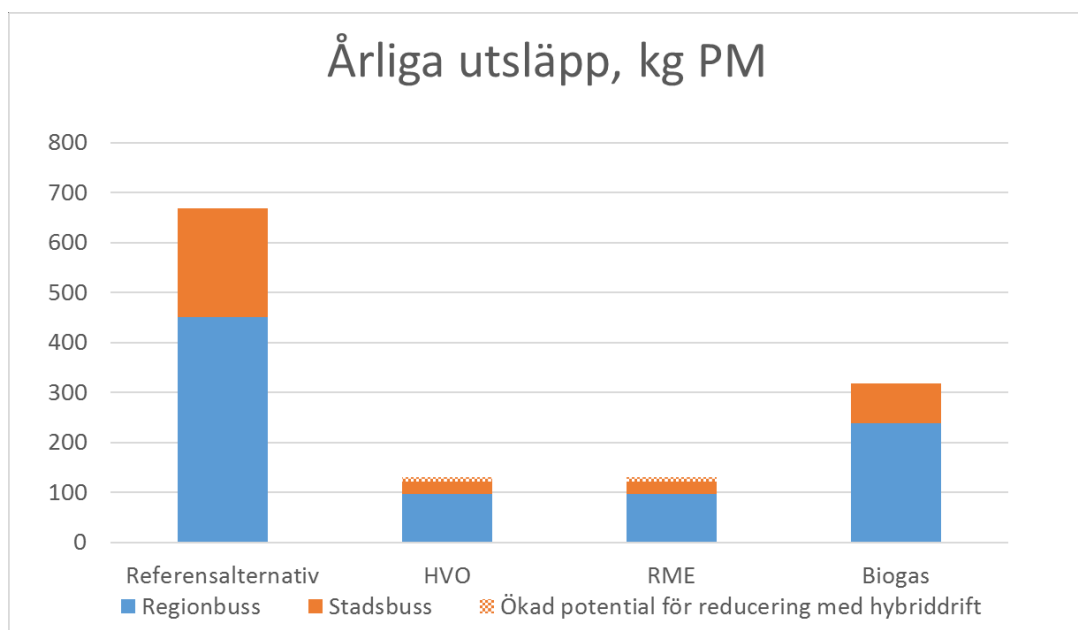
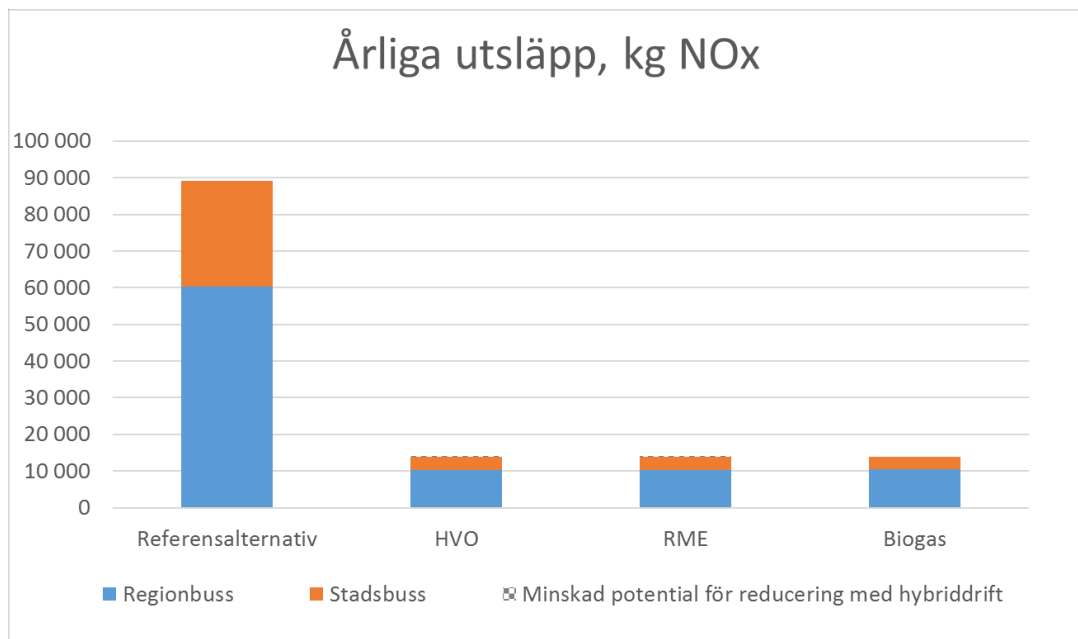
Som tabellen visar är energianvändningen som lägst då regionbusstrafiken drivs på HVO eller RME samt att stadsbusstrafiken nyttjar hybriddrift med HVO eller RME. Biogas ger en högre energianvändning.

Koldioxidutsläppen minskar för samtliga scenarier utom RME-drift. Det beror på att RMEs utsläppsfaktor för koldioxid är högre än för HVO och biogas, som en del av dagens busstrafik drivs med. Specifikt för stadsbusstrafiken ökar koldioxidutsläppen för samtliga scenarier som innebär att driftsteknik byts, vilket grundas i att biogas har den lägsta utsläppsfaktorn för koldioxid bland de analyserade drivmedlen.

I och med att dagens busstrafik i regel uppfyller kraven för Euro V / EEV och att bussarna inom scenarierna antas uppfylla kraven för Euro VI minskar utsläppen av NO_x och PM drastiskt. I efterföljande diagram presenteras regionbusstrafiken med blåa staplar och de orange staplarna motsvarar stadsbusstrafik med hybriddrift. Prickade orange områden tillkommer om hybriddrift inte nyttjas i stadsbusstrafiken.

Vill vi minska energianvändningen skall ett system med HVO eller RME med hybriddrift i stadstrafiken byggas upp. Lägst CO₂-utsläpp ger en totalövergång till biogas. Partiklar minskas bäst genom en övergång till HVO eller RME för samtliga bussar.





4.3 Driftsekonomi

Analysen avseende bedömda kostnader för respektive scenario bygger på schablonvärden som Trivector tagit fram med hjälp av underlag och input från tidigare uppdrag och efterforskning. Värdena har justerats efter dagens prisnivåer. Erhållna resultat ger inga exakta svar men ger tydliga indikationer på vilka ekonomiska effekter som erhålls vid val av olika driftstekniker och drivmedel.

Nedan redogörs för vilka typer av kostnader som inkluderats i beräkningarna:

- ▶ Avskrivningskostnad för fordon
- ▶ Underhållskostnad för fordon
- ▶ Förarkostnad
- ▶ Drivmedelskostnad
- ▶ Övriga kostnader⁷

För avskrivningskostnad antas en ränta på 2,5 % och en avskrivningstid på 10 år. Följande busskostnader har använts för beräkningarna:

Tabell 4-6 Stadsbussar, klass I

	Diesel	Gas	Dieselhybrid
standardbuss	2 100 000	2 600 000	3 300 000
ledbuss	2 900 000	3 400 000	4 500 000

Tabell 4-7 Regionbussar, klass II

	Diesel	Gas
Standardbuss	3 000 000	3 500 000
Boggibuss	3 500 000	4 000 000
Dubbeldäckare	4 500 000	-

Drivmedelskostnaden baseras på följande priser⁸, exklusive moms:

Tabell 4-8 Använda bränslekostnader

Energikälla			
Diesel	10,9	kr/liter	1,1 kr/kWh
HVO	11,0	kr/liter	1,1 kr/kWh
RME	11,0	kr/liter	1,2 kr/kWh
Biogas	13,7	kr/kg	1,1 kr/kWh

⁷ Kostnader som inte bedöms påverkas av valet av driftsteknik och drivmedel, t ex administration. Har uppskattats som ett tillägg till övriga kostnader i nuläget på 20 %.

⁸ Drivmedelskostnaden har uppskattats med hjälp av nuvarande drivmedels- och energipriser i Sverige. Underlag har hämtats från CircleK, E.ON, Energigas.se och OKQ8. Framtida drivmedelskostnader är delvis beroende av förändringar i omvärlden samt politiska kommande beslut och således svåra att uppskatta på rimlig grund. Ev rabatter som bussföretagen har är inte med, men dessa kan antas vara av samma storlek oavsett bränsle.

Uppskattad servicekostnad av fordon:

- ▶ Diesel/HVO 0,45 kr/km
- ▶ RME 0,54 kr/km
- ▶ Gas 0,55 kr/km
- ▶ HVO-hybrid 0,80 kr/km
- ▶ RME-hybrid 0,89 kr/km

Förarkostnad:

- ▶ 350 kr/h

Årliga kostnader

Utifrån redovisat underlag har årliga kostnader beräknats med följande resultat:

Dagens driftstekniker och drivmedel

Tabell 4-9 Regionbusstrafiken

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	470 500 000	2,50%	10	53 760 000
Underhåll				5 030 000
Drivmedel				35 950 000
Förare				132 310 000
Övriga kostnader				45 410 000
Totalt				272 460 000

Tabell 4-10 Stadsbusstrafiken i Växjö

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	101 000 000	2,50%	10	11 540 000
Underhåll				1 660 000
Drivmedel				15 280 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				102 900 000

Sammantaget för allt trafik: 375 360 000 kronor per år

HVO-drift för all busstrafik

Tabell 4-11 Regionbusstrafiken

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	470 500 000	2,50%	10	53 760 000
Underhåll				4 230 000
Drivmedel				33 660 000
Förare				132 310 000
Övriga kostnader				45 410 000
Totalt				269 370 000
<i>jämfört nuläge</i>				-1%

Tabell 4-12 Stadsbusstrafiken i Växjö

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	82 500 000	2,50%	10	9 430 000
Underhåll				1 360 000
Drivmedel				11 990 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				97 200 000
<i>jämfört nuläge</i>				-6%

Sammanlagt för allt trafik: 366 570 000 kronor per år (-2% jämfört nuläge)

HVO-hybriddrift för Växjö stadstrafik

Tabell 4-13 Stadsbusstrafiken i Växjö

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	129 300 000	2,50%	10	14 770 000
Underhåll				2 410 000
Drivmedel				9 560 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				101 160 000
<i>jämfört nuläge</i>				-2%

Sammanlagt för all trafik: 370 530 000 kronor per år (-1% jämfört nuläge)

RME-drift för all busstrafik

Tabell 4-14 Regionbusstrafiken

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	470 500 000	2,50%	10	53 760 000
Underhåll				5 080 000
Drivmedel				36 050 000
Förare				132 310 000
Övriga kostnader				45 410 000
Totalt				272 610 000
<i>jämfört nuläge</i>				<i>0%</i>

Tabell 4-15 Stadsbusstrafiken i Växjö

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	82 500 000	2,50%	10	9 430 000
Underhåll				1 630 000
Drivmedel				12 850 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				98 330 000
<i>jämfört nuläge</i>				<i>-4%</i>

Sammantaget för allt trafik: 370 940 000 kronor per år (-1% jämfört nuläge)

RME-hybriddrift för Växjö stadstrafik

Tabell 4-16 Stadsbusstrafiken i Växjö

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	129 300 000	2,50%	10	14 770 000
Underhåll				2 680 000
Drivmedel				10 240 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				102 110 000
<i>jämfört nuläge</i>				<i>-1%</i>

Sammantaget för allt trafik: 374 720 000 kronor per år (0% jämfört nuläge)

Biogasdrift för all busstrafik

Tabell 4-17 Regionbusstrafiken

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	535 000 000	2,50%	10	61 130 000
Underhåll				5 170 000
Drivmedel				45 800 000
Förare				132 310 000
Övriga kostnader				45 410 000
Totalt				289 820 000
<i>jämfört nuläge</i>				6%

Tabell 4-18 Stadsbusstrafiken i Växjö

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	101 000 000	2,50%	10	11 540 000
Underhåll				1 660 000
Drivmedel				15 280 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 390 000
Totalt				102 900 000
<i>jämfört nuläge</i>				0%

Sammantaget för allt trafik: 392 720 000 kronor per år (5% jämfört nuläge)

Totalt sett visar kostnadsberäkningarna att gasdrift medför högre kostnader jämfört med biodieseldrift. En hybridiseing av stadstrafiken skiljer sig kostnadsmässigt relativt lite jämfört med dagens gasdrift. RME-drift är något dyrare än drift med HVO men tillgång på hållbar HVO är en osäkerhetsfaktor som kan leda till kostnadsökningar för drivmedlet i framtiden.

4.4 Samhällsekonomi och kundnytta

För den **regionala busstrafiken** bedöms samhällsekonomiska kostnader såväl som kundnyttan vara av marginell betydelse avseende de möjliga alternativen. Detta eftersom utsläpp och buller kvarstår oavsett val av biodrivmedel samt att möjliga alternativ för regiontrafiken bedöms vara konventionella tekniker som inte bidrar med ökad attraktivitet för resenärerna. Detta har av den anledningen inte studerats närmare.

För **Växjö stadstrafik** är det av större relevans och de samhällsekonomiska kostnaderna för avgasemissioner och buller, uppdelat på olika drivmedel och driftstekniker, har beräknats med hjälp av nyckeltal från rapporten ”Stadsbussar – Kunskapssammanställning Euro VI” (2015-05-18) som skrivits av Ecotrafic på uppdrag av Trafikverket. I kunskapssammanställningen togs ASEK-värden fram för tre olika städer; Kristianstad, Stockholm och Uppsala. I vårt arbete har vi använt oss av nyckeltalen från Kristianstad, eftersom denna stad är den av de tre städerna som mest liknar Växjö vad gäller trafikupplägg, befolkningsmängd och yta.

I underlagsrapporten påpekas att det tyvärr inte finns någon uppdelning på buller för de olika bussarna med konventionell förbränningsmotor pga. att dataunderlaget inte tillät en sådan beräkning. När det gäller hybridbussarna har beräkningar gjorts med antagandet att de 75% av tiden körs som en buss med normal förbränningsmotor och resterande tid på enbart elmotor.

Tabell 4-19 Samhällsekonomiska miljökostnader för Växjö stadstrafik, uppdelat på drivmedel

Drivmedel	Nyckeltal (ASEK-Kristianstad)			Växjö stadstrafik (3 012 544 vagnkm/år)			Summa
	Partiklar	NO _x	Buller	Partiklar	NO _x	Buller	Emissioner+ buller
	[öre/km]	[öre/km]	[kr/km]	[kr/år]	[kr/år]	[kr/år]	[kr/år]
Diesel	1,1	4,2	3,6	33 138	126 527	10 845 158	11 004 823
FAME	1,1	4,2	3,6	33 138	126 527	10 845 158	11 004 823
Biogas	3,5	4,2	3,6	105 439	126 527	10 845 158	11 077 124
Hybrid	1,0	5,3	2,94	30 125	159 665	8 856 879	9 046 670

Vid en jämförelse av nyckelvärdena per utsläppskategori och följaktligen de beräknade värdena för Växjö stadstrafik ser vi att buller med bred marginal har den största påverkan ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. De andra utsläppen bidrar med en marginell andel. Hybriddrift medför en ökad nytta till följd av minskade bullernivåer medan övriga är mer eller mindre likvärdiga.

Kundnyttan bedöms vara av mindre vikt med avseende på de drivmedel och driftstekniker som studerats i detta avsnitt. Hybriddrift kan med lägre bullernivåer bidra med ökad attraktivitet men den stora kundnyttan bedöms tillkomma vid övergång till helelektrisk drift. Detta behandlas i kapitel 5. Att nyttja lokalt producerad biogas kan vara en viktig image-fråga men gasen behöver inte nödvändigtvis nyttjas för stadsbusstrafiken.

4.5 Tillgång/distribution av bränslen

Biogasen tankas idag på depån i Växjö där stadsbussarna och nuvarande operatören Bergkvarabuss regionbussar, 20 till antalet, utgår ifrån. Gasen transporteras dit via pipeline från produktionsanläggningen. Totalt sett producerades år 2016 14,5 GWh biogas, varpå 12 GWh förädlades till drivmedel. Målsättningen för regionen är en produktion på 20 GWh och max. kapacitet på befintlig anläggning är 21 GWh. Då den regionala busstrafiken uppskattas förbruka ca 43,4 GWh biogas om samtliga bussar skulle bli gasdrivna kan den lokala biogasproduktionen i Kronoberg inte täcka den regionala busstrafikens behov. Om stadsbusstrafiken i Växjö skulle drivas med annat drivmedel kan det vara ett alternativ att istället driva regionbussar med biogas. Med hänsyn till att mängden är begränsad och att tankning sker på depån i Växjö kommer all regionaltrafik inte kunna drivas med biogas utan det krävs då en kombination av gasbussar och dieslbussar (med biodiesel) för den regionala trafiken alternativt en satsning på fler tankställen med importerad biogas.

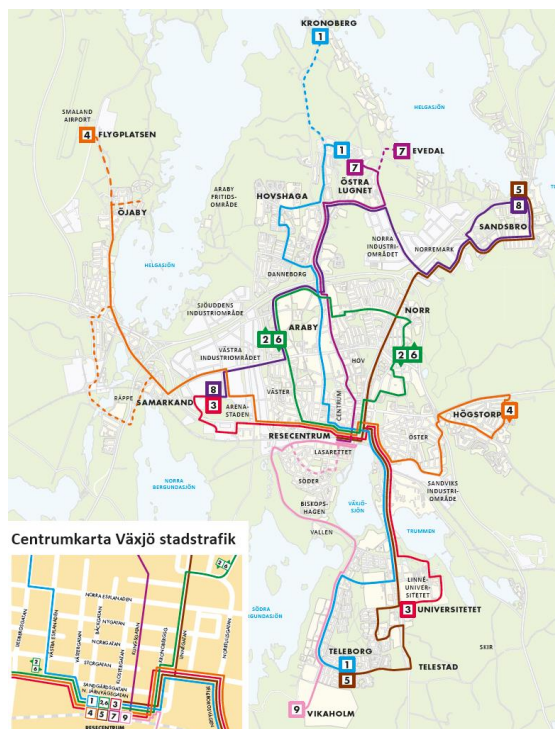
För RME och HVO bedöms tankningsmöjligheter inte medföra någon begränsning. Däremot är tillgången på hållbar HVO, som tidigare nämnts, en riskfaktor. Efterfrågan är starkt växande och HVO från restavfall och utan palmolja är en bristvara. Vilka egenskaper, råvaror och ursprung HVO får ha är en politisk fråga men HVO från annat än nordiskt restavfall har inte samma goda klimategenskaper som använts i analyserna ovan.

5. Tekniker och effekter av helelektrisk drift för stadsbusstrafiken i Växjö

I följande kapitel utförs en fördjupad analys specifikt för elektrifiering av stadsbusstrafiken i Växjö. Det undersöks vilka tekniker som är mest lämpliga och hur helelektrisk drift presterar jämfört med dagens biogasdrift samt hybriddrift avseende kostnader, klimat- och miljöegenskaper samt måluppfyllnad. Slutligen redovisas också den totala effekten av helt elektrifierad stadstrafik inkluderat den regionala trafikenn och jämfört med de varianter som presenterats i kapitel 4. Studien redogör för vad som krävs för att bibehålla dagens trafik och beaktar inte eventuella omläggningar av utbudet för att optimera efter elektrisk drift, vilket sannolikt är nödvändigt för att få ett effektivt system.

5.1 Lämpliga tekniker för elektrifiering

Vilka tekniker som kan vara lämpliga analyseras utifrån dagens trafikutbud, presenterat närmre i Kapitel 2, samt tillgängliga driftstekniker, presenterat närmre i kapitel 3.2. Växjö stadsbussnät samt en analys av dagens bussomlopp och uppskattade linjelängder ligger till grund för bedömningen om lämpliga elbusstekniker och presenteras härnäst.



Figur 5-1 Växjö's stadsbussnät, undantaget industrilinjerna 12 och 15.

Tabell 5-1 Analys av dagens bussomlopp utifrån befintliga tidtabeller

Linje	Körtid 1	Körtid 2	reglertid	omlopp	Maximal turtäthet	fordon
1*	41	39	0	80	10	8+1**
2	30	0	0	30	15	2
3*	25	30	5	60	10	6
4*	45	40	5	90	15	6
5*	40	40	0	80	20	4
6	30	0	0	30	15	2
7	17	17	2	36	12	3
8	25	25	10	60	30	2
9	18	18	4	40	40	1
12				0		1
15				0		1

* Linjer som delvis trafikeras med ledbussar

** Ett extra fordon krävs för turerna till Kronoberg

Tabell 5-2 Linjelängder exklusive industrilinjerna 12 och 15

Linje	Uppskattad Linjelängd (km)
1	15,1
2*	9,3
3	8,7
4	17
5	14,5
6*	9,3
7	7
8	11,4
9	7,7

* Ringlinjer

En utgångspunkt i genomförd analys är att inte blanda för många olika tekniker inom stadsbussavtalet. Som en första avgränsning bedöms dagens trafikering, standardbussar med ledbussförstärkning på ett par linjer och överlag förhållandevis gles turtät, inte motivera en etablering av trådbusslinjer. Inte heller IMC bedöms vara ett bra alternativ eftersom det inte finns en enskild sträcka med tillräcklig längd där flertalet linjer går. De tekniker som initialt bedöms vara aktuella är depåladdade batteribussar samt bussar med tilläggs-laddning vid ändhållplats.

Depåladdade batteribussar

För depåladdade batteribussar utgår analysen från en räckvidd enligt worst case, det vill säga tuffast möjliga driftsförhållanden. Utifrån de räckvidder som utlovas av tillverkarna idag, samt de resultat från testprojekt som funnits tillgängliga uppskattas räckvidden för depåladdade batteribussar i ett worst case till följande:

- ▶ 12m standardbuss 200 km⁹
- ▶ 18m ledbuss 120 km

Som nämnts i kapitel 3.2 kan en viss prestandaförbättring förväntas under de kommande åren men osäkerheten är stor, vilket också till viss del gäller för räckvidden i dagens batteribussar. Av den anledningen bedöms det vara rimligt att utgå från dagens teknik vid bedömning av teknikval för trafikstart 2023. Bussarna måste fungera under alla förhållanden och i och med att bedömningen görs utifrån dagens förutsättningar tas det höjd för de osäkerheter som finns. Ett annat sätt att öka räckvidden är att förse bussarna med dieselvärmare. Detta kan vara nödvändigt för att uppnå 200 km räckvidd i worst case men detaljerad projektering erfordras för att erhålla säkra svar. Studien beaktar inte eventuell uppvärmning med biodiesel.

Detaljerade omloppsplaner för dagens trafik har inte varit tillgängliga i denna studie. Antalet extrabussar till följd av depåladdning har av den anledningen uppskattats utifrån antalet fordon och omlopp i dagsläget för respektive linje separat. Detta har genomförts manuellt genom att studera dagens tidtabeller och baseras således på uppskattningar av möjliga omlopp för depåladdade bussar. Effekterna av att samköra fordonen på flera linjer, samt att optimera omloppen med hänsyn till räckvidd och laddningstid, har inte har kunnat beaktas och behovet av extrafordon kan därav vara något överskattat i analysen.

Tabell 5-3 Uppskattat antal extrafordon per linje till följd av batteribussar med depåladdning

Linje	Antal bussar idag	Ordinarie omlopp per dag	Omlopp per buss och dag	Omlopp på en laddning	Behov av extrabussar
1	8 (+1)	76	8,5	7	3
2	2	54	27	21	1
3	6	81	13,5	11	3
4	6	52	9	6	3
5	4	52	13	6	4
6	2	51	25,5	21	1
7	3	68	23	14	2
8	2	29	14,5	8	2
9	1	25	25	12	1
12	1	-			0
15	1	-			0
Totalt	37				20*

* En optimering som borde vara möjlig är att merutnyttja fordonen som går på linje 12 och 15 och därmed minska behovet av extrafordon till 18 st.

⁹ Erfarenheter från Ängelholm visar på så lågt värde som 160 km. Vi har dock valt 200 km baserat på att nästa generations fordon bör vara bättre optimerade.

Tilläggsladdning vid ändhållplats

En satsning på helelektriska bussar med tilläggsladdning vid ändhållplats erfordrar en relativt tät trafikerings för att motivera en satsning på laddningsinfrastruktur längs linjen. Därtill är ringlinjer generellt dåligt lämpade eftersom ändhållplatser saknas samt att konceptet i sig inte tillåter någon längre reglertid på något stopp längs linjen. Av den anledning kan följande linjer utan djupare analys avfärdas som lämpliga för snabbbladdning vid ändhållplats:

- ▶ Linje 2
- ▶ Linje 6
- ▶ Linje 8
- ▶ Linje 9
- ▶ Linje 12
- ▶ Linje 15

För resterande linjer görs en bedömning av vilken effekt ett införande av tilläggs-laddade elbussar skulle medföra. Följande förutsättningar har använts utöver tidigare presenterad indata:

- ▶ Energianvändning 12m buss, worst case 2 kWh/km
- ▶ Energianvändning 18m buss, worst case 3 kWh/km
- ▶ Laddningseffekt 450 kW
- ▶ 18m ledbuss är dimensionerande för linje
 - ▶ 1
 - ▶ 3
 - ▶ 4
 - ▶ 5

Tabell 5-4 Uppskattat antal extrafordon och ny omloppstid till följd av snabbbladdade bussar

Linje	Antal bussar idag	Omloppstid idag	Ny omloppstid med laddning	Behov av extrabussar
1	8 (+1)	80	92	2
3	6	60	64	1
4*	6	90	100	1
5	4	80	94	1
7	3	36	42	1
Totalt	28			6

* Ena sträckan på linje 4 är ca 17 km lång, d.v.s. längre än de 15 km som generellt bedöms som lämpligt för tilläggs-laddade bussar. Linjen behöver därav detaljstuderas i samverkan med leverantör för att avgöra om en elektrifiering med tilläggs-laddade elbussar är möjligt.

Bäst lämpade elbussteknik

Generellt är dagens trafikutbud väl anpassat och optimerat efter drift med konventionella fordon och reglertider är generellt mycket korta. En etablering av elektriska fordon kommer att medföra ett ökat fordonsbehov men behovet av extrafordon kan minskas om linjer, turer och omlopp optimeras med hänsyn till helelektrisk drift. En sådan fördjupad analys av linjenätet ligger utanför ramen för detta uppdrag men rekommenderas vid en önskan om större etablering av helelektriska fordon för stadstrafiken i Växjö.

Att trafikera samtliga stadsbusslinjer i Växjö med antingen endast depåladdade bussar eller endast tilläggs-laddade bussar bedöms vara fullt möjligt. Fördelen är att endast hantera en elbussteknik inom stadsbussavtalet, vilket kan vara fördelaktigt, men samtidigt skulle detta medföra ett oeffektivt system eftersom linjerna är av olika karaktär. Med endast depåladdning skulle behovet av extrafordon bli väldigt stort, vilket medför högre investeringskostnader och kan innebära utrymmesproblem på depån. Som synes i Tabell 5-3 uppskattas antalet extrafordon till 18-20 stycken med endast depåladdning för hela stadsbusstrafiken. Även effektbehovet till depån för att klara laddning kan bli en utmaning men detta kan åtminstone delvis hanteras med anpassade laddningsscheman. Detta kan dock i sin tur öka personalbehovet på depån. Både utrymme och effektbehov på depån är aspekter som oavsett teknikval behöver beaktas vid införande av elbussar men endast depåladdning bedöms vara det som ger störst utmaning. Med enbart tilläggs-laddning skulle det krävas en mindre utökning av antalet bussar men en större etablering av laddningsinfrastruktur som till stor del skulle underutnyttjas på de glesare trafikerade linjerna. Det förbereds inte för möjlighet att ladda elbussar vid nya resecentrum.

Utifrån erhållna resultat i denna studie bedöms den optimala lösningen för en elektrifiering av Växjö stadstrafik vara en kombination av depåladdade bussar och bussar med snabbladdning vid ändhållplatserna.

För linjerna med högst resande och därmed hög turtäthet, linje 1, 3, 4 och 5 som också delvis trafikerar med ledbussar, bedöms ändhållplatsladdning vara bästa lösningen eftersom infrastrukturen får en relativt hög nyttjandegrad och fordonsbehovet kan hållas nere. Uppskattningsvis behövs fem extrafordon med tilläggs-laddning istället för 13 extrafordon med depåladdning för de fyra linjerna. Marknaden för depåladdade ledbussar är idag omogen med få tillgängliga alternativ och relativt korta och osäkra räckvidder för de fordon som finns på marknaden. Det finns därav också en fördel att nyttja tilläggs-laddning på linjer som trafikerar med ledbussar.

Med tilläggs-laddning utan justeringar av dagens linjeupplägg skulle linje 4 behöva en extra laddstolpe till följd av att linjens ena ände har två olika ändhållplatser. Även linje 1 kan behöva en extra stolpe av samma anledning men det är endast ett fåtal turer som har en annan ändhållplats och alternativa lösningar kan vara möjligt. Det behöver avgöras med detaljerad dimensionering inför ett införande av snabbladdningsteknik på linjen.

Övriga linjer bedöms vara bättre lämpade för depåladdade batteribussar eftersom behovet av extrafordon bedöms vara relativt lågt och eftersom dagens turutbud

inte anses motivera en etablering av laddningsinfrastruktur. De båda ringlinjerna är svåra att tilläggsadda då de inte har någon ändstation med längre regleringstid.

Följande lösning föreslås för helt elektrifierad stadsbusstrafik:

Tabell 5-5 Lämpliga elbusstekniker för Växjö stadsbusslinjer

Linje	Teknik	Antal bussar (varav ledbussar)	Antal laddstolpar
1	Snabbladdning	11	3
2	Depåladdning	3	-
3	Snabbladdning	7	2
4*	Snabbladdning	7	3
5	Snabbladdning	5	2
6	Depåladdning	3	-
7	Depåladdning	5	-
8	Depåladdning	4	-
9	Depåladdning	2	-
12	Depåladdning	1	-
15	Depåladdning	1	-
Totalt		49 (8)	10

* Ena sträckan på linje 4 är ca 17 km lång, d.v.s. längre än de 15 km som generellt bedöms som lämpligt för tilläggsaddade bussar. Linjen behöver därav detaljstuderas i samverkan med leverantör för att avgöra om en elektrifiering med tilläggsaddade elbussar är möjligt.

Många leverantörer erbjuder såväl depåladdade bussar som tilläggsaddade bussar vilket gör att många komponenter kan vara de samma i de båda typerna av bussar. Störst skillnad utgörs av batterierna som inte kan vara av samma typ.

Efterföljande jämförelser grundar sig på ovan presenterade förslag på fördelning av elektriska busstekniker och behov av fordon samt infrastruktur.

5.2 Driftsekonomi

Jämförelsealternativ

Uppskattad kostnadsbild för dagens biogasdrift samt hybriddrift med biodiesel (detaljer återfinns i kapitel 4.3).

Tabell 5-6 Kostnad för dagens biogasdrift

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	101 000 000	2,50%	10	11 540 000
Underhåll				1 660 000
Drivmedel				15 280 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				102 900 000

Tabell 5-7 Kostnad för drift med HVO-drivna hybridbussar

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	129 300 000	2,50%	10	14 770 000
Underhåll				2 410 000
Drivmedel				9 560 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				101 160 000

Tabell 5-8 Kostnad för drift med RME-drivna hybridbussar

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	129 300 000	2,50%	10	14 770 000
Underhåll				2 680 000
Drivmedel				10 240 000
Förare				57 270 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				102 110 000

Använt underlag för helelektrisk drift¹⁰

Investeringskostnad¹¹, buss:

- ▶ 12m standardbuss 4 800 000 kr
- ▶ 18m ledbuss 6 000 000 kr

Investeringskostnad, infrastruktur:

- ▶ Laddstolpe¹² 3 000 000 kr

Underhållskostnad elbuss:

- ▶ 0,35 kr/km

Underhållskostnad laddstolpe:

- ▶ 20 000 kr per stolpe och år

Engångskostnad, utbildning till följd av ny teknik:

- ▶ 2 000 000 kr (fördelas i beräkningarna på 10 år)

Förarkostnad är 350 kr/h precis som i tidigare beräkningar men för elektriska bussar har ett nytt värde för årliga timmar uppskattats till följd av att elbussar erfordrar extratid för laddning. För tilläggsaddade bussar utgår det nya värdet från beräknad ny omloppstid, se Tabell 5-4, och för depåladdade bussar antas en timme extra per buss och dag för att köra till och från depån för att ladda, undantaget de två bussar som trafikerar linje 12 och 15. Det tillkommer också uppskattningsvis 6 km extra tomkörning per dag och buss för att ta sig till och från depån för laddning.

Utförda beräkningar bygger på antagandet att en batteribuss kan nyttjas, och skrivas av på, 20 år med en reinvestering i form av byte av interiör och batteri. Detta eftersom en helelektrisk drivlina slits mindre än en konventionell mekanisk drivlina med förbränningsmotor samt att det är mindre vibrationer i en elektrisk buss som gör att den mekaniska delen håller längre. Hur detta kan hanteras med gällande avtalstider på 10 år måste studeras mer i detalj. Reinvesteringskostnaden är, främst avseende framtida batterikostnad, osäker men har uppskattats till en miljon kronor per buss.

¹⁰ Schablonkostnader utifrån tidigare studier och av Trivector erhållet underlag.

¹¹ Kostnader för depåladdare (kabelansluten) ingår i busspriset.

¹² Kostnad per stolpe inklusive anläggning, nätanslutning m.m. Priset varierar beroende på var stolparna placeras, laddeffekt, tillverkare m.m. Enligt erhållet underlag från en tillverkare kan priset per stolpe variera mellan 1,7-2,7 Mkr. Därtill kostar en nätanslutning ca 4-500 000 kr.

Kostnad för elbussalternativ

En elbusslösning skulle med ovanstående förutsättningar, dvs ett icke helt optimerat busslinjenät, medföra följande:

Tabell 5-9 Uppskattad årlig kostnad för helelektrisk drift enligt framtaget förslag för elektrifiering

	Investering	ränta	avskrivningstid	årlig kostnad
Fordon	244 800 000	2,50%	20	15 700 000
Infrastruktur	30 000 000	2,50%	20	1 920 000
Reinvest, fordon	49 000 000	2,50%	20	3 140 000
Underhåll, fordon				1 070 000
Underhåll, infrastruktur				200 000
Drivmedel				4 330 000
Förare				63 320 000
Utbildning	2 000 000			200 000
Övriga kostnader				17 150 000
Totalt				107 030 000
Jämfört nuläge (biogas)				+4 130 000 (+4%)
Jämfört HVO-hybrid				+5 870 000 (+6%)
Jämfört RME-hybrid				+4 920 000 (+5%)

Ovanstående beräkningar förutsätter som tidigare nämnts en avskrivningstid på 20 år för elektriska bussar med tillhörande infrastruktur. Med kortare avskrivningstid blir den årliga kostnaden högre för ett helelektriskt alternativ.

Utförda beräkningar beaktar inte eventuell stödfinansiering för elektrifiering av busstrafiken. I dagsläget finns det flera sådana möjligheter men befintliga stöd är tidsbestämda och hur stöden ser ut för 2020 och framåt är idag oklart.

- ▶ **Elbusspremie**
 - ▶ Riktat sig i första hand till regionala kollektivtrafikmyndigheter och erbjuder stöd på 200 -700 tusen kr per helelektrisk buss beroende på bussens passagerarkapacitet.
- ▶ **Klimatklivet**
 - ▶ Kan erbjuda stöd för etablering av laddningsinfrastruktur. För de projekt som hittills har erhållit stöd har klimatklivet i genomsnitt svarat för 43% av kostnaden.
- ▶ **Stadsmiljöavtal**
 - ▶ Kan ge stöd för laddningsinfrastruktur till elbussar om det ingår i en större paketslösning med andra kollektivtrafik anläggningar, exempelvis hållplatser eller bussgator. Senaste ansökningsperioden för stadsmiljöavtal är avslutad och det finns i nuläget inget beslut om ytterligare ansökningsomgångar.

5.3 Samhällsekonomiska effekter och kundnytta

På samma sätt som redogörs för i kapitel 4.4 jämförs här helelektrisk drift med dagens biogasdrift och hybriddrift för stadstrafiken i Växjö med följande resultat:

Tabell 5-10 Samhällsekonomiska miljökostnader för Växjö stadstrafik, eldrift jämfört biogasdrift

Drivmedel	Nyckeltal (ASEK-Kristianstad)			Växjö stadstrafik (3 012 544 vagnkm/år)			Summa
	Partiklar	NO _x	Buller	Partiklar	NO _x	Buller	Emissioner+ buller
	[öre/km]	[öre/km]	[kr/km]	[kr/år]	[kr/år]	[kr/år]	[kr/år]
Biogas	3,5	4,2	3,6	105 439	126 527	10 845 158	11 077 124
Hybrid	1	5,3	2,94	30 125	159 665	8 856 879	9 046 670
Elbuss	0	0	0,97	0	0	2 922 168	2 922 168 (-74% jmf biogas) (-68% jmf hybrid)

Kundnyttan med elektrisk drift är svår att kvantifiera i kronor och ören. Däremot har uppföljning från tidigare elbussprojekt, exempelvis linje 55 i Göteborg (ElectriCity) visat att bussarna uppskattas av passagerare. Eldrift med låga bullernivåer och utsläppsfria motorer upplevs av många som modernt och miljömedvetet och ökar därmed attraktiviteten, vilket kan locka nya resenärer till kollektivtrafiken. Medvetenheten hos allmänheten om klimat- och miljöfrågor blir allt större och frågan blir generellt allt viktigare även för gemenman. Elbussar kan också i förlängningen komma närmre bostäder och målpunkter eftersom bullernivåerna är låga, vilket på sikt kan ge ökad service för kunderna.

Den årliga samhällsnyttan med eldrift kontra biogasdrift uppskattas till 8,2 Mkr, vilket kan jämföras med den uppskattade merkostnaden för drift och inköp på 4,1 Mkr i ett icke optimerat system och utan stödfinansiering. Motsvarande jämförelse mot hybriddrift med biodiesel ger en årlig samhällsekonomisk besparing på 6,1 Mkr i kontrast till en uppskattad årlig merkostnad för drift och inköp på 4,9-5,9 Mkr i ett icke optimerat system och utan stödfinansiering. Ur ett samhällsnyttoperspektiv ser en övergång till eldrift ut att vara försvarbar.

5.4 Miljöeffekter och måluppfyllnad

Ingångsvärden för biogasdrift och hybriddrift återfinns i kapitel 4. För eldrift antas en medelenergianvändning på 1,42 kWh/km (-60% jämfört diesel). Värdet¹³ för CO₂-utsläpp som använts är 10 g CO_{2ekv}/kWh.

Tabell 5-11 Energianvändning och miljö- och klimatpåverkan med el jämfört biogas i Växjö stadstrafik

	km	kWh	CO ₂ , ton	NOX, kg	PM, kg
Biogasdrift*	3 010 000	14 480 000	580	3 480	80
Hybriddrift, HVO	3 010 000	8 550 000	600	3 930	30
Hybriddrift, RME	3 010 000	8 550 000	790	3 930	30
Eldrift	3 040 000	4 330 000	40	0	0
<i>Eldrift jmf biogasdrift</i>	+1%	-70%	-93%	-100%	-100%
<i>Eldrift jmf hybriddrift, HVO</i>	+1%	-49%	-93%	-100%	-100%
<i>Eldrift jmf hybriddrift, RME</i>	+1%	-49%	-94%	-100%	-100%

* Förutsatt Euro VI fordon

Relaterat till målsättningen för busstrafiken i Kronoberg (kapitel 2.1) så uppfylls målsättningen för lokala utsläpp med utsläppsstandard Euro VI, oavsett drivmedelsval. Eldrift förbättrar situationen men är inte nödvändigt för måluppfyllnad. En av eldriftens stora styrkor, tilika gasdriftens största svaghet, är energianvändning. Här gör eldrift stor skillnad för måluppfyllnaden. Även gentemot hybriddrift medför helelektrisk drift stora fördelar i detta avseende. Eftersom målet för energianvändning är formulerat per personkilometer beror måluppfyllnad på resandeutvecklingen och vilken trängsel som accepteras i bussarna.

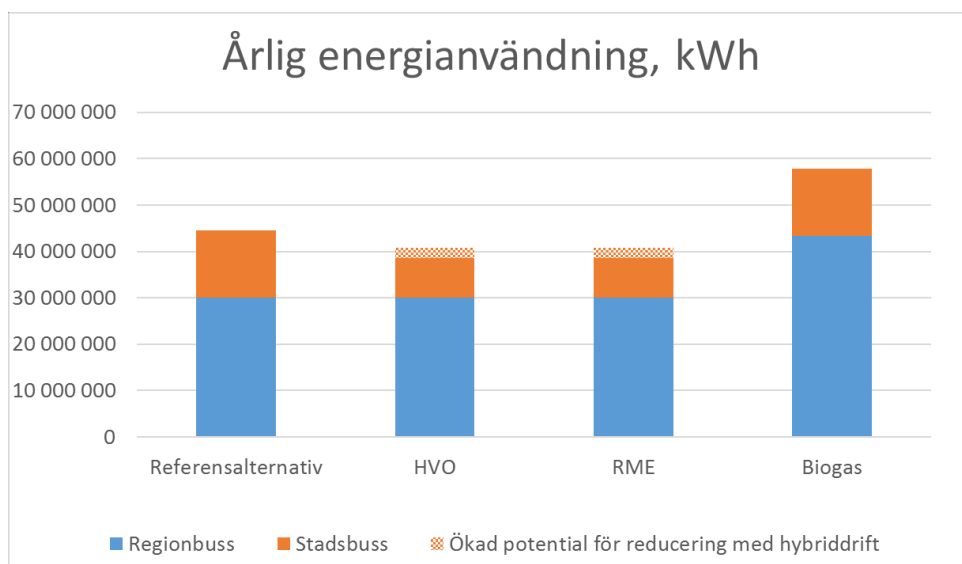
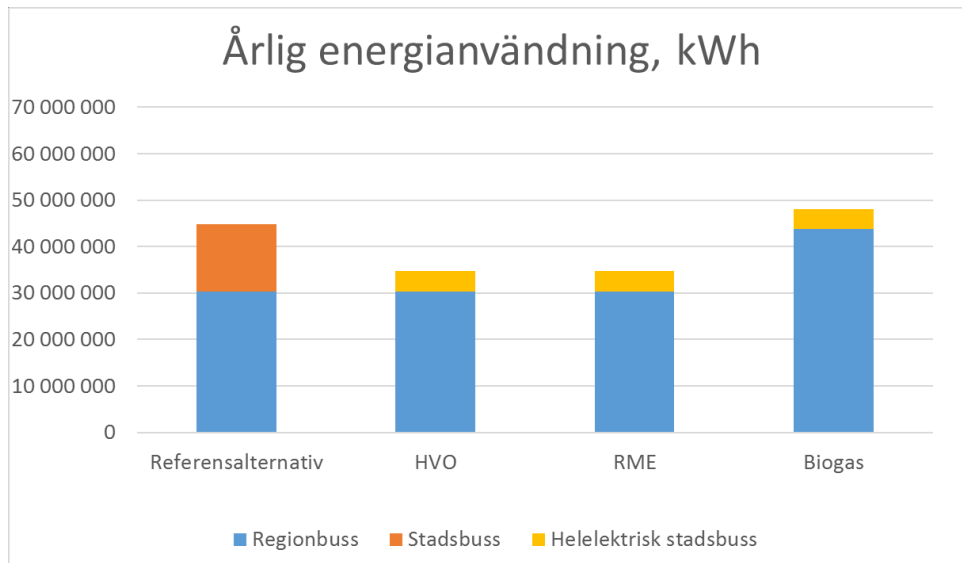
Ett optimerat elbusslinjenät kan leda till att de extra bussarna kan utnyttjas för att skapa en något tätare trafikering som i sin tur ökar attraktiviteten. Elbussarnas låga energianvändning gör att en minskad trängsel, som är attraktiv för resenären, klarar målen för energianvändning per personkilometer. Elbussar kan således indirekt bidra till en ökad attraktivitet.

¹³ Värde för CO₂-utsläpp från förnybar el ur ett well-to-wheel perspektiv. Värdet baseras på 50% vindkraft och 50% vattenkraft med grundvärden från Miljöfaktaboken, Värmeforsk 2011.

5.5 Total effekt med elektrifierad stadsbusstrafik

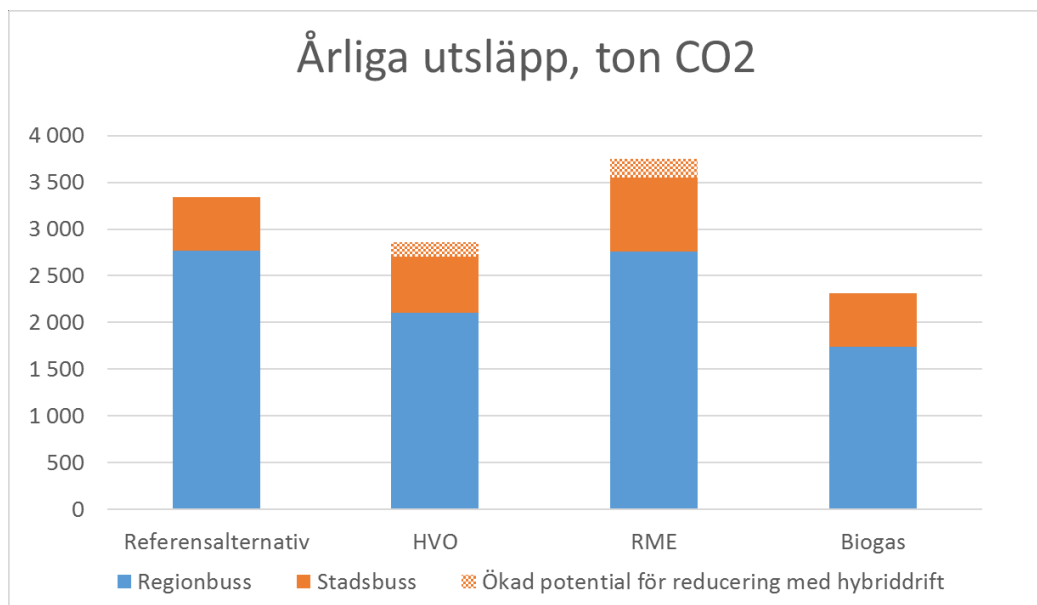
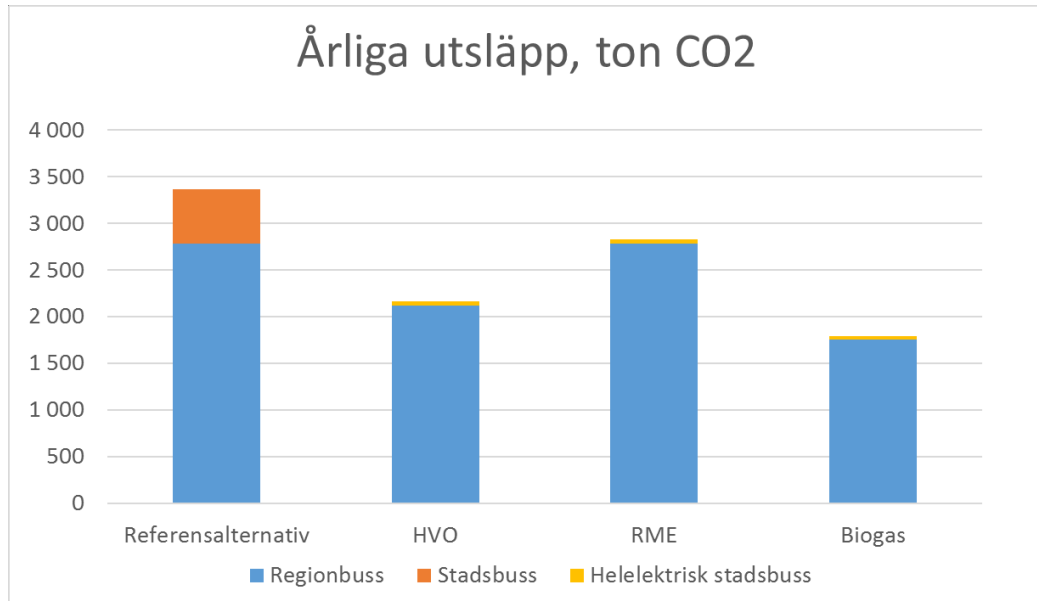
I följande kapitel jämförs den totala effekten för regionens linjebusstrafik där regionbuss körs med olika bränslen samt helelektrisk drift för Växjö's stadstrafik. Värdena jämförs med resultaten för alternativ som tidigare presenterats i kapitel 4.2 samt referensalternativet som motsvarar dagens situation (nedre bilden under respektive rubrik).

Årlig energianvändning



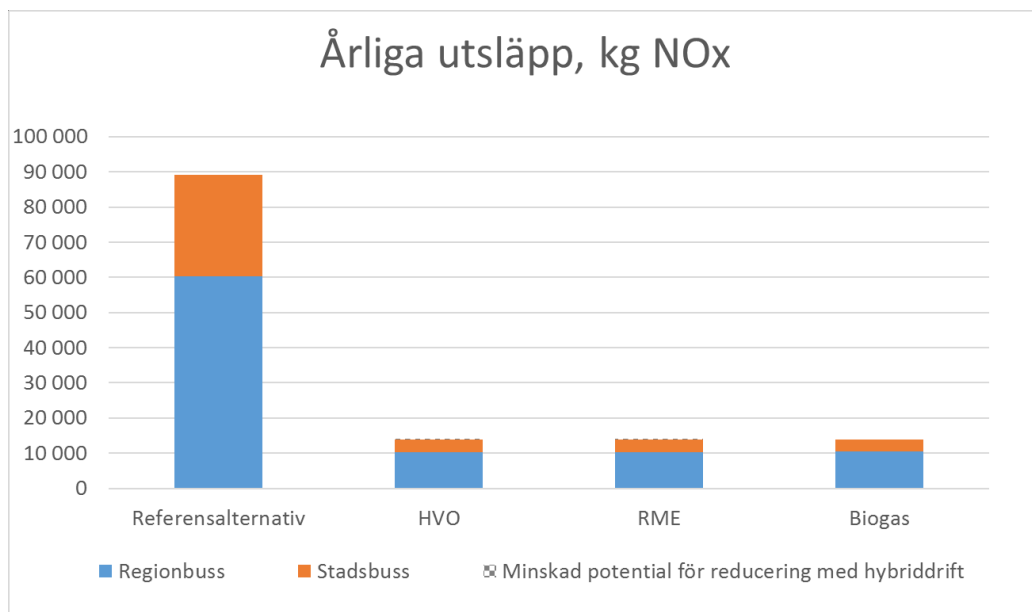
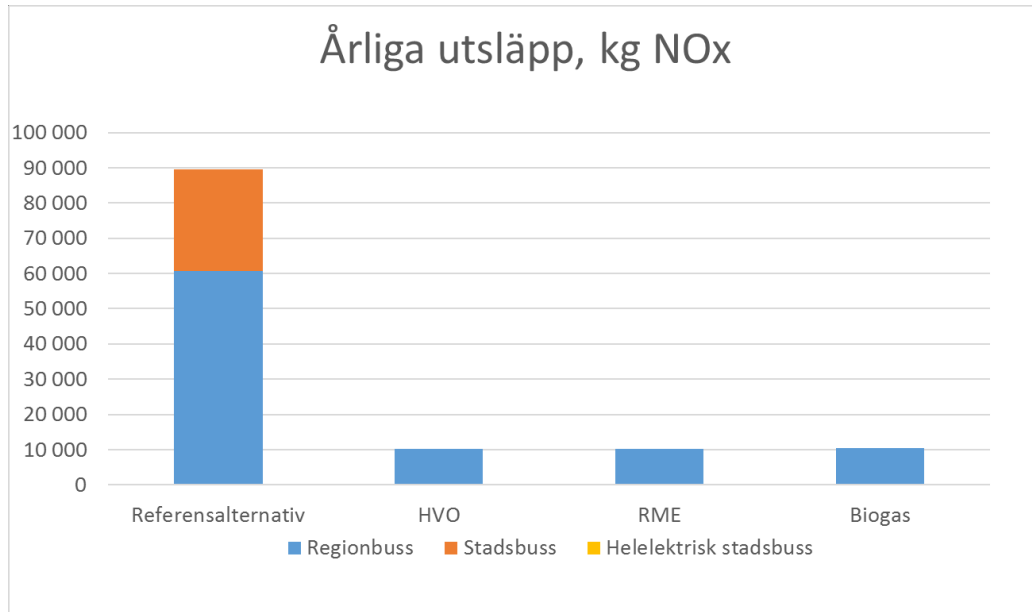
Som synes gör elektrifierad stadsbusstrafik en betydande skillnad på totalen avseende energianvändning. I scenariot med högst energianvändning, biogasdrift, skulle en elektrifiering av stadsbusstrafiken minska energianvändningen med ca 17 %. Jämfört med biodiesel och hybridbussar i stadstrafik skulle en elektrifiering av stadsbusstrafiken istället minska energianvändningen med ca 11 %.

Årliga CO₂-utsläpp



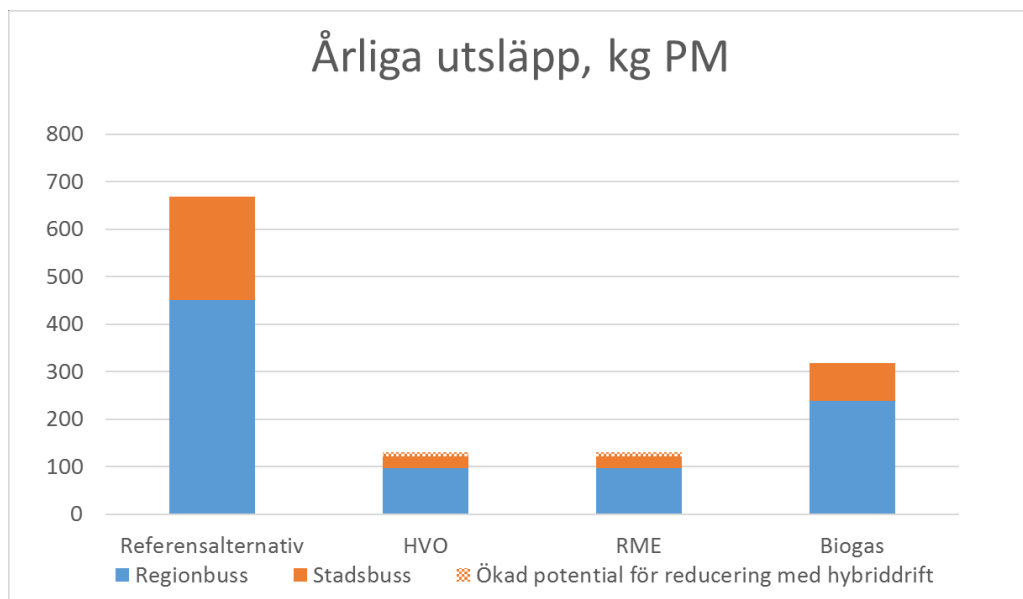
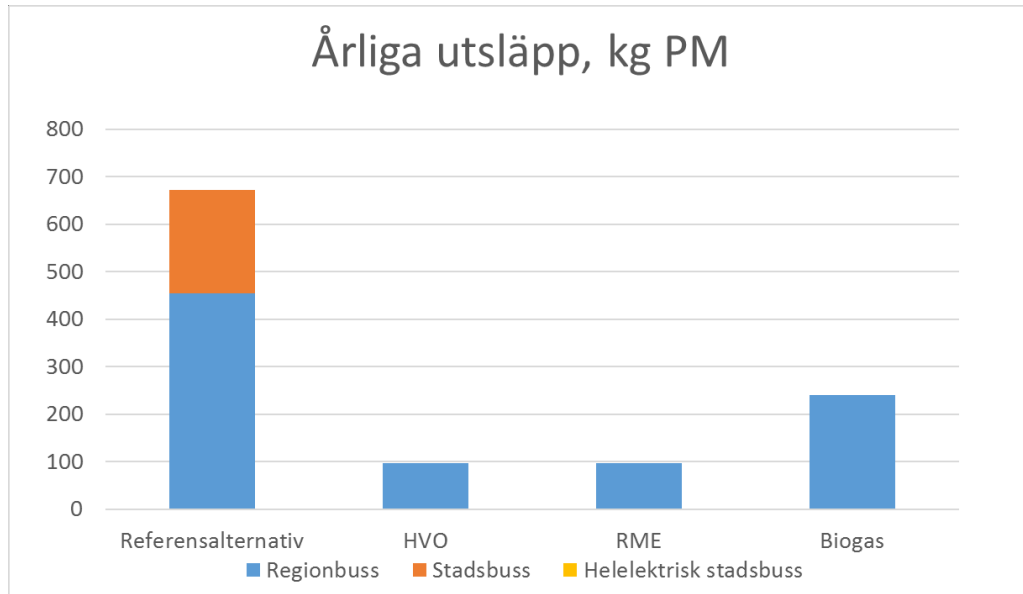
CO₂-utsläppen reduceras påtagligt med en elektrifiering av stadsbusstrafiken även sett till all busstrafik. Förutsatt nyttjande av förnybar elektricitet. Jämfört med endast dieseldrift med RME i tankarna, som ger de högsta utsläppen av de studerade alternativen, skulle en elektrifiering av stadsbusstrafiken sänka utsläppen med ca 25 %. I ett scenario med endast biogasdrift skulle en elektrifiering av stadsbusstrafiken innebära en utsläppsreduktion motsvarande ca 23 %.

Årliga utsläpp av kväveoxider, NO_x



Lokala utsläpp från motorn försvinner med helelektrisk drift och stadsbusstrafikens utsläpp blir således noll i denna jämförelse. För utsläpp av kväveoxider motsvarar det en reduktion på omkring 25 % oavsett driftstekniksval i övrigt.

Årliga utsläpp av partiklar, PM



Lokala utsläpp från motorn försvinner med helelektrisk drift och stadsbusstrafikens utsläpp blir således noll i denna jämförelse. För utsläpp av partiklar motsvarar det en reduktion på ca 20-25 % beroende på vilken driftsteknik det jämförs mot. Den högre reduktionen gäller i scenariot med biogas som släpper ut något mer partiklar än biodiesel.

6. Slutsats och diskussion

För målluppfyllnad avseende lokala utsläpp spelar teknikval mindre roll eftersom målen uppfylls med utsläppsstandard Euro VI, oavsett val av bränsle. För mål om energianvändning medför helelektrisk drift bäst förutsättningar medan gasdrift ger de sämsta förutsättningarna. Huruvida målen kan nås med en stor andel gasdrift är svårt att avgöra eftersom målet är formulerat per personkilometer. Underlag för personkilometer i dagsläget har inte varit tillgängligt i arbetet med denna studie och osäkerheten är stor avseende framtida antal personkilometer.

Drift med biodiesel medför idag de lägsta årliga kostnaderna och fortsatt drift med RME och/eller HVO är aktuellt för den regionala trafiken. Det ska dock observeras att tillgången på HVO med hög klimatprestanda är mycket begränsad i dagsläget. Det medför en risk att tillgänglig HVO i framtiden har betydligt sämre klimategenskaper än de som antagits i denna studie, alternativt att HVO med hög klimatprestanda finns tillgänglig men till ett betydligt högre pris än idag.

Drift med biogas innebär en merkostnad jämfört med biodiesel men är idag billigare än helelektrisk drift. Utvecklingen under de kommande åren är osäker men med rådande trend kan kostnadssänkningar för elektriska fordon förväntas. Elfordon kommer dock även under de kommande åren medföra behov av extrafordon till följd av laddningstider och begränsningar i räckvidd, men fordonskostnaden kan sjunka. En optimering av linjenätet baserat på eldriftens förutsättningar kan medföra att kostnadsskillnaden mot dagens trafik minskar.

Den årliga kostnaden för helelektrisk drift i stadstrafiken har i denna studie uppskattas bli 4% högre (+4,1 Mkr) jämfört med dagens gasdrift. Detta förutsätter en fordonslivslängd på 20 år med reinvestering i interiör och byte av batteri efter 10 år. Eldriften bedöms dock minska de samhällsekonomiska kostnaderna med 74% (-8,2 Mkr). Därtill kan helelektrisk drift medföra en ökad attraktivitet för busstrafiken och således locka fler kunder till kollektivtrafiken. Hybridbussar med biodiesel bedöms ge en något lägre årlig kostnad jämfört med biogas och också en något lägre samhällsekonomisk kostnad. Helelektrisk drift bedöms ge en årlig merkostnad på 4,9-5,9 Mkr jämfört med hybridbussar men sänker också den samhällsekonomiska kostnaden med uppskattningsvis 6,1 Mkr. Lägst CO₂-utsläpp erhålls med helelektrisk drift och förnybar el följt av biogasdrift, trots att biogasdrift har den högsta energianvändningen. Detta under förutsättning att lokalt producerad biogas nyttjas.

Lokalt producerad biogas har flera fördelar, bl.a. att matavfall och andra restprodukter i regionen kan tas tillvara och att det således bildas ett slags slutet kretslopp i enighet med tank om cirkulär ekonomi och resurseffektivitet. Det bidrar också till en viss självhushållning av energi inom regionen och medför arbetstillfällen lokalt. Det har till dags datum gjorts investeringar i den lokala

biogasproduktionen och det finns planer på ytterligare satsningar. Det bedöms därav vara angeläget att den biogas som produceras tas tillvara på. Oavsett så är det inte självklart att biogasen ska nyttjas av busstrafiken i länet. Det finns andra möjligheter som t.ex. att nyttja gasen i kraftvärmeverk för produktion av el och fjärrvärme eller sälja gasen i komprimerad eller flytande form för användning i person- och/eller lastbilar. Även sjöfarten kan på sikt vara en marknad för biogas men för Kronobergs län handlar det i så fall om export till hamnar i andra län. I dagsläget är marknaden för biogas knuten till busstrafiken och det finns enligt flera källor ingen ekonomi i att använda gasen i kraftvärmeverk och inte tillräcklig efterfrågan för de andra föreslagna användningsområdena.

Om det framöver ställs krav om att biogasen ska nyttjas i Kronobergs busstrafik kan ett alternativ vid en omställning till elektrisk drift för stadstrafiken vara att nyttja biogasen i den regionala trafiken. Likaså kan det vara ett alternativ att uppnå större reduktioner av CO₂-utsläpp om biodiesel med hög klimatprestanda skulle visa sig vara svår och/eller dyr att få tag på om några år. Ett antal regionbussar utgår redan idag från depån i Växjö där tankningsmöjligheter för biogas finns men biogasen behöver kompletteras med biodiesel eller importerad biogas eftersom den lokalt producerade mängden inte täcker hela den regionala trafikens energibehov. En annan viktig fråga att beakta är vilka tankningsmöjligheter som finns för biogas runt om i länet. Depån i Växjö förses idag med biogas producerad i Växjö via pipeline från produktionsanläggningen men merparten av de regionala bussarna tankar inte där. Det kan således krävas extra investeringar i tankningsinfrastruktur för att möjliggöra mer storskaligt nyttjande av biogas i den regionala trafiken.

På sikt är en elektrifiering av stadsbusstrafiken att föredra då prestanda avseende energianvändning och utsläpp är betydligt bättre jämfört med övriga alternativ. Möjligheter finns redan inför nästa avtalsperiod och en omställning av hela stadstrafiken bör övervägas. Biogasen kan nyttjas i den regionala busstrafiken men alternativa användningsområden bör undersökas. Biogas har goda klimategenskaper men för busstrafiken finns problem med gasdrift, främst avseende energieffektivitet. Huruvida biogasen ska nyttjas i regionens linjebusstrafik är i slutändan en fråga för Region Kronoberg.

Inför en större elbussetablering i Växjös stadstrafik kan det vara ett alternativ att testa tekniken på en eller par linjer i ett tidigare skede. Fördelen med det är att det lokalt införskaffas erfarenheter som kan vara bra att ha med sig inför en större etablering och upphandling. Möjligheter och utmaningar kan erhållas och vara behjälpligt för att skapa en så välfunderande stadsbusstrafik som möjligt. Vid en större etablering finns det nämligen inte utrymme för en motsvarande reservbussflotta med konventionella bussar och eventuella problem kan medföra betydande driftstörningar.

Ett förväga mindre test med elbussar är dock inte nödvändigtvis ett måste. Det finns idag gott om erfarenheter från olika elbusstester som genomförts i Sverige och Europa och aktörerna på dagens marknad har införskaffat en mängd erfarenheter under de senaste åren. Riskerna med etablering av elbussar är således inte lika stora idag som för ett par år sedan. Att driftsätta elbussar inom nuvarande trafikavtal medför utmaningar i form av ägande och kostnader eftersom bussarna kommer att vara trafikdugliga in i nästa avtalsperiod. Vem ska

då äga bussarna och stå för kostnaderna vid ett elbusstest? Hur hanteras bussar och eventuell infrastruktur inför nästa avtalsperiod? Det finns en risk att ett förtida test med elbussar leder till administrativa utmaningar och förhandlingar som överväger den nytta i form av erfarenhet som erhålls.

Liknande frågeställning behöver å andra sidan också hanteras inför avtalsperioden från 2023, förutsatt en satsning på helelektrisk stadsbusstrafik. Bussar och eventuell infrastruktur kan nyttjas längre än de tio år som normalt utgör en avtalsperiod i dagsläget. Just ägarförhållanden och strategi för eventuellt operatörsbyte efter utgången avtalsperiod är frågor som blir mycket viktiga vid en övergång till elbussar. Särskilt som elbussar i större grad än diesel- och gasbussar är anpassade för den trafik de rullar i. Detta gäller särskilt tilläggs-laddade bussars batterikapacitet. Bussarna blir mer låsta likt spårvagnar och tåg där det normala är att den som driver trafiken som äger fordonen. Detta gäller Öresundståg, Krösatåg och spårvagnar i Norrköping, Göteborg och Stockholm. Samma ägande struktur gäller för trådbussarna i Landskrona där kommunen äger infrastrukturen och Skånetrafiken fordonen.

Skulle det vara av intresse med ett elbusstest innan nästa avtalsperiod kan linje 3 eller linje 5 vara lämpliga kandidater för tilläggs-laddade elbussar. Linje 3 är intressant då det är en linje med många resenärer medan linje 5 är intressant då linjelängden är nära de 15 km som generellt är ett rekommenderat max för tekniken i dagsläget. För depåladdade bussar kan ringlinje 2 och/eller 6 vara lämpliga för en första implementering. Depåladdade bussar är enklast att testa eftersom det endast krävs inköp av bussar och mindre laddutrustning i depån. Tilläggs-laddade bussar kräver därutöver infrastruktur, med förhandlingar avseende marknyttjande, bygglov, elförsörjning m.m. som följd. Tilläggs-laddning bedöms som mest relevant för ett intitalt test av just samma anledning. Erfarenheter från etablering av laddningsinfrastruktur kan vara mycket värt inför en större etablering.

6

Månadsrapport juli 2017 17RK108

Trafiknämnden

Månadsrapport juli 2017

Förslag till beslut

Föreslås att Trafiknämnden beslutar

att godkänna månadsrapport juli 2017 för trafiknämnden samt att överlämna den till regionstyrelsen för information

Sammanfattning

Det ekonomiska resultatet för januari - juli 2017 uppgår sammanlagt till 11,9 miljoner kr.

Prognos för helåret 2017 är oförändrat 11 miljoner kr. Ny prognos lämnas i delårsrapport 2 efter augusti.

Resandet i Växjö stadstrafik har ökat med 9,1 % under perioden augusti 2016 – juli 2017 jämfört med samma period tidigare år.

Den totala självfinansieringsgraden för linjetrafiken uppgick till 53,7 % för januari - juli 2017.

Peter Freij
Ordförande Trafiknämnden

Thomas Nilsson
Trafikdirektör

Bilaga: Månadsrapport juli 2017 för trafiknämnden

MÅNADS- SAMMANDRAG

TRAFIKNÄMNDEN

JULI 2017



**REGION
KRONOBERG**

Resultatuppföljning per bas/delenhet

Resultaträkning (tkr)	Månad: Januari – Juli 2017			Rullande	Årsbudget	Prognos
	Utfall ack	Budget Ack	Differens	12 mån	2017	2017
Länstrafikens Kansli	-16 792	-17 462	670	-27 235	-30 092	0
Teknik och omkostnader	-12 872	-14 122	1 250	-22 252	-24 209	2 000
Marknadsföring	-2 116	-3 600	1 484	-6 399	-7 200	0
Utrednings- uppdrag	-1 469	-1 202	-267	-2 489	-2 650	0
Regiontrafik	-71 460	-68 384	-3 076	-116 941	-117 000	-1 500
Växjö stadstrafik	-37 524	-37 299	-225	-63 221	-64 400	2 000
Älmhult stadstrafik	-533	-695	162	-934	-1 200	0
Krösatåg Nord	-9 635	-11 576	1 941	-16 254	-19 845	2 500
Krösatåg Syd	-18 049	-19 950	1 901	-29 307	-34 200	-2 000
Öresundståg	2 305	-5 587	7 892	2 099	-10 100	5 500
Pågatåg	-1 062	-1 044	-18	-1 632	-1 790	0
Vidarefakturerering tågtrafik	0	0	0	0	0	0
Anropsstyrd trafik	-1 674	-2 083	409	-3 294	-5 500	2 500
Serviceresor	-246	-246	0	-423	-382	0
Sjukrese- administration	0	0	0	0	0	0
Färdtjänst- avdelning	-33	-33	0	-64	-64	0
Abonnerad skolskjuts	-267	0	-267	-841	0	0
Totalsumma	-171 428	-183 285	11 857	-289 188	-318 632	11 000

Kommentar:

Periodens resultat innebär ett överskott på totalt 11 857 tkr jämfört med budget.

Störst positiv avvikelse har Öresundståg med 7 892 tkr. För Öresundståg är det framförallt hyreskostnaderna till vagnbolaget Transitio samt underhållskostnaderna som ligger lägre än budget. För underhållskostnaderna gäller dock ett nytt avtal med högre kostnadsnivå från 1 juli 2017.

Störst negativ avvikelse har Regiontrafik med – 3 076 tkr. Resandet har minskat något jämfört med 2016 samtidigt som trafikeringskostnaderna ökat; dels på grund av ökade indexkostnader och dels på grund av utökad trafik.

Prognos för 2017 är 11 000 tkr. Ny prognos lämnas efter augusti.

Avstängningen av ett spår på södra Stambanan under drygt två månader april – juni har i första hand fått negativa effekter på Krösatåg Syd men även Öresundstågtrafiken har drabbats. Trafiknämnden har tidigare beslutat om omdisponering av budgetmedel från Öresundståg till Krösatåg Syd (3 000 tkr) med anledning av avstängningen. En viss eftersläpning finns av kostnaderna men det står klart att de totala merkostnaderna kommer att bli lägre än det budgeterade beloppet 3 000 tkr.

Resandet för perioden augusti 2016 – juli 2017 ökade med 9,1 % för Växjö stadstrafik men minskade med 1,4 % för regiontrafiken jämfört med samma period tidigare år (exklusive skolkort).

Det samlade betyget för NKI (nöjd kundindex) enligt Kollektivtrafikbarometern var 73 % för perioden augusti 2016 – juli 2017 vilket var högre än för samma period tidigare år (71 %).

Betyget för den senaste resan enligt Kollektivtrafikbarometern var 85 % för perioden augusti 2016 – juli 2017 vilket var högre än för samma period tidigare år (81 %).

Marknadsandelen enligt Kollektivtrafikbarometern var 11,92 % för perioden augusti 2016 – juli 2017 vilket var högre än för samma period tidigare år (10,80 %).

Självfinansieringsgrad per trafikslag (linjetrafik)

Trafikslag	Intäkter tkr jan-juli 2017	Kostnader tkr jan-juli 2017	% jan-juli 2017	Jämförelse % Bokslut 2016	Jämförelse % Budget 2017	% Prognos 2017
Öresundståg	67 111	64 806	103,6%	100,5%	91,8%	93,8%
Älmhults stadstrafik	886	1 419	62,4%	61,1%	54,7%	54,7%
Regiontrafik buss	51 859	123 318	42,1%	45,1%	43,0%	42,4%
Växjö stadstrafik	23 761	61 285	38,8%	41,5%	39,9%	41,7%
Krösatåg Nord	7 339	16 974	43,2%	45,4%	38,3%	43,4%
Pågatåg	301	1 363	22,1%	28,5%	24,5%	24,5%
Krösatåg Syd	6 726	24 775	27,1%	27,6%	24,9%	24,9%
SUMMA	157 983	293 940	53,7%	55,8%	52,1%	53,0%

Kommentar:

Självfinansieringsgraden för januari - juli 2017 är 53,7 % vilket är lägre än Bokslut 2016 (55,8 %) men högre än Budget 2017 (52,1 %).

Självfinansieringsgraden för motsvarande period 2016 var 54,3 %.

Prognosen för 2017 är 53,0 %. Prognosen kommer att revideras i samband med delårsrapporten för januari – augusti.

Sjukfrånvaro (i procent av ordinarie arbetstid)

Centrum	JANUARI – JULI 2017			JANUARI – JULI 2016		
	Totalt	Kvinnor	Män	Totalt	Kvinnor	Män
LTR Länstrafiken Gemensamt	4,7	6,8	2,2	3,3	4,4	2,1
UTR Uppdragsverksamhet Trafik	5,6	8,0	0,7	8,0	10,4	0,9
Trafiknämnd tot.	5,0	7,3	1,8	5,2	7,3	1,7

Kommentar:

Redovisningen i månadsrapporten har anpassats till hur sjukfrånvaron redovisas i regionens styrtalsredovisning. Detta innebär att statistiken inte längre släpar en månad utan statistiken i månadsrapporten för juli avser sjukfrånvaron i månaderna januari – juli.

Den totala sjukfrånvaron var något lägre i år än motsvarande period förra året.

7

Närtrafik - justering av regelverk 16RK119

Trafiknämnden

Närtrafik - justering av regelverk

Ordförandes förslag till beslut

Föreslås att trafiknämnden beslutar

Att fastställa regelverk för närtrafiken med justeringar i enlighet med upprättad tjänsteskrivelse.

Sammanfattning

Trafiknämnden beslutade § 95/2016 att fastställa regelverk för Närtrafiken, med en komplettering vid § 24/2017. Föreliggande förslag till justeringar avser att förtydliga att resan endast kan bokas tidigast 14 dagar i förväg och att närtrafiken inte är avsedd för gruppresor.

Närtrafiken ska införas succesivt kommun för kommun med start under 2017. Först ut blir Tingsryds kommun där trafikstart planeras till hösten 2017.

Peter Freij
Trafiknämndens ordförande

Thomas Nilsson
Trafikdirektör

Bilaga: Närtrafik förslag till justerat regelverk augusti 2017- beslutsunderlag

Närtrafik – justering av regelverk

Trafiknämnden har låtit utreda hur regionens framtida anropsstyrda linjetrafik ska utformas. Syftet är främst att erbjuda resmöjligheter i de områden av regionen där det inte körs tåg eller linjelagd busstrafik. Förslaget ska vara en landsbygdssatsning riktad mot regionens egna medborgare, främst ungdomar och äldre. Likaså ska konceptet vara likvärdigt i hela regionen.

Närtrafiken ersätter nuvarande kompletteringstrafik samt de tre projekten Tåganslutning Moheda, Serviceturen Sigfrid samt Närtrafik Ljungby. Övergången från nuvarande trafik till den nya Närtrafiken görs kommun för kommun. I Ljungby införs anropsstyrd stadstrafik som ersätter den trafik som genom Närtrafik Ljungby utförs inom Ljungby stad.

Trafiknämnden beslutade § 95/2016 att fastställa regelverk för Närtrafiken, med en komplettering vid § 24/2017. Föreliggande förslag till justeringar avser att förtydliga att resan endast kan bokas tidigast 14 dagar i förväg och att närtrafiken inte är avsedd för gruppresor. Justeringarna markeras nedan med kursiv stil.

Regelverk för Närtrafik

Vem ska få åka?

- folkbokförda i Kronobergs län
- boende längre än 1000 meter (fågelvägen) från busshållplats för linjetrafik. Som busshållplats för linjetrafik räknas hållplats med mer än 3 turer i vardera riktning per vardag.
- Åldersgräns 12 år och uppåt. Yngre reser i vuxens sällskap.
- Folkbokförd resenär tillåts ta med sig max 2 medresenärer.
- Närtrafik kan inte garanteras i de kommuner som ej deltar i gemensam upphandling av skolskjuts eller färdtjänst/serviceresor.
- Närtrafik är avsedd för enskilda personers privatresor. Vid resor med fler än 5 personer som ska resa tillsammans till eller från samma hållplats, hänvisas till den privata marknaden för beställningstrafik.*

Vart får man åka?

- Resenären får åka mellan folkbokföringsadressen och i Närtrafiken utpekade hållplatser. Hållplatser kommer inför trafikstart att beslutas i trafiknämnden.

-Resenären får åka som längst 20km (fågelvägen) från folkbokföringsadressen inkl över kommun- och länsgränser. Resenärer som har mer än 20 km (fågelvägen) till närmsta hållplats tillåts resa till närmsta hållplats med samhällsservice.

När får man åka?

Länstrafiken definierar fasta ankomsttider (till i Närtrafiken utpekad hållplats) och avgångstider (från i Närtrafiken utpekad hållplats) inom följande tidsintervall

Vardagar 9:00 – 13:00 (3 dubbelturer), 17:00 – 20:00 (2 dubbelturer)

Lördagar 10:00 – 14:00 (2 dubbelturer)

Resenär får göra högst 4 enkelresor/vecka.

Skulle fordonsbrist uppstå hänvisas resenären till annan avgång.

Vad kostar det?

Närtrafiken har samma taxa som den linjelagda busstrafiken. Reskassa gäller dock inte. För periodkort ska aktiveringskvitto på aktuell period visas upp.

Hur bokar man?

Resenären bokar resan *tidigast 14 dagar och* senast 3 timmar innan ankomst till i Närtrafiken utpekad hållplats (ditresa) eller 3 timmar innan avgång från i Närtrafiken utpekad hållplats (hemresa). Undantag första tidtabellslagda turen på dagen som ska bokas senast 15:00 dagen innan.

8

**Mätrapporter från miljö- och hälsoskyddskontoret i Växjö
kommun 17RK203**

Trafiknämnden

Mätrapporter från miljö- och hälsoskyddskontoret i Växjö kommun

Ordförandes förslag till beslut

Föreslås att trafiknämnden beslutar

Att notera informationen till protokollet

Sammanfattning

Miljö- och hälsoskyddskontoret i Växjö kommun har till trafiknämnden skickat mätrapporter från tre ljudmätningar de genomfört i enskilda fastigheter.

Peter Freij
Trafiknämndens ordförande

Thomas Nilsson
Trafikdirektör

Bilaga: Mätrapport av ljud från stadsbussar för fastighet Hundkäxet 5, Växjö
Mätrapport av ljud från stadsbussar för fastighet Nattviolen 1, Växjö
Mätrapport av ljud från stadsbussar för fastighet Malvan 1, Växjö

Lamb Anna Fiona RST kansliavdelningen

Från: Hjalmarsson Anna <Anna.Hjalmarsson@vaxjo.se>
Skickat: den 3 augusti 2017 15:31
Till: Region Kronoberg Officiell brevlåda
Kopia: Tidåsen Patrik LTR trafikavdelning
Ämne: mätning av ljud från stadsbussar, Hundkäxet 5
Bifogade filer: annhja_2017-08-03_15-20-55.pdf

Till trafiknämnden, angående klagomålsärenden på lågfrekvent buller från stadsbussarna i Växjö:

Miljö- och hälsoskyddskontoret skickar härmed en andra mätrapport från en indikerande ljudnivåmätning i en bostad i Sandsbro, och en bedömning av ärendet.

Denna mätning gäller fastigheten Hundkäxet 5.

Med vänliga hälsningar,

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
MILJÖ- OCH HÄLSOSKYDDSKONTORET
Post: Växjö kommun, Box 1222, 351 12 Växjö
Besök: Västra Esplanaden 18, Växjö
Tel.: 0470-41332
anna.hjalmarsson@vaxjo.se
www.vaxjo.se

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
Tel. 0470-413 32

Region Kronoberg
Trafiknämnden

Indikerande ljudnivåmätning av buller från stadsbussar i sovrum på fastigheten Hundkåxet 5, Sandsbro

Miljö- och hälsoskyddskontoret gjorde i juni en indikerande ljudnivåmätning på Gärdesvägen 10 i Sandsbro. Anledningen var att den boende har kontaktat miljö- och hälsoskyddsnämnden eftersom hon upplever ljudet från de biogasdrivna stadsbussarna som störande.

Trafiknämnden har i ett svar på miljö- och hälsoskyddsnämndens föreläggande (inkom den 13/4 2017) redogjort för vad ni anser er kunna och inte kunna göra för att generellt i Växjö minska bullerstörningarna från bussarna.

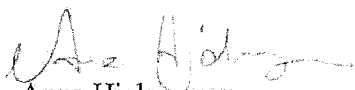
Jag bifogar mätrapporten. Mätningen är inte gjord fullt ut enligt vedertagna mätmetoder, men resultatet indikerar att lågfrekvent buller i bostadsrum bl.a. riskerar att störa sömnen då bussarna passerar. Ett rum är undersökt, men det finns fler bostadsrum i huset och även buller dagtid kan vara en olägenhet. När det finns störningar i en bostad som innebär en olägenhet för människors hälsa har de boende rätt att kräva att rimliga åtgärder vidtas. Vad som är rimligt behöver bedömas i varje enskilt fall. I detta fall vet vi ännu inte om det finns åtgärder som skulle minska störningarna i bostaden och vad de skulle kosta.

Region Kronoberg kan därför komma att behöva undersöka om det går att dämpa ljudnivån i bostadsrummen till en rimlig kostnad, genom t.ex. förstärkning av fönster eller fasad. Jag kommer att ha fortsatt kontakt med era tjänstemän om detta efter semestrarna.

Information

För handläggning av detta ärende tar miljö- och hälsoskyddsnämnden ut en avgift på 830 kr/timme enligt beslut i kommunfullmäktige 2014-12-16, § 272. Faktura skickas separat.

Miljö- och hälsoskyddskontoret



Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör

kopia till: Hillevi Zandler,
Gärdesvägen 10, 352 49 Växjö

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
Tel. 0470-413 32

Indikerande ljudnivåmätning på Gärdesvägen 10

Miljö- och hälsoskyddskontoret har gjort en indikerande mätning av ljudnivån från passerande stadsbussar på fastigheten Hundkäxet 5. Anledningen är att de boende upplever störande buller, framförallt lågfrekvent buller, då bussarna passerar på Fyllerydsvägen.

Mätningen gjordes den 21 juni 2017, klockan 10.06 – 11.18 i ett sovrum på övervåningen med stängt fönster mot väster. Vädret var torrt och stilla. Vid mätningen användes miljö- och hälsoskyddskontorets ljudnivåmätare Bruel & Kjaer 2250L, kalibrerad innan mätningen. Mätaren var placerad på ett stativ på c:a 1,4 m höjd, minst en meter från väggar och c:a 2 meter från fönstret.

Under mätperioden passerade åtta stadsbussar på linje 5 och 8. Tiderna för passagera registrerades och ljudnivåerna loggades i mätaren. Mätningen har analyserats på miljö- och hälsoskyddskontoret med hjälp av analysprogrammet BZ 5503 Mätpartner från Bruel & Kjaer.

Mätresultat

Uppmätta maximala ljudnivåer från de åtta busspassagera var 35, 39, 35, 40, 36, 33, 37 och 35 decibel A.

Under 15 sekunder då bussarna passerade var den ekvivalenta ljudnivån i låga frekvenser följande:

passage	Tersband 40 Hz	Tersband 50 Hz	Tersband 63 Hz
1 (buss 5 söderut)	59 dB	53 dB	39 dB
2 (buss 8 söderut)	60 dB	59 dB	42 dB
3 (buss 5 norrut)	53 dB	55 dB	45 dB
4 (buss 5 söderut)	60 dB	60 dB	40 dB
5 (buss 8 söderut)	43 dB	57 dB	47 dB
6 (buss 5 norrut)	44 dB	55 dB	45 dB
7 (buss 5 söderut)	61 dB	54 dB	38 dB
8 (buss 8 söderut)	48 dB	59 dB	44 dB

Den ekvivalenta ljudnivån i de lågfrekventa tersbanden under hela mätperioden var:

Tersband 40 Hz: 42 decibel

Tersband 50 Hz: 42 decibel

Tersband 63 Hz: 31 decibel

Bakgrundsnivån i sovrummet, då ingen trafik förekom, låg på c:a 20 decibel A vilket är en låg ljudnivå. Den uppmätta ekvivalenta ljudnivån under hela mätperioden var 24 decibel A. Där ingår ljud från trafiken, från grannens gräsklippare som var igång 8 minuter och enstaka ljud från bostaden och mätpersonen.

Relevanta riktvärden

Riktvärden för ljudnivå inne i bostäder finns i Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (FoHMFS 2014:13). De gäller för bostadsrum, d.v.s. rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum.

Riktvärde för ekvivalent ljudnivå: 30 decibel A

Riktvärde för maximal ljudnivå: 45 decibel A

Riktvärden för lågfrekvent buller (ekvivalent ljudnivå)

Tersband 40 Hz 49 decibel

Tersband 50 Hz 43 decibel

Tersband 63 Hz 42 decibel

Slutsats

Mätresultatet indikerar att ljudet från bussarna inte överskrider riktvärdet för maximal ljudnivå inomhus. Ljudnivån överskrider inte heller riktvärdet för ekvivalent ljudnivå, vare sig för A-vägd ljudnivå eller för låga frekvenser med den intensitet på busstrafiken som var vid mättillfället (6 bussar/timme).

Det finns inga riktvärden för momentan ljudnivå i låga frekvenser. Men vi bedömer att det ändå finns en risk för sömnstörning när förbipasserande stadsbussar åstadkommer så starka lågfrekventa ljud inne i bostaden, särskilt i tersbanden 40 och 50 Hz. Därför innebär bullret från bussarna en risk för olägenhet för människors hälsa.

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddskontoret

Lamb Anna Fiona RST kansliavdelningen

Från: Hjalmarsson Anna <Anna.Hjalmarsson@vaxjo.se>
Skickat: den 3 augusti 2017 15:35
Till: Region Kronoberg Officiell brevlåda
Kopia: Tidåsen Patrik LTR trafikavdelning
Ämne: Mätning nr 3 av ljud från stadsbussar i Sandsbro
Bifogade filer: annhja_2017-08-03_15-20-55.pdf

Till trafikinämnden, angående klagomålsärenden på lågfrekvent buller från stadsbussarna i Växjö:

Miljö- och hälsoskyddskontoret skickar härmed ännu en mättrapport från en indikerande ljudnivåmätning i en bostad i Sandsbro, och en bedömning av ärendet.

De bifogade handlingarna gäller fastigheten Nattviolen 1.

Med vänliga hälsningar,

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
MILJÖ- OCH HÄLSOSKYDDSKONTORET
Post: Växjö kommun, Box 1222, 351 12 Växjö
Besök: Västra Esplanaden 18, Växjö
Tel.: 0470-41332
anna.hjalmarsson@vaxjo.se
www.vaxjo.se

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
Tel. 0470-413 32

Region Kronoberg
Trafiknämnden

Indikerande ljudnivåmätning av buller från stadsbussar i sovrum på fastigheten Nattviolen 1, Sandsbro

Miljö- och hälsoskyddskontoret gjorde i juni en indikerande ljudnivåmätning på Lidvägen 1 i Sandsbro. Anledningen var att de boende har kontaktat miljö- och hälsoskyddsnämnden eftersom de upplever ljudet från de biogasdrivna stadsbussarna som störande.

Trafiknämnden har i ett svar på miljö- och hälsoskyddsnämndens föreläggande (inkom den 13/4 2017) redogjort för vad ni anser er kunna och inte kunna göra för att generellt i Växjö minska bullerstörningarna från bussarna.

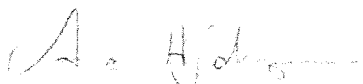
Jag bifogar mättrapporten. Mätningen är inte gjord fullt ut enligt vedertagna mätmetoder, men resultatet indikerar att lågfrekvent buller i bostadsrum bl.a. riskerar att störa sömnen då bussarna passerar. Ett rum är undersökt, men det finns fler bostadsrum i huset och även buller dagtid kan vara en olägenhet. När det finns störningar i en bostad som innebär en olägenhet för människors hälsa har de boende rätt att kräva att rimliga åtgärder vidtas. Vad som är rimligt behöver bedömas i varje enskilt fall. I detta fall vet vi ännu inte om det finns åtgärder som skulle minska störningarna i bostaden och vad de skulle kosta.

Region Kronoberg kan därför komma att behöva undersöka om det går att dämpa ljudnivån i bostadsrummen till en rimlig kostnad, genom t.ex. förstärkning av fönster eller fasad. Jag kommer att ha fortsatt kontakt med era tjänstemän om detta efter semestrarna.

Information

För handläggning av detta ärende tar miljö- och hälsoskyddsnämnden ut en avgift på 830 kr/timme enligt beslut i kommunfullmäktige 2014-12-16, § 272. Faktura skickas separat.

Miljö- och hälsoskyddskontoret



Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör

kopia till: Marcus Holmqvist,
Lidvägen 1, 352 49 Växjö

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
Tel. 0470-413 32

Indikerande ljudnivåmätning på Lidvägen 1

Miljö- och hälsoskyddskontoret har gjort en indikerande mätning av ljudnivån från passerande stadsbussar på fastigheten Nattviolen 1. Anledningen är att de boende upplever störande buller, framförallt lågfrekvent buller, då bussarna passerar på Fyllerydsvägen. Ljudet stör både inomhus och utomhus.

Mätningen gjordes den 14 juni 2017, klockan 10.40 – 11.47 i ett sovrum på övervåningen med stängt fönster mot norr. Vädret var torrt och något blåstigt. Vid mätningen användes miljö- och hälsoskyddskontorets ljudnivåmätare Bruel & Kjaer 2250L, kalibrerad innan mätningen. Mätaren var placerad på ett stativ på c:a 1,4 m höjd och minst en meter från väggarna. Under mätperioden passerade åtta stadsbussar på linje 5 och 8. Tiderna för passagera registrerades och ljudnivåerna loggades i mätaren. Mätningen har analyserats på miljö- och hälsoskyddskontoret med hjälp av analysprogrammet BZ 5503 Mätpartner från Bruel & Kjaer.

Mätresultat

Uppmätta maximala ljudnivåer från de åtta busspassagera var:
43, 40, 38, 43, 40, 36, 42 och 44 decibel A. De två lägsta ljudnivåerna (38 och 36 dBA) kom från bussar som körde norrut.

Under 15 sekunder då bussarna passerade var den ekvivalenta ljudnivån i låga frekvenser följande:

passage	Tersband 40 Hz	Tersband 50 Hz	Tersband 63 Hz
1 (buss 5 söderut)	52 dB	63 dB	60 dB
2 (buss 8 söderut)	45 dB	52 dB	60 dB
3 (buss 5 norrut)	37 dB	44 dB	51 dB
4 (buss 5 söderut)	46 dB	63 dB	58 dB
5 (buss 8 söderut)	40 dB	60 dB	59 dB
6 (buss 5 norrut)	56 dB	58 dB	45 dB
7 (buss 5 söderut)	51 dB	63 dB	59 dB
8 (buss 8 söderut)	49 dB	59 dB	56 dB

Den ekvivalenta ljudnivån i de lågfrekventa tersbanden under hela mätperioden var:

Tersband 40 Hz: 39 decibel

Tersband 50 Hz: 46 decibel

Tersband 63 Hz: 43 decibel

Bakgrundsnyvån i sovrummet, då ingen trafik förekom, låg på c:a 20 decibel A vilket är en låg ljudnivå. Den uppmätta ekvivalenta ljudnivån under hela mätperioden var 25 decibel A. Där ingår ljud från trafiken, blåst i träden, från lekande barn på skolgården och enstaka ljud från mätpersonen.

Relevanta riktvärden

Riktvärden för ljudnivå inne i bostäder finns i Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (FoHMFS 2014:13). De gäller för bostadsrum, d.v.s. rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum.

Riktvärde för ekvivalent ljudnivå: 30 decibel A

Riktvärde för maximal ljudnivå: 45 decibel A

Riktvärden för lågfrekvent buller (ekvivalent ljudnivå)

Tersband 40 Hz 49 decibel

Tersband 50 Hz 43 decibel

Tersband 63 Hz 42 decibel

Slutsats

Mätresultatet indikerar att bussarna klarar riktvärdet för maximal ljudnivå inomhus. Fastighetsägaren har installerat nya fönster med bra ljuddämpning och har låtit bli att installera tilluftsventiler i fasader mot gatan. Tilluftsventiler behövs dock för att luftkvaliteten inomhus ska vara god. Lösningen är därför inte optimal ur ett hälsoskyddsperspektiv.

Ekvivalentvärdet för de låga frekvenserna klarar nästan riktvärdena med den intensitet på busstrafiken som var vid mättillfället (6 bussar/timme). De låga frekvenserna inne i sovrummet kommer i huvudsak från bussarna. Det finns inga riktvärden för momentan ljudnivå i låga frekvenser. Men vi bedömer att det ändå finns en risk för sömnstörning när förbipasserande stadsbussar åstadkommer så starka lågfrekventa ljud inne i bostaden. Därför innebär bullret från bussarna en risk för olägenhet för människors hälsa.

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddskontoret

From: Hjalmarsson Anna
Sent: 3 Aug 2017 12:12:59 +0000
To: Region Kronoberg Officiell brevlåda
Cc: Tidåsen Patrik LTR trafikavdelning
Subject: mätning av ljud från stadsbussar i Sandsbro
Attachments: annhja_2017-08-03_14-05-39.pdf

Till trafiknämnden, angående klagomålsärenden på lågfrekvent buller från stadbussarna i Växjö:

Miljö- och hälsoskyddskontoret skickar härmed en mättrapport från en indikerande ljudnivåmätning i en bostad i Sandsbro, och en bedömning av ärendet. Jag återkommer inom kort med rapporter från ytterligare två mätningar som gjordes i juni.

Med vänliga hälsningar,

Anna Hjalmarsson
miljö- och hälsoskyddsinspektör
MILJÖ- OCH HÄLSOSKYDDSKONTORET
Post: Växjö kommun, Box 1222, 351 12 Växjö
Besök: Västra Esplanaden 18, Växjö
Tel.: 0470-41332
anna.hjalmarsson@vaxjo.se
www.vaxjo.se

9

Kollektivtrafikens samhällsnytta – Rapport till Svensk kollektivtrafik 2017 17RK100

Trafiknämnden

Kollektivtrafikens samhällsnytta – Rapport till Svensk kollektivtrafik 2017

Ordförandes förslag till beslut

Föreslås att trafiknämnden beslutar

att notera informationen till protokollet.

Sammanfattning

Vid trafiknämndens sammanträde 22 juni lämnades en rapport om kollektivtrafikens samhällsnytta i Kronobergs län. Denna information kompletteras nu i föreliggande ärende med en nationell rapport utförd av WSP Analys & Strategi på beställning av Svensk Kollektivtrafik. Rapporten behandlar frågan om kollektivtrafikens samhällsnytta i fråga om dels konsekvenser av kraftigt minskad kollektivtrafik, dels kollektivtrafikens bredare samhällsnytta.

Peter Freij
Trafiknämndens ordförande

Thomas Nilsson
Trafikdirektör

Bilaga: Kollektivtrafikens samhällsnytta – Rapport till Svensk kollektivtrafik 2017



KOLLEKTIVTRAFIKENS SAMHÄLLSNYTTA

RAPPORT ÅT SVENSK KOLLEKTIVTRAFIK

JUNI 2017

KOLLEKTIVTRAFIKENS SAMHÄLLSNYTTA

RAPPORT ÄT SVENSK KOLLEKTIVTRAFIK

KUND

Svensk Kollektivtrafik

KONSULT



WSP Analys & Strategi
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSONER

Karin Brundell Freij
karin.brundell-freij@wspgroup.se
070-6310790

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
1 BAKGRUND	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Kollektivtrafikbranschens storlek och betydelse	6
1.3 Om kollektivtrafikens samhällsnytta.....	7
1.4 Så har vi gått tillväga.....	10
1.5 Läsanvisning.....	10
2 KRAFTIGT MINSKAD KOLLEKTIVTRAFIK – SAMHÄLLSEKONOMISK KALKYL	11
2.1 Vad händer när utbudet minskar?	11
2.2 Kort om restidsvärden	13
2.3 Resenärsnytta	13
2.4 Trafiksäkerhet.....	14
2.5 Slitage.....	14
2.6 Luftföroreningar och klimatgaser	14
2.7 Energianvändning	15
2.8 Buller.....	15
2.9 Trängsel.....	15
2.10 Högre skatteintäkter genom högre inkomster	16
2.11 Kollektivtrafikens intäkter och kostnader.....	19
2.12 Summering kollektivtrafikens samhällsnytta.....	19
3 KOLLEKTIVTRAFIKENS BREDARE SAMHÄLLSNYTTOR.....	20
3.1 Social hållbarhet och fördelningspolitik	20
3.2 Effekt på stadsmiljö och närområde.....	25
3.2 Transportereffekter utanför kalkylen	27
4. SLUTSATSER	29
5 REFERENSER.....	32
BILAGA 1: KRAFTIGT MINSKAD KOLLEKTIVTRAFIK – METOD FÖR BERÄKNINGARNA	34
Om SAMPERS/SAMKALK	34
Kalkylantaganden	34
Metodens svagheter och förenklingar	35
BILAGA 2: BERÄKNING AV MINSKAD TRÄNGSEL	37

SAMMANFATTNING

I denna rapport har WSP, på uppdrag av Svensk Kollektivtrafik, studerat kollektivtrafikens samhällsnyttor. Analysen består av två delar.

- En samhällsekonomisk kalkyl som beräknar de ekonomiska effekterna av en hypotetisk, kraftig, minskning av all kollektivtrafik, och använder den för att göra en mycket grov, kvantitativ, uppskattning av den sammanlagda nyttan av hela kollektivtrafiken
- En bredare, mer kvalitativ, analys som ger andra perspektiv på kollektivtrafikens effekter i samhället

I den första delen har vi använt Trafikverkets nationella trafikmodell Sampers och det samhällsekonomiska beräkningssteget Samkalk för att beräkna vilka effekter det skulle för samhället om det generella utbudet av upphandlad kollektivtrafik skulle minska mycket kraftigt (-30 %).

I Sampers/Samkalk beräknas en hel del av dessa effekter direkt: resenärernas uppostring i form av längre väntetider, kostnader för kollektivtrafiken (och biljettintäkter), infrastrukturslitage, luftföroreningar, klimatgaser och trafiksäkerhet. Vi har dessutom kompletterat beräkningarna med några poster som inte hanteras i standardberäkningarna: uppskattningar av samhällets kostnader för buller och trängsel (i kollektivtrafiken), samt minskade skatteintäkter (på grund av att produktivitet och sysselsättning minskar). Alla dessa samhällsekonomiska effekter har också värderats i kronor och ören.

Enligt kalkylen skulle en så kraftig minskning av kollektivtrafiken som den vi studerat innebära en samhällsekonomisk nettoeffekt på -4,3 miljarder kronor årligen. De uppostringar som försämringen medför för samhället är alltså betydligt större än besparingarna på trafikens kostnader. Den allra största delen av dessa uppostringar handlar om försämrade tillgänglighet (ökade väntetider) för befintliga kollektivtrafikresenärer, men även ökad trängsel i den kvarvarande kollektivtrafiken, lägre skatteintäkter genom sämre fungerande arbetsmarknad och längre restider (trängsel) i den ökande biltrafiken innebär tillsammans betydande samhällsekonomiska kostnader.

Om utbudet längs en viss linje successivt ökar så är det rimligt att anta att nyttan av de första turerna ger större nytta än de turer som tillkommer när trafiken redan är omfattande. Utifrån ovanstående kvantitativa uppskattning, kan man därför dra slutsatsen att *hela* den upphandlade kollektivtrafiken i Sverige måste generera ett samhällsöverskott (efter att man tagit hänsyn till de totala kostnaderna för trafiken) som är betydligt större än 14 miljarder kronor netto årligen. Den totala samhällsnyttan bör alltså de facto vara (betydligt) större än så.

(Det är däremot inte möjligt att utifrån räkneexemplet avgöra hur denna *totala* nytta skulle *fördelas* på olika delposter. Den fördelningen skulle av naturliga skäl vara annorlunda, än den fördelning som gäller för den mer begränsade minskning som vi räknat på).

I den andra delen av rapporten beskrivs och diskuteras kollektivtrafikens nyt-

Kollektivtrafiken i Sverige bedöms skapa samhällsnytta för betydligt mer än 14 miljarder kr netto varje år.

tor ur fler perspektiv än de som ingår i kalkylen. Det handlar dels om att belysa några nyttor som skulle kunna **komplettera** den nuvarande samhällsekonomiska kalkylen, om beräkningsunderlaget vore fullständigt och det fanns bättre kunskap om effektsambanden. Men det handlar också om att **tolka** de nyttor som beräknas i kalkylen, genom att konkretisera hur de så småningom påverkar samhället.

När det gäller nyttor som inte alls ingår i kalkylen, handlar det till exempel att minskad trängsel i biltrafiken skulle göra bilisternas restider mindre osäkra (och inte bara kortare), och att bättre tillgänglighet kan ge bättre konkurrens och därmed lägre priser på varumarknader. Kollektivtrafiken bidrar till många människors vardagsmotion genom att stimulera gång och cyklande, för resor till och från kollektivtrafikens stationer och hållplatser. Genom att bidra till vardagsmotion medverkar kollektivtrafiken därmed till lägre risk för sjukdomar och dödsfall för den som åker kollektivt istället för bil. I Sverige cyklar kollektivtrafikresenärer dubbelt så mycket, och går tre gånger så mycket som bilister. Om dessa effekter kunde inkluderas i kalkylen skulle den beräknade kostnaden för en kraftig kollektivtrafikminskning vara ännu större än den vi nu beräknat.

Men det finns alltså också effekter som inte kan beskrivas som **ytterligare** nyttor, eftersom det skulle innebära dubbelräkning, men som ändå innebär ett illustrativt sätt att beskriva och konkretisera de nyttor som beräknas i kalkylen – detta gäller till exempel kollektivtrafikens betydelse för värdet på bostäder och fastigheter.

Kollektivtrafiken är också i sig ett verktyg för att nå mål som inte enkelt låter sig värderas som effekter i en aggregerad kalkyl, utan snarare handlar om fördelning, jämlikhet och rättvisa. Det handlar om att tillhandahålla grundläggande möjligheter för alla människor att mötas, handla och arbeta på jämlika villkor oavsett var man bor. Kollektivtrafiken är också ett medel i målet att bygga ett hållbart och välintegrerat samhälle, med effektivt bostadsbyggande, attraktiva stadsmiljöer och minimala fysiska barriärer. I arbetet mot dessa mål har kollektivtrafiken i varierande grad en roll att spela.

En viktig slutsats är att det kan vara dyrköpt för samhället att generellt spara på kollektivtrafik, särskilt i områden med betydande trängselproblematik och hög marknadsandel för kollektivtrafiken.

En annan viktig slutsats är att kollektivtrafiken är ett kraftfullt sätt att skapa bättre tillgänglighet för breda lager av befolkningen, med många värdefulla följd-effekter på bland annat arbetsmarknaden. Av de totala nyttor som kollektivtrafiken innebär för samhället, så är effekten av ökad tillgänglighet för dem som väljer att åka med kollektivtrafik den överlägset största. I en samhällsekonomisk kalkyl hamnar huvuddelen av denna tillgänglighetsvinst under rubriken ”restidsnytta”. I verkligheten kommer den (delvis) att ta sig uttryck som bättre matchning på arbetsmarknaden, och högre produktivitet i näringslivet. Även om en god kollektivtrafikförsörjning kan göra viss nytta när det gäller att begränsa biltrafikens negativa konsekvenser, så riskerar man att alldeles undervärdera kollektivtrafikens betydelse för samhället, om man enbart fokuserar på den aspekten.



1 BAKGRUND

Varje år genomförs omkring 1,5 miljarder kollektivtrafikresor i Sverige

1.1 BAKGRUND

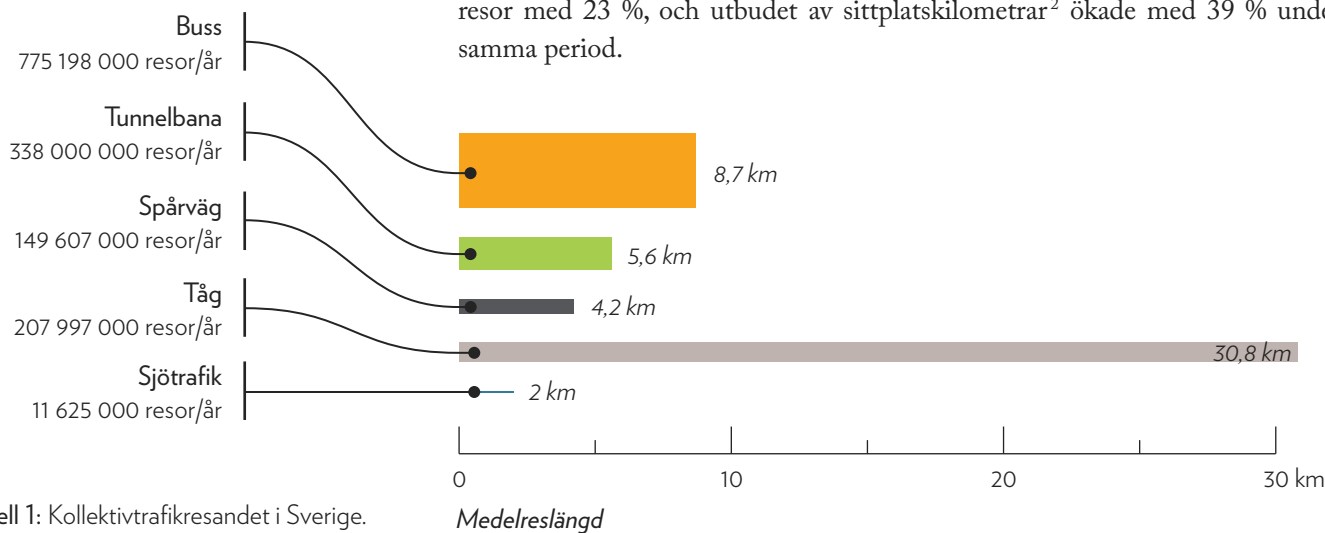
Svensk Kollektivtrafik har gett WSP Analys & Strategi i uppdrag att belysa kollektivtrafikens samhällsnyttor. Studien kan ses som en uppdatering av rapporten *Kollektivtrafikens Samhällsnytta*¹ från 2008, även om denna nya rapport avviker från den tidigare när det gäller såväl volym som innehåll och struktur.

Uppdraget har genomförts under perioden mars-maj 2017. Rapporten är framtagen av Karin Brundell-Freij, Peter Jørgensen, Anders Bondemark och Patryk Larek på WSP Analys & Strategi.

1.2 KOLLEKTIVTRAFIKBRANSCHENS STORLEK OCH BETYDELSE

Myndigheten Trafikanalys har ansvar för att föra statistik över kollektivtrafik och resvanor i Sverige. Under ett år genomförs omkring 1,5 miljarder kollektivtrafikresor i Sverige, varav ca 52 procent med buss, 23 procent med tunnelbana, 14 procent med tåg, 10 procent med spårväg och ungefär 1 procent med kollektiv sjötrafik. Den genomsnittlige invånaren gör ungefär 150 resor per år med kollektivtrafiken. Den genomsnittliga reslängden är 10,6 km, men bakom den siffran gömmer sig stor regional variation: i Stockholm är den genomsnittliga resan drygt 7 km, medan motsvarande siffra för Dalarna är 40 km. Tågresor är i genomsnitt betydligt längre än resor med andra kollektiva färdmedel, resor med kollektivtrafik till sjöss är kortast.

Kollektivtrafikens betydelse har ökat, mellan 2007 och 2015 ökade antalet resor med 23 %, och utbudet av sittplatskilometrar² ökade med 39 % under samma period.



Tabell 1: Kollektivtrafikresandet i Sverige.
Källa: Trafikanalys.

¹ SWECO (2008). *Kollektivtrafikens Samhällsnytta – den lokala och regionala kollektivtrafiken*.

² För varje linje multipliceras antalet turer med linjens längd i kilometer, och det genomsnittliga antalet sittplatser per fordon.

Kollektivtrafiken har särskilt stor betydelse för arbets- och skolresandet. Ungefär hälften av alla kollektivtrafikresor är resor till och från arbete eller skola, ungefär 18 % är inköpsresor, 6 % är resor till släkt och vänner, 7 % resor för fritidsaktiviteter, och ungefär 19 % av resorna tillhör övriga kategorier (Svensk Kollektivtrafik, 2016).

Kollektivtrafiken är också en viktig arbetsplats. Mer än 36 000 personer i Sverige arbetar inom kollektivtrafiken³. Bussbranschen har ca 19 500 anställda inom linjetrafiken. Inom persontrafik på järnväg arbetar nästan 12 000 människor, varav ca 4 000 med trafikledning och infrastrukturarbeten. Inom spårvägs- och trolleybusstrafiken arbetar ca 1 500 och inom tunnelbanan ca 2 700 personer. Skärgårds- och färjetrafiken har 1 500–2 000 ombordanställda.

Av Sveriges busschaufförer är 41 % utrikes födda, vilket gör det till det yrke med näst högst andel utrikes födda (Sveriges Bussföretag, 2017). Till dessa tillkommer administrativ personal, ekonomer och planerare inom kollektivtrafikbranschen. Svensk kollektivtrafik uppskattar att regionala kollektivtrafikmyndigheter (RKM) och länstrafikbolag har omkring 1600 anställda.

Den lokala och regionala kollektivtrafiken omsätter årligen ca 43 miljarder kronor, vilket är ungefär 1 procent av Sveriges BNP⁴.

1.3 OM KOLLEKTIVTRAFIKENS SAMHÄLLSNYTTA

Kollektivtrafikens samhällseffekter

Ett välutbyggt kollektivtrafiksystem har många fördelar. Det möjliggör för stora grupper människor att transportera sig kostnads- och utrymmeseffektivt, med låg miljöpåverkan och god trafiksäkerhet.

I denna studie strävar vi efter att beskriva och beräkna all den nytta kollektivtrafiken gör för samhället i samhällsekonomiska termer. När nyttorna beräknas i samhällsekonomiska termer innebär det (idealt) att man summerar "alla effekter för alla". Det är alltså ett mer ambitiöst förhållningssätt än att t.ex. enbart beräkna kollektivtrafikens effekter på offentliga utgifter och intäkter, eller kollektivtrafikens bidrag till BNP. Med den samhällsekonomiska utgångspunkten inkluderas också t.ex. nyttan av mer fritid för resenärerna, och att transportsystemets klimatpåverkan är mindre om resenärerna reser kollektivt än om de reser med bil.

Den tillgänglighet som kollektivtrafiken ger upphov till genererar nyttor på flera håll i samhällsekonomin. Räknar man ihop alla tänkbara nyttor som uppstår för alla berörda intressenter kommer man emellertid att dubbelräkna nyttor.

Ett exempel får illustrera detta: om ett område får betydligt bättre kollektivtrafikförsörjning, så innebär det nyttor för dem som bor där. Förbättringen kan därför innebära att bostäderna i området blir mer attraktiva och att fastighetsvärdena därmed stiger. Det vore dock fel att summera den direkta nyttan för de boende med den successiva förmögenhetsökningen för dem som äger

Kollektivtrafiken har särskilt stor betydelse för arbets- och skolresandet

³ Källa: Svensk kollektivtrafik

⁴ Jämfört med Sveriges totala BNP från användningssidan. Uppskattning av BNP från produktionssidan medges inte eftersom SCB:s öppna data inte är tillräckligt välupplöst med avseende på branschindelning.

fastigheter i området. En mer rättvisande beskrivning är att konkurrensen på bostadsmarknaden gör att en del av den nytta som i första skedet tillfaller de boende, senare överförs till de som äger fastigheter i området.

Inom transportsektorn finns det en mycket lång tradition av att kvantifiera och värdera nyttor i samhällsekonomiska termer. Trots detta finns det fortfarande vissa nyttor som visserligen inte representerar någon dubbelräkning, men som ändå inte normalt inkluderas i en standardiserad samhällsekonomisk kalkyl. Det beror då på att kunskapsunderlaget ännu anses för tunt, och effektsambanden för oklara, för att man skall kunna ge tydliga rekommendationer.

I denna rapport har vi haft ambitionen att ge flera olika perspektiv på kollektivtrafikens nyttor, även i fall när nyttor riskerar att överlappa varandra, och sambanden är mindre väl kända. Samtidigt försöker vi redovisa tydligt för läsaren vilka nyttor som kan summeras, och vilka nyttor som istället bör betraktas och tolkas som en parallell, kompletterande beskrivning.

Ett Sverige helt utan kollektivtrafik?

Uppgiften i detta uppdrag har varit att illustrera de **samlade** ”effekterna” av **hela** den upphandlade kollektivtrafiken i Sverige.

Kärnan i analysen är alltså att jämföra dagens Sverige, med ett alternativt scenario helt utan kollektivtrafik. Hur mycket ”fattigare”, i bred bemärkelse, skulle Sverige varit i ett sådant, mycket hypotetiskt, scenario?

Det är en intressant och lockande tankeövning. Ett grundproblem med analysen är emellertid att det hypotetiska steget är så stort. Det är så gott som omöjligt att ens föreställa sig ett Sverige helt utan kollektivtrafik, och ännu svårare att göra sig en detaljerad bild av alla de sätt på vilka Sverige då skulle skilja sig från det samhälle som vi har idag: Utan kollektivtrafik skulle många behöva bosätta sig på andra orter, ta andra jobb och ha andra fritidsintressen, rentav leva i andra typer av familjekonstellationer. Anpassning skulle också krävas i näringslivet: andra företag hade bedrivits i andra lokaler, och så vidare. Att därutöver värdera alla dessa skillnader i samhällsekonomiska termer är naturligtvis ytterligare svårare.

För att hantera den nästan omöjliga frågeställningen, har vi först tagit utgångspunkt i en relaterad, men något mer hanterlig, fråga: Vilka effekter skulle uppstå om utbudet av lokal och regional kollektivtrafik i Sverige skulle minska mycket kraftigt? (Som räkneexempel har vi här använt en 30-procentig minskning av kollektivtrafikens utbud på alla befintliga linjer som räkneexempel)

Vår sammanfattande analys har vi sedan byggt på det rimliga antagandet att samhällsnyttan av kollektivtrafikutbud bör kännetecknas av ”minskande marginalnytta”⁵.

En följd av antagandet om ”avtagande marginalnytta” blir att den samhällsförlust som uppstår om kollektivtrafiken minskar med 30%, multiplicerad med faktorn 3,3, ger en **undre gräns** för den totala samhällsnyttan av kollektivtrafiken som helhet. Den totala samhällsnyttan bör de facto vara (betydligt) större än så.

⁵ Till exempel: om man går från 100 till 70 procent av dagens kollektivtrafik bör samhället göra en mindre välfärdsförlust, än om man senare reducerar trafiken ytterligare lika mycket (från 70 till 40 procent av dagens utbud).



Det är en sådan uppskattning i två steg som vår analys bygger på.

Det sammantagna samhällsekonomiska resultatet bedöms vara pålitligt och välgrundat. Däremot kan *fördelningen* av resultatet på olika delposter (miljöeffekter, restider m.m.) betraktas som mer osäkert. Detta beror till stor del på att många beräkningar bygger på hur många resenärer som byter till andra färdmedel. Om beräkningarna t.ex. överskattar överflyttningen från kollektivtrafik till bil kommer man också att överskatta kostnaderna för biltrafikens koldioxidutsläpp. Samtidigt kommer beräkningarna i så fall underskatta den totala restidsförlusten för dem som blir kvar i kollektivtrafiken. Omvänt, om man i stället underskattar överflyttningen så kommer man på motsvarande sätt att underskatta koldioxidutsläppen från bilar, men överskatta den totala restidsförlusten i kollektivtrafiken. Med andra ord, kalkylen missar inte i väsentlig mening några effekter, men enskilda resultatposter kan vara över- eller underskattade.

Svårigheten att bedöma hur nyttan fördelas på olika delposter blir ännu större, när vi skall gå från räkneexemplet kraftiga minskning (-30%) till en uppskattning av den **totala** nyttan av **hela** den upphandlade kollektivtrafiken. För en så stor förändring av den samhällsliga spelplanen kan nyttan helt enkelt inte beräknas separerat på olika delposter, eftersom det är omöjligt att förutse hur beteenden och resmönster skulle förändras. Däremot är det alltså möjligt att göra en uppskattning av den totala sammanlagda nyttan utifrån principen om avtagande marginalnytta.

1.4 SÅ HAR VI GÅTT TILLVÄGA

Denna rapport redovisar kollektivtrafikens samhällsnyttor ur ett flertal perspektiv. Utgångspunkten är alltså en analys där vi undersöker effekterna av en kraftig reduktion av den upphandlade⁶ kollektivtrafiken i Sverige, i syfte att sätta ett samhällsekonomiskt värde på en välutbyggd kollektivtrafik.

För att läsaren ska förstå vilka nyttor som kan summeras och vilka nyttor som inte kan eller bör summeras, är redovisningen av vår analys indelad i två delar.

Den första delen är en samhällsekonomisk kalkyl av effekterna av ett kraftigt minskat kollektivtrafikutbud. Kalkylen motsvarar metodmässigt de kalkyler som görs i Trafikverkets planeringsarbete, med hjälp av transportmodellen Sampers och det samhällsekonomiska beräkningssteget Samkalk. Utöver resultaten från modellen, som får sägas innehålla de största och mest relevanta nyttorna, tillförs i denna första del också nyttoberäkningar för några ytterligare aspekter. Det är aspekter som inte ingår i Sampers/Samkalk, men som bygger på modellresultaten, och där de beräknade nyttorna på goda teoretiska grunder kan summeras ihop med modellresultaten utan risk för dubbelräkning.

Den andra delen redovisar kompletterande perspektiv på kollektivtrafikens nyttor, genom att belysa icke-kvantifierade aspekter som till exempel fördelningsaspekter och social rättvisa. Det är kvantifierbara effekter för vilka effektsambanden i dagsläget är diffusa, samt effekter som av andra skäl inte kan adderas till nyttorna i den första delen men som innebär ett alternativt och kompletterande perspektiv.

I redovisningen av de nyttor som inte modellberäknats försöker vi svara på varför den diskuterade effekten är relevant i sammanhanget, på vilket sätt kollektivtrafiken bidrar till att nyttan realiserar, i vilka situationer kollektivtrafiken bidrar som mest till denna nytta, i vilken mån nyttan redan ingår i den samhällsekonomiska kalkylen. Om möjligt görs också en storleksuppskattning av nyttan.

1.5 LÄSANVISNING

En väsentlig del av arbetet bakom denna rapport är att tillämpa transportmodellen Sampers för att med den av Trafikverket etablerade metodiken skatta de samhällsekonomiska kostnaderna av ett kraftigt reducerat kollektivtrafikutbud. I kapitel 2 redovisas, summeras och diskuteras därför nyttor i en omfattande samhällsekonomisk kalkyl där utbudet av upphandlad kollektivtrafik har reducerats kraftigt i hela Sverige (motsvarar den första delen i beskrivningen ovan). En utförlig metodbeskrivning, kalkylförutsättningar och diskussion av metodens svagheter och begränsningar, återfinns i Bilaga 1.

I kapitel 3 beskrivs kollektivtrafikens nyttor utifrån ytterligare perspektiv (motsvarar den andra delen i beskrivningen ovan).

Kapitel 4 presenterar studiens övergripande resultat och sammanfattar de viktigaste slutsatserna.

⁶ Den trafik som regionala kollektivtrafikmyndigheter (till största del) ansvarar för.

2 KRAFTIGT MINSKAD KOLLEKTIVTRAFIK – SAMHÄLLS- EKONOMISK KALKYL

Som ett första steg mot att kvantifiera nyttorna av hela kollektivtrafiken, beräknar vi i detta kapitel effekterna av kraftigt reducerad kollektivtrafik.

För beräkningarna används den nationella transportmodellen Sampers, som innehåller all kollektivtrafik, biltrafik, flygtrafik och färjetrafik i Sverige.

Det scenario som har använts för analyserna är Sveriges befintliga transport-system⁷, det så kallade *nuläges scenariot*.

Nuläges scenariot jämförs med ett scenario där utbudet (antalet turer) i modellen genomgående reducerats med 30 % för de linjer som motsvarar verklig-
hetens ”upphandlade” trafik. En mer detaljerad beskrivning av beräkningsförut-
sättningarna (inklusive en diskussion av metodens svagheter och begränsningar)
återfinns i Bilaga 1.

Genom Sampers och det samhällsekonomiska beräkningssteget Samkalk, erhålls värderade effekter för resenärsnytta, trafiksäkerhet, slitage, klimat- och miljöeffekter när man går från det ena scenariot till det andra.

Vi har också utnyttjat resultaten från Sampers/Samkalk för att beräkna ef-
fekter på buller, trängsel i kollektivtrafiken samt sådana arbetsmarknads- och
inkomsteffekter som inte annars ingår i kalkylen. Dessa beräknade effekter kan
läggas till de ursprungliga effekterna utan risk för dubbelräkning, för att pre-
sentera ett totalt samlat kalkylresultat.

2.1 VAD HÄNDER NÄR UTBUDET MINSKAR?

Vad beräknar modellen då kommer att hända med resandet i Sverige, under
de antaganden som gjorts om reducerat kollektivtrafikutbud och justerat bilin-
nehav?

Tabell 2: Förändring i resande med reducerat kollektivtrafikutbud

Trafikslag	Förändring i resande, miljoner resor per år	Förändring i resande, procent	Förändring i transport- arbete, miljoner person- kilometer per år	Förändring i transport- arbete, procent
Biltrafik	+51,6	+1,2 %	+833	+1,0 %
Kollektivtrafik	-50,9	-5,3 %	-1079	-4,3 %
Övrigt	0,03	~0 %	+19,8	+0,1 %

⁷ I Trafikverkets objektanalyser använder man oftast ett framtidsscenario (för ett visst prog-
nosår), som även innehåller alla *planerade* infrastrukturinvesteringar.

Tabellen visar att kollektivtrafikresandet förväntas minska med över en miljard personkilometer per år, vid en så kraftig utbudsminskning som den vi beskrivit (-30 %). Den relativt sett största effekten är naturligt nog på kollektivtrafikresandet. Modellen beräknar att kollektivtrafikresandet minskar med över 5 procent sett till antal resor, och över 4 procent i transportarbete, (antal personkilometer per år), när kollektivtrafikutbudet minskar med 30 procent.

Är den modellberäknade effekten rimlig? Någon kan kanske tycka att det är orimligt att tro att de nuvarande resenärerna i så stor utsträckning skulle stanna kvar i kollektivtrafiken, (och klämma ihop sig i de kvarvarande fordonen), om 30 procent av turerna togs bort.

Eftersom turutbudet har reducerats rejält, och resandet minskat endast i begränsad utsträckning, är det ingen överraskning att beläggningen i fordonet ökat avsevärt, med omkring 30 %, på såväl bussar som tåg. På vissa linjer och i vissa delar av landet innebär inte den högre beläggningsgraden att resenärer upplever mer trängsel, men på andra håll är det mycket trångt redan idag. Om antalet turer på sådana linjer minskade skulle en del väntande passagerare behöva lämnas på perronger och hållplatser på grund av trängsel, även om de inte skulle avskräckas direkt av själva turtäthetsförsämringen. Detta återspeglas inte direkt i modellresultaten. I modellen kommer det därför att bli helt orealistiskt trångt (passagerare per fordon) på vissa linjer när utbudet dras ner. Kostnader för trängsel i fordon har värderats direkt i analysen, men inte det faktum att vissa resenärer på vissa platser och tidpunkter helt enkelt inte skulle få plats.

Det beräknade resultatet innebär att den så kallade *utbudselasticiteten* för kollektivtrafiken skulle vara 0,13 (4/30) när det gäller transportarbetet, och 0,17 (5/30) när det gäller antalet resor. I litteraturen anges ofta betydligt högre elasticitet – t.ex. 0,4-0,7 i Dickinson & Wretstrand (2015).

Vid en sådan jämförelse måste man dock hålla i minnet att den modellberäknade effekten handlar om en mycket hypotetisk förändring av antalet turer på alla befintliga linjer i landet. De siffror på utbudselasticiteten som återfinns i litteraturen, däremot, handlar om vilka ökningar av kollektivtrafikresandet som i genomsnitt uppmätts vid **faktiska** förändringar av utbudet. Sådana faktiska förändringar kan bestå både i utbyggt linjenät, och fler turer i det befintliga nätet, och har nästan alltid vidtagits som svar på en upplevd utbudsbrist (oförsörjda bostadsområden, eller låga turtätheter i det befintliga nätet). Det är naturligt att den genomsnittliga utbudselasticitet som vi är ute efter här är betydligt lägre.

Tabell 2 visar också att även om det totala antalet resor, sammanlagt, förblir i stort sett oförändrat när kollektivtrafikutbudet försämras, så blir de bilresor som ersätter det undanträngda kollektivresandet betydligt kortare. Mätt i antal personkilometer minskar alltså resandet till följd av den försämrade kollektivtrafiktillgängligheten – folk "tvingas" välja andra målpunkter, och göra kortare resor, när kollektivtrafiktillgängligheten försämras.

Det kan vara läsaren till gagn att ha med dessa siffror i bakhuvudet, eftersom de ligger till grund för många av de värderade effekterna. Kategorin "övrigt" representerar här yrkestrafik på väg samt flyget, för vilka skillnaden i resande är mycket liten.

2.2 KORT OM RESTIDSVÄRDEN

Grunden i samhällsekonomiska analyser och nytto-baserade tillgänglighetsanalyser är värdet av restid. Det finns flera sätt att ta reda på värdet av restid men de värden som används i Samkalk har erhållits genom tidsvärdesstudier – d.v.s. att man genom att ställa resenärer inför olika val kan ta reda på hur mycket de värderar t.ex. restid i förhållande till t.ex. biljettpris.

Restiden ska i detta sammanhang betraktas som en kostnad och en minskad restid är således en inbesparad kostnad. Hur stor denna kostnad är, alltså restidsvärderingen, beror på flera olika saker. Om t.ex. resenären inte gillar att resa med det specifika färdmedlet kommer denne vara villig att betala mer för att minska restiden. Om resenären har bråttom kommer den även då vara villig att betala mer. Om den däremot tycker att resan är behaglig och har möjlighet att utföra aktiviteter den uppskattar under resans gång kommer betalningsviljan för restidsförkortningen vara lägre.

Ett annat sätt att uttrycka variationerna i restidsvärdering är att det finns variationer över individer och inom individer. Variationer över individer är ett annat sätt att säga att människor är olika, de kan ha olika inkomst, livssituation eller föredra olika färdmedel. Variationer inom individer innebär att samma person kan ha olika restidsvärdering beroende på vilken situation denne är i. Om hen har mycket bråttom kommer den ha en högre restidsvärdering än om hen har gott om tid. Båda dessa variationer påverkar restidsvärderingen och får också genomslag i olika restidsvärderingar för olika färdmedel (Trafikverket 2016).

Om turutbudet minskar kommer resenärerna att behöva anpassa sina avgångstider mer än tidigare från ett önskat, idealt schema. Vi kallar detta att de får ökade ”väntetider”, även om det inte alls behöver handla om att man får vänta längre vid hållplatsen. Ökade väntetider medför en uppoffring som innebär att man inte i samma utsträckning som tidigare kan välja den mest önskade destinationen. Det kan innebära att man väljer en mer närliggande arbetsplats, eller en något mindre lockande fritidsaktivitet. Detta innebär i båda fallen individuella uppoffringar. Inte sällan kan det också innebära direkta monetära effekter i form av försämrad produktivitet (sämre matchning på arbetsmarkanden).

2.3 RESENÄRSNYTTA

Resenärsnyttan avser vilket effekt utbudsförändringen får på resenärerna i termer om restid och reskostnad. Den största effekten är den på restiderna i kollektivtrafiken. De ökade restiderna motsvarar en kostnad för resenärerna på 6,2 miljarder per år. Denna kostnad består till största delen av ökade väntetider, men också en följd av längre restider. De ökade väntetiderna uppstår till följd av att det är längre tid mellan avgångarna vilket alltså medför att resenärer får vänta längre innan bussen eller tåget kommer, men också att de byten de gör under resans gång blir längre.

Det är emellertid inte bara kollektivtrafikresenärerna som får det sämre, även bilisterna drabbas av den försämrade kollektivtrafiken. Detta eftersom att vissa av de före detta kollektivtrafikresenärerna blir bilister och då skapar ökad trängsel på vägarna. Denna trängsel leder till förlängda restider för de som färdas på vägen.

Kostnaden för bilisterna uppgår dock bara till ungefär 300 miljoner. Det är alltså i första hand kollektivtrafikresenärerna som drabbas av uppoffringar

Förändringar i restid går att uttrycka i kronor och ören.

Reducerat kollektivtrafikutbud skulle försämra för både kollektivtrafikresenärer och bilister.

Tabell 3: Samhällsekonomiskt resultat resenärsnytta

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Biltrafik: restider	-313
Biltrafik: fordonskostnader	-4
Kollektivtrafik: restider	-6 201
Övrigt: restider	-75
Övrigt: kostnader	-38
Totalt	-6 631

Kollektivtrafiken är säkrare än biltrafiken, och innebär färre dödade och skadade i trafiken.

Tabell 4: Samhällsekonomiskt resultat trafiksäkerhet

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Biltrafik	-161
Kollektivtrafik	+96
Övrigt	0
Totalt	-65

Tabell 5: Samhällsekonomiskt resultat slitage

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Biltrafik	-59
Kollektivtrafik	+168
Övrigt	+11
Totalt	+120

Tabell 6: Samhällsekonomiskt resultat luftföroreningar och klimatgaser

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Biltrafik	-69
Kollektivtrafik	+144
Övrigt	-12
Totalt	+63

för det minskade utbudet, antingen genom att de får längre väntetider (om de stannar kvar), eller genom att de inte längre kan resa dit de vill och delta i de aktiviteter de önskar.

Totalt sett leder det minskade utbudet till kostnader för resenärerna motsvarande 6,6 miljarder kronor per år

2.4 TRAFIKSÄKERHET

När fler människor väljer att resa med bil istället för kollektivtrafik ökar också antalet olyckor. Det finns flera förklaringar till att det blir så. Ett skäl är helt enkelt att fordonskilometer ökar till följd av att resenärerna byter från kollektivtrafiken till bilen. Det finns alltså fler bilar som kan vara med i olyckor.

Biltrafik är också farligare än busstrafik, räknat per fordonskilometer, bland annat till följd av att de körs av ovanare förare, körs snabbare och det bland förarna förekommer riskbeteenden i större utsträckning. Totalt sett blir det en negativ nettoeffekt på 65 miljoner per år. Detta är i sig en stor effekt som motsvarar ungefär 2 ytterligare döda i trafiken per år. Den samhällsekonomiska kostnaden för detta är ändå relativt sett liten jämfört med kostnader som uppstår för resenärerna själva i form av restidsförlängning.

2.5 SLITAGE

När det gäller kostnader för slitage av infrastruktur så blir det samhällsekonomiska resultatet totalt sett positivt om kollektivtrafiken minskar. Detta trots att trafikarbetet med bilar ökar avsevärt. Den ökade biltrafiken ger emellertid endast upphov till kostnader motsvarande 60 miljoner kronor. Den positiva effekten av den minskade kollektivtrafiken är betydligt större, ungefär 170 miljoner kronor.

Anledningen till att det blir en positiv effekt trots att trafikarbetet ökar är att tunga fordon, så som bussar och tåg sliter mycket mer på infrastrukturen än förhållandevis lätta fordon så som personbilar. Det gör att trots att kollektivtrafikens trafikarbete minskar mindre än personbilarnas trafikarbete ökar blir effekten ändå positiv.

2.6 LUFTFÖRORENINGAR OCH KLIMATGASER

Det minskade kollektivtrafikutbudet leder till minskade utsläpp från busstrafiken motsvarande 145 miljoner kronor per år. Den ökade biltrafikens utsläpp ger upphov till kostnader om ca 70 miljoner per år. Tillsammans med övrigtresandet ger detta ett positivt netto motsvarande ungefär 65 miljoner kronor per år.

Anledningen till att det blir så stora positiva effekter trots att trafikarbetet med bil ökar mer än trafikarbetet med buss minskar är att en genomsnittlig buss i Sampers/Samkalk antas ha betydligt större utsläpp än en genomsnittlig bil.

Detta i kombination med att många trots allt väljer att stanna kvar i kollektivtrafiken gör att de positiva effekterna av minskat antal fordonskilometer i kollektivtrafiken överstiger de negativa effekterna av ökad biltrafik.

I verkligheten varierar busstrafikens utsläpp naturligtvis mycket mellan olika fordonstyper och drivmedel. I verkligheten är de genomsnittliga utsläppen från en modern buss betydligt lägre än de schablonvärden som antas i Sampers/Samkalk. Sampers överskattar därför de positiva effekterna av utbudsminskningen. Detta har dock ingen stor betydelse för det övergripande kalkylresultatet.

tatet, eftersom effekterna av minskade utsläpp i biltrafiken hur som helst är mycket mindre än de stora effekter som uppstår genom försämrade tillgänglighet (ökade restider).

2.7 ENERGIANVÄNDNING

Det kraftigt reducerade kollektivtrafikutbudet innebär att energianvändningen minskar. Ökningen i antal körda kilometer med bil är jämförbar med förändringen i antal kilometer körda med tåg och buss. Eftersom tåg och bussar kräver mer energi för att köras, blir resultatet, när kollektivtrafikutbudet minskar, minskad energianvändning sammantaget.

Detta kan tyckas motsägelsefullt, men det är då viktigt att komma ihåg att vi i det studerade scenariot får resultatet att huvuddelen av kollektivtrafikresenärerna helt enkelt trängs i tågen och på bussarna, medan bara en liten del av dem flyttar över till bil.

Resultatet för energianvändning innebär inte i sig en samhällsekonomisk effekt utöver det som speglas i miljönytta och operativa kostnader.

2.8 BULLER

Kollektivtrafiken ger upphov till störande buller, men kan genom att minska biltrafiken också bidra till minskat buller. Kollektivtrafikens nettopåverkan beror på i vilken miljö bullret förekommer; i tätorter drabbas t.ex. många människor av ljudet av ett fordon som accelererar eller bromsar, men på landsbygden drabbas färre människor och därför är den samhällsekonomiska påverkan mindre.

Bullereffekter av minskande kollektivtrafikutbud har värderats genom att multiplicera förändringen i fordonskilometer för olika färdmedel och trafiktyper i modellresultaten, med de schablonantaganden om samhällsekonomiska marginalkostnader för buller för olika fordonstyper som finns i Trafikverkets beräkningshandledning.

För biltrafik är schablonantagandet för marginalkostnaden, rimligt nog, olika beroende på om trafiken sker på landsbygd eller i tätort. Beräkningen kräver därför ett antagande om hur biltrafiken är fördelad. Vi har här antagit att ca 60 % av det trafikarbete med personbil som tillkommer när kollektivtrafikutbudet minskar sker på landsväg, medan resterande 40 % av biltrafikökningen sker i tätort⁸.

Resultatet visar att bullerreduktionen från det reducerade kollektivtrafikutbudet blir större än ökningen av buller från biltrafiken.

Detta resultat ska tolkas på samma sätt som energianvändning: eftersom resultatet blir att resenärer trängs på de färre fordonen, snarare än byta till bil, är det inte konstigt att de reducerade bulleremissionerna från kollektivtrafiken överstiger de ökade bulleremissionerna från biltrafiken.

2.9 TRÄNGSEL

En attraktiv kollektivtrafik bidrar till mindre trängsel i vägtrafiken genom att locka bilister att använda kollektivtrafik för att ta sig till och från arbete och

Tabell 7: Förändring i energianvändning

Trafikslag	Effekt per år, GWh
Biltrafik	+411
Kollektivtrafik	-2 335
Övrigt	0
Totalt	-1 925

Tabell 8: Samhällsekonomiskt resultat buller

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Biltrafik	-50
Kollektivtrafik	+187
Övrigt	0
Totalt	+136

⁸ Samma antagande har använts i kalkyler inom Trafikverkets åtgärdsplanering.

fritidsaktiviteter. Är kollektivtrafiken väldimensionerad slipper resenärerna det obehag som trängsel innebär. Dessutom minskar risken för att inte komma med på ett tåg eller en buss i rusningstrafik.

Kollektivtrafikens påverkan på trängsel för biltrafikanter ingår till viss del, men inte helt och hållet, i det samhällsekonomiska resultatet. Effekten av att mer biltrafik ger längre restider är inkluderade i beräkningarna, men däremot ingår inte vare sig att bilrestiderna varierar mer i trängsel ("restidsosäkerhet"), eller att varje minut i trängsel upplevs som mer obehaglig än motsvarande restid utan trängsel.

Betydelsen av den trängsel som uppstår i själva kollektivtrafiken när den är underdimensionerad värderas inte alls i den samhällsekonomiska kalkylen. Därmed saknas både värdering av obehaget av överfulla bussar och tåg, och även värdering av att passagerare ibland inte ens kommer med i fordonet och tvingas vänta på nästa avgång. I Trafikverkets riktlinjer finns emellertid rekommendationer på hur värderingen av restid ska justeras efter belägningsgrad på fordon, fördelat på restyper och huruvida resenären står eller sitter ned. Justeringarna är baserade på en sammanställning av ett flertal studier över hur resenärer värderar trängsel. I Bilaga 1, avsnitt *Metodens svagheter och förenklingar*, finns en diskussion om varför trängselkostnaden, indirekt, kan sägas representera också de förluster som skulle uppstå genom att kapacitetsbegränsningar skulle hindra vissa resenärer från att alls utnyttja kollektivtrafiken.

I modellresultaten som använts för att värdera övriga nyttor framkommer hur belägningsgraden i fordon påverkas. Eftersom turutbudet har reducerats rejält, och resandet minskat endast i begränsad utsträckning, är det ingen överraskning att beläggningen i fordonet ökat avsevärt, med omkring 30 %, på såväl bussar som tåg. På vissa linjer och i vissa delar av landet innebär inte den högre belägningsgraden att resenärer upplever mer trängsel, men på mer vältrafikerade linjer skulle 30 % fler passagerare per fordon innebära mycket svår trängselproblematik. För att värdera denna trängsel har vi utgått från den metodik som föreslås av Trafikförvaltningen (2015). Beräkningen går ut på att räkna ut hur stor del av den totala restiden som sker i trängsel. Detta varierar givetvis med linje och tid på dagen, men för att få en bild av storleksordningen på trängselkostnaden har en överslagsmässig beräkning gjorts för att uppskatta storleken på trängseleffekten. Se Bilaga 2 för beskrivning hur beräkningen har gjorts.

Beräkningen uppskattar den samhällsekonomiska värderingen av trängsel (och – indirekt – kapacitetsbegränsningar) vid reducerat kollektivutbud till 698 miljoner kronor per år.

2.10 HÖGRE SKATTEINTÄKTER GENOM HÖGRE INKOMSTER

Kollektivtrafiken gör det smidigt och billigt för människor att nå många arbetsplatser. Man kan säga att kollektivtrafiken för arbetstagare och arbetsplatser "närmare" varandra eftersom det helt enkelt inte är lika dyrt som att köra bil och betydligt snabbare än gång och cykel. Genom denna närhet kan man förvänta sig en bättre matchning mellan arbetsgivares efterfrågan på kompetens och den kompetens som människor besitter. Det uppstår alltså en "matchningseffekt" på arbetsmarknaden som gör arbetsplatser mer produktiva och

Kollektivtrafiken bidrar till högre produktivitet och ökade skatteintäkter.



genomsnittslönen högre än om människor i allmänhet hade fått hålla till godo med färre arbetsplatser att välja mellan. Dessutom kan närheten till arbetsplatser göra att människor jobbar lite mer än vad annars varit fallet (det är ju också tänkbart att människor i stället väljer att ha mer fritid i stället).

Utöver den bättre matchningen på arbetsmarknaden så finns det en omfattande litteratur som undersöker hur människor och företag blir mer produktiva av att vara koncentrerade, d.v.s. närmare varandra, se t.ex. Chatman & Noland (2011) och Duranton & Puga (2004). Det handlar om att kunskap byggs upp och sprids snabbare och att gemensamma resurser delas. Det är väl känt att större städer tenderar ha ett mer produktivt näringsliv, även om en del av förklaringen troligen ligger i att mer produktiva företag vill lokalisera sig i platser med god tillgång på arbetskraft, så det är inte helt lätt att veta i vilken riktning orsakskedjan går.

Inkomsteffekterna på arbetsmarknaden uppstår bara för den del av kollektivtrafikresandet som är pendling till och från arbete, och kan väntas vara mest betydande när kollektivtrafiken binder samman stora grupper av människor med arbetsplatser under bekväma pendlingstider. Det kan gälla såväl trafik som sammanbinder olika stadsdelar som trafik som sammanbinder städer med varandra samt pendlingsorter utanför. Matchningseffekten är störst när det finns en stor variation av vilken kompetens som efterfrågas, vilket främst torde gälla stora städer.

Till viss del ingår redan den del av inkomsteffekten som härrör ur matchningseffekter i de samhällsekonomiska kalkylerna. När en arbetstagare tack vare kollektivtrafiken väljer att resa längre för att ta ett attraktivare jobb så ingår detta till största del i kalkylen, eftersom arbetstagaren värderat det nya jobbet mot (bland annat) hur man värderar den kostnad i tid och pengar som det innebär att ta sig dit. Men eftersom det finns inkomstskatter som inte tillfaller resenären i detta fall så finns det faktiskt en nytta för samhället som bör tillföras standardkalkylen. Det är alltså ökade skatteintäkter både till följd av att medellönen går upp pga. bättre matchning och att människor kan jobba lite mer. När det gäller effekten på inkomster som handlar om att koncentrationer av arbetskraft och företag tenderar att stimulera högre produktivitet, ligger denna helt utanför resenärernas egen värdering av restiden och missas därför helt i en vanlig samhällsekonomisk kalkyl.

Isacsson et al (2016) har beräknat effekten av tillgänglighet på löner och baserat på de resultaten anmodar Eliasson (2016), givet antaganden för snittinkomst och skattenivåer, att den del av det samhällsekonomiska värdet som är för arbetsresor ska räknas upp med 40 %⁹. Vi har därför räknat upp den samhällsekonomiska tillgänglighetsförlusten av reducerat turutbud med denna faktor. Eftersom den årliga tillgänglighetseffekten för arbetsresor är 2 150 miljoner kronor beräknas inkomsteffekten till **860 miljoner kronor**.

⁹ Notera att detta avser ökade skatteintäkter från högre medellöner till följd av bättre matchning, som alltså antas vara anledningen till att personer med bättre tillgänglighet har högre löner.

2.11 KOLLEKTIVTRAFIKENS INTÄKTER OCH KOSTNADER

Samtidigt som det minskade utbudet påverkar resenärerna negativt innebär utbudsminskningen effekter för de som tillhandahåller kollektivtrafiken, d.v.s. operatörer och ytterst de regionala kollektivtrafikmyndigheter som tillhandahåller trafiken. Det minskade utbudet leder till att dessa myndigheter sparar stora pengar, motsvarande 5,5 miljarder per år. Det minskade resandet leder emellertid också till minskade biljettintäkter motsvarande 1,9 miljarder kronor per år. Sammantaget leder detta till att RKM påverkas positivt motsvarande 3,6 miljarder kronor årligen.

2.12 SUMMERING KOLLEKTIVTRAFIKENS SAMHÄLLSNYTTA

Utifrån resultaten kan man vända på perspektivet och fråga sig "hur har samhället påverkats av att tillhandahålla en stark kollektivtrafik?". Det finns flera kostnader förknippade med att detta, framförallt kostnader för att driva själva trafiken, men också måttliga ökningar av bulleremissioner, luftföroreningar och slitage av väg- och järnvägsinfrastruktur, vilket är att vänta när många fordon är i rörelse. Kostnaderna är emellertid betydligt mindre än de nyttor för samhällets som beräknats. Genom en välutbyggd kollektivtrafik förkortas restiderna för resenärer, kollektivtrafikens intäkter ökar, trafiksäkerheten förbättras, trängseln i fordonen minskar, och en bättre fungerande arbetsmarknad möjliggörs. Dessa nyttor för samhället överstiger vida kostnaderna: den årliga nyttan av dagens kollektivtrafik uppgår till 4,3 miljarder kronor, jämfört med ett scenario med 30 % mindre utbud.

Utifrån detta resultat, och antagandet om att kollektivtrafikens utbud bör ge avtagande marginalnytta konstateras att samhällets kostnader i ett scenario helt utan kollektivtrafik skulle överstiga 3,3 gånger kalkylresultatet, det vill säga vara större än minst 14 miljarder kronor per år netto. Den totala samhällsnyttan kommer att vara betydligt större än så.

Kollektivtrafiken påverkar samhället positivt på fler sätt än vad som framgår i tabellen ovan. Nästa kapitel belyser kollektivtrafikens samhällsnyttor i bredare bemärkelse.

Tabell 9: Samhällsekonomisk resultat intäkter och kostnader för kollektivtrafiken

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Kollektivtrafikens intäkter	-1 882
Kollektivtrafik: kostnader ¹⁰	+5 520
Totalt	+3 639

Tabell 10: Summering av samhällsekonomiska resultat

Trafikslag	Effekt per år, mkr
Resenärsnytta	-6 631
Trafiksäkerhet	-65
Slitage	+120
Luftföroreningar och klimatgaser	+63
Buller	+136
Trängsel i kollektivtrafiken	-698
Skatteintäkter från löner	-860
Kollektivtrafikens intäkter och kostnader	+3 639
SUMMA	-4 296

Kollektivtrafiken i Sverige bedöms skapa samhällsnytta för betydligt mer än 14 miljarder kr netto varje år.

¹⁰ Operativa kostnader för kollektivtrafiken.

3 KOLLEKTIVTRAFIKENS BREDARE SAMHÄLLSNYTTOR

I detta kapitel beskrivs kollektivtrafikens samhällsnyttor ur fler perspektiv än de i föregående kapitelns ingående nyttoberäkningar. Det är till stor del nyttor som är svåra att fånga i kvantitativa mått, men även sådana som redan uttrycks i den samhällsekonomiska kalkylen i kapitel 3. Kapitlet är indelat i tre delar: den första delen beskriver kollektivtrafikens sociala effekter, den andra delen beskriver kollektivtrafikens bidrag till stationsnära områden, och den tredje delen redovisar ett par nyttor av kollektivtrafik på själva transportmarknaden.

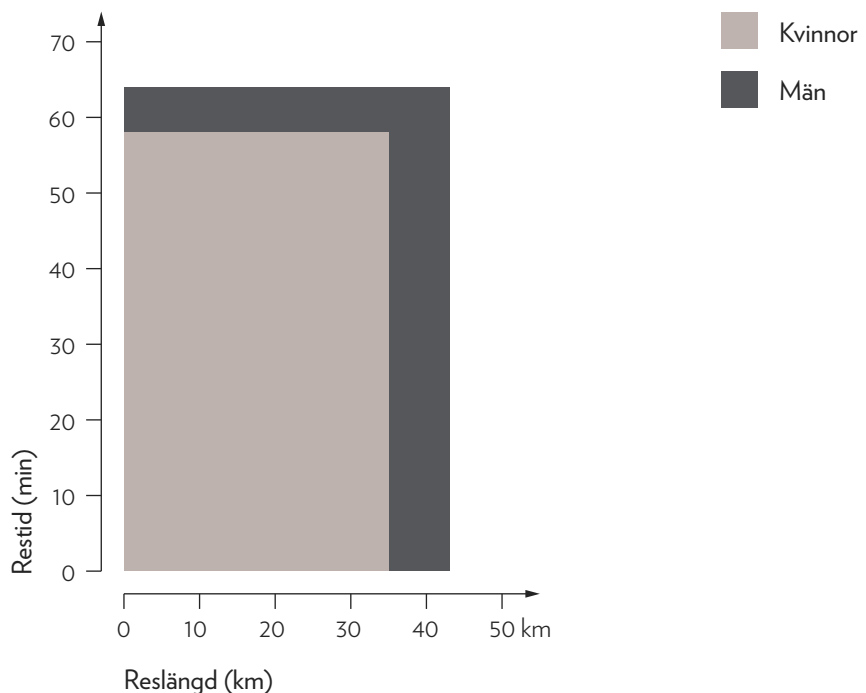
3.1 SOCIAL HÅLLBARHET OCH FÖRDELNINGSPOLITIK

Jämställdhet

Kollektivtrafikens bidrag till ett jämställt samhälle är flitigt diskuterat. Detta till följd av de skillnader som finns i kvinnors och mäns resande. Det är emellertid viktigt att komma ihåg att varken kvinnor och män är homogena grupper utan att grupperna inrymmer stora individuella skillnader.

I Figur 1 ser vi att kvinnor både reser kortare sträckor och mindre tid än män. Detta innebär att de inte tar del av de möjligheter transporter möjliggör

Figur 1: Totalt resande per dag (Trafikanalys 2015).



i samma utsträckning som män. En större andel av kvinnors resande sker med kollektivtrafik samt gång och cykel medan män i större utsträckning reser med bil (Trafikanalys 2015). Regeringen (2016) skriver "Styrmedel och åtgärder som stärker kollektivtrafiken förbättrar generellt sett tillgängligheten för kvinnor mer än för män, medan det omvända gäller för styrmedel som underlättar och gör det förmånligare att köra bil."

Män och kvinnors användning av kollektivtrafik, cykel respektive bil beror delvis på att kvinnor tjänar mindre och körkort i lägre utsträckning, men även om man tar hänsyn till detta finns det en betydande skillnad. Eftersom kvinnor inte har körkort eller tillgång till bil i lika stor utsträckning som män är de mer beroende av kollektivtrafik.

Oberoende av transportsystemet sker det positiva förändringar av de strukturer som idag leder till ojämställdhet, mäns uttag av föräldraförsäkringen ökar, kvinnor utbildar sig i högre utsträckning osv. De positiva effekter på jämställdheten som förbättringar av kollektivtrafiken har bör vara tillräckliga för att kunna påstå att kollektivtrafik idag är positivt för jämställdheten, i synnerhet om de möjliggör förändringar på t.ex. arbetsmarknaden som kan förstärka de positiva förändringarna som sker.

Integration mellan stadsdelar

Både stadsdelar och regioner avdelas av olika typer av barriärer. Det kan vara barriärer skapade av naturen så som sjöar och vattendrag, eller av planerare så som vägar, järnvägar eller avstånd mellan stadsdelar. Det kan också vara mentala barriärer skapade av människor som gör att de inte reser över vissa gränser. Kollektivtrafiken kan bidra till att undanröja alla dessa barriärer.

Den mentala barriäreffekten fungerar på samma sätt som en fysisk barriär, den upplevs jobbigt att korsa. Vissa menar till och med att en viss del av den mentala barriären uppstår till följd av hur den fysiska miljön är utformad (White & Spacescape 2015). På samma sätt som andra barriäreffekter skulle alltså mentala barriäreffekter kunna lindras med hjälp av kollektivtrafiken. Vissa busslinjer, som t.ex. Malmöexpressen som går mellan Rosengård och Västra Hamnen, motiveras med just detta skäl.

Det resonemang som ligger till grund för busslinjer som Malmöexpressen är att om de mentala barriärerna mellan områden minskar kommer inte bara resandet mellan olika områden öka utan också kontakterna. Det är emellertid svårt att hitta studier som studerat detta. En studie över hur barriäreffekter påverkar sociala kontakter är Appleyard (1981), som undersökte hur trafiken på en gata, alltså barriären, påverkade hur många personer boende kände på andra sidan. Det verkar alltså som att minskade barriärer ökar antalet kontakter på andra sidan barriären.

Integration av stad och landsbygd

Kollektivtrafiken bidrar till att landsbygden integreras med staden, inte minst för den del av befolkningen som har begränsad tillgång till bil. På motsvarande sätt hjälper kollektivtrafiken till att integrera små städer med större städer, vilket bildar större regioner för arbetsmarknad, utbildning och fritidsaktiviteter. En stark kollektivtrafik förbättrar möjligheten för en stor del av befolkningen

Kollektivtrafik bidrar mer till kvinnors tillgänglighet, än till mäns.

Många svenskar bor på landsbygden nära större städer. En stark kollektivtrafik integrerar staden med dess omland.

att anpassa val av bostadsort, yrke och livsstil utan att det ena (t.ex. ett visst yrkesval) ska utesluta det andra (t.ex. möjlighet att bo i en lantlig miljö).

Enligt den kategorisering som Trafikanalys (2014) tillämpar i en rapport om tillgänglighet på landsbygden, bor mindre än 7 procent av Sveriges befolkning i landsbygdskommuner som är ”avlägst”¹¹ eller ”mycket avlägst”¹² belägna från en större stad, definierat som minst 50 000 invånare. Fler, ungefär 10 procent, bor i kommuner som har en lantlig karaktär men som ligger nära minst en större stad. Strängnäs är t.ex. enligt Sveriges Kommuner och Landstings klassificering en landsbygdskommun, men ligger tämligen nära Västerås, Eskilstuna, Södertälje och Stockholm, och kan genom kollektivtrafik ges bättre tillgång till städernas arbetsmarknad, handel och fritidsaktiviteter.

Kollektivtrafikens möjlighet att skapa nytta genom att binda ihop stad och landsbygd är som störst när den väsentligt ökar möjligheten för många människor att dagligen resa mellan bostad, arbete/skola och fritidsaktiviteter inom en bekväm restid. Särskilt gäller detta när biltrafiken präglas av trängsel och köbildning. Ett bra exempel på detta är pendeltågstrafiken i Stockholms län.

Grundläggande tillgänglighet för alla

Kollektivtrafiken fyller en viktig funktion genom att den erbjuder en grundläggande tillgänglighet för alla, i synnerhet de som inte har tillgång till bil. För vissa grupper är kollektivtrafiken extra viktig till följd av att de av olika skäl inte har tillgång till andra färdmedel, t.ex. bil. Två av dessa grupper är barn och vissa grupper av funktionsnedsatta.

Barn har tillgång till bil i den mån deras föräldrar har tid och möjlighet att skjutsa dem. Det finns emellertid nackdelar med att föräldrar skjutsar sina barn, både i termer av de negativa effekter det får på t.ex. trafiksäkerhet kring skolor och minskad vardagsmotion, men också genom att det begränsar barnens självständighet. En trygg och tillgänglig kollektivtrafik som föräldrar är trygga att låta sina barn vistas i ger barnen en ökad frihet att ta sig till sina aktiviteter och vänner, skapar en tryggare trafikmiljö kring t.ex. skolor och ge föräldrar mer tid att ägna sig åt annat än att skjutsa sina barn.

För att funktionsnedsatta inte ska begränsas i sitt resande med kollektivtrafiken så finns det särskild kollektivtrafik i form av färdtjänst för många av de grupper som innefattas av begreppet. Färdtjänsten är samhällets sätt att erbjuda en grundläggande tillgänglighet för dem som inte har möjlighet att använda den allmänna kollektivtrafiken.

Färdtjänst är en praktisk form av kollektivtrafik eftersom den inte är bunden till speciella hållplatser och kör på beställning. Den är emellertid mycket dyr. Kommuners och regioners kostnader för färdtjänst uppgick 2015 till drygt 4 miljarder kronor för de drygt 11 miljoner resorna som företogs (Trafikanalys 2016a). Med en kostnadstäckningsgrad på 25 procent innebär det en nettokostnad per resa på cirka 270 kronor. För resorna i den allmänna kollektivtrafi-

Kollektivtrafiken garanterar en grundläggande tillgänglighet för många människor.

¹¹ Minst 50 % av befolkningen i rurala områden och mindre än 50 procent av befolkningen med mindre än 45 min restid till agglomeration om minst 50 000 människor.

¹² Hela befolkningen bor i rurala områden och minst 90 minuter i genomsnittlig restid till agglomeration om minst 50 000 människor.

ken var den genomsnittliga nettokostnaden 2015 cirka 15 kronor (Trafikanalys 2016b). Det är alltså en väsentlig kostnadsskillnad samtidigt som det är otroligt viktigt att alla, även äldre och människor med funktionsnedsättning, har tillgång till en grundläggande tillgänglighet.

Det finns alltså stora vinster med kollektivtrafik, både för barn och funktionsnedsatta. I första hand genom att det tack vare den grundläggande tillgängligheten ger alla människor frihet att ta sig dit de vill. Detta bygger emellertid på att kollektivtrafiken utgör en trygg och tillgänglig miljö. Om den allmänna kollektivtrafiken vore så tillgänglig att de som behöver färdtjänst idag kan resa med den allmänna kollektivtrafiken finns dessutom betydande ekonomiska resurser att spara.

Kollektivtrafiken är inte bara ett betydelsefullt verktyg för att tillhandahålla en grundläggande tillgänglighet för de som inte har tillgång till bil eller är funktionsnedsatta. Kollektivtrafiken kan också spela en viktig roll i att bryta utanförskap, både ur ett vidare socialt perspektiv (Lucas 2012) och på arbetsmarknaden (Norman et al. 2017). Det verkar alltså som om kollektivtrafiken inte bara fyller en funktion för att skapa jämlika förutsättningar utan också bidrar till ett jämlikt utfall.

Sysselsättningseffekter

Kollektivtrafiken gör arbetsmarknaden mer tillgänglig för breda lager av befolkningen, och kan därmed bidra till lägre arbetslöshet. Denna nytta är nära besläktad med den "matchningseffekt" som behandlades i kapitel 2.10 men skiljer sig i att vi här avser effekt på just arbetslöshet, inte högre medellön i genomsnitt. Distinktionen är meningsfull eftersom samhället kan ha som separata mål att öka produktiviteten bland arbetskraften i stort, och att öka just sysselsättningen i allmänhet. Detta eftersom positiva sysselsättningseffekter mest gynnar grupper som är svaga på arbetsmarknaden. De sammanhang som kollektivtrafiken som mest kan bidra till arbetsmarknadsnytta är när avstånden mellan bostäder och arbetsplatser är så pass långa att gång och cykel inte är ett rimligt alternativ och när ökad biltrafik ger trängselproblem. Därmed torde de positiva arbetsmarknadseffekterna vara mest betydande i storstadsområdena.

En färsk svensk studie (Norman et al, 2017) som undersöker sambandet mellan förändringar i arbetslöshet och tillgänglighet, finner att förbättrad arbetsplatstillgänglighet har ett positivt samband med sysselsättning, och att detta resultat är starkare för lågutbildade människor. Notera att när det gäller effekter på produktivitet, som behandlades i föregående kapitel, så är det i stället för den högutbildade arbetskraften som effekten är som störst. En förklaring till denna skillnad är att för lågutbildade människor, som i regel har lägre inkomster, gör snabbare och/eller billigare resor större skillnad i hur värt det är att söka jobb längre bort. För högutbildade, som ofta har högre lön, är denna skillnad inte lika stor.

Kollektivtrafikens positiva effekter på arbetsmarknad ingår redan i den residsnytta och den inkomsteffekt som beskrivits och beräknats i kapitel 2.

Hälsoeffekter av aktivt resande

Kollektivtrafiken bidrar till många människors vardagsmotion genom att stimulera gång och cyklande, för resor till och från kollektivtrafikens stationer och hållplatser. Genom att bidra till vardagsmotion medverkar kollektivtrafiken till lägre risk för sjukdomar och dödsfall för den som åker kollektivt istället för att åka bil. I Sverige cyklar kollektivtrafikresenärer dubbelt så mycket, och går tre gånger så mycket som bilister (Svensk Kollektivtrafik, 2016).

(Det finns dock i viss mån en motriktad effekt på kortare sträckor också – med en bättre kollektivtrafik ökar risken att vissa resenärer väljer kollektivtrafik istället för att gå eller cykla hela resan. Huruvida ökad kollektivtrafik ger positiva eller rentav negativa hälsoeffekter på sträckor som är möjliga att gå eller cykla hela vägen kan därför variera från fall till fall)

Kollektivtrafikens hälsoeffekter är som störst när hållplatserna och stationerna ligger nära många människor och när stor möjlighet föreligger att attrahera bilister till kollektivtrafiken. Exempel på sådana fall är tätorter som är beroende tämligen långa resor till arbete, skola och service.



I vanliga samhällsekonomiska kalkyler ingår inte alls hälsoeffekter som följer av högt kollektivtrafikanvändande. Det finns inte heller några färdiga värderingar att utgå från. I ett forskningsprojekt åt Trafikverket har WSP, Umeå universitet och Karolinska Institutet (2017) emellertid utvecklat en metod för värdering av fysisk aktivitet vid resande. Värderingen sker genom användande av två indikatorer, en för förlorade levnadsår och en för förlorade *friska* levnadsår, det gemensamma måttet kallas *Disability adjusted life years*, eller DALY. En testberäkning baserad på föreslagen metod indikerar att aktivt resande (gång och cykel) gav upphov till 83000 DALY för perioden 2011–2014, 6000 fler än motsvarande beräkning för 2005–2006. Detta kan då tolkas som att förändringen i aktivt resande sparar 6000 levnadsår i Sverige. Siffran är bara överslagsmässigt beräknad och ska inte tolkas mer än som en indikation på att om kollektivtrafiken bidrar till aktivt resande, så är detta en viktig men ofta förbisedd samhällsnytta.

3.2 EFFEKT PÅ STADSMILJÖ OCH NÄROMRÅDE

Markpriser

Det är okontroversiellt att en av de egenskaper som fastighetsköpare värderar för en bostad eller kommersiell fastighet är dess tillgänglighet, dvs. hur nära den aktuella fastigheten ligger nära människor, arbetsplatser, handel, service och annat som det av olika skäl och i olika grad är värdefullt att befinna sig nära.

Det finns en rik internationell litteratur över relationen mellan tillgänglighet och priser på fastigheter. En stor fördel med den svenska litteraturen är emellertid förekomsten av ett sofistikerat mått på tillgänglighet som på ett teoretiskt försvarligt och konsekvent sätt kan jämföra områden avseende deras tillgänglighet¹³. I ett pågående forskningsuppdrag åt Trafikverket skattar WSP och Lunds Tekniska Högskola sambandet mellan tillgänglighet och taxeringsvärden på fastigheter. Vad gäller den regionala tillgängligheten, som väsentligen påverkas av kollektivtrafiken, har den ett tydligt samband med markpriser.

En studie av Eliasson (2016) visar på sambandet mellan tillgänglighet och bostadspriser i ett antal stråk i Storstockholm, att tillgängligheten kan värderas annorlunda beroende på vilket trafikslag som avses; tillgänglighetsförbättringar genom *tunnelbana* ökar värdet på bostadsrätter mer än tillgänglighet genom busstrafik (skillnaden framträder dock inte för villor). Studien visar också att tillgänglighet med bil inte ökar markvärden lika mycket som kollektivtrafiken gör. De ekonometriska skattningarna påvisar ett samband mellan tillgänglighet och fastighetspris på 1:1, vilket innebär att en krona i värderad tillgänglighet ger en krona högre värde på fastigheten.

Kollektivtrafikens effekt på markvärden ska inte tillföras den samhällsekonomiska kalkylen, eftersom en förbättrad tillgänglighet redan är värderad som resenärsnytta. Det är klart möjligt att det i vissa fall finns markvärdeseffekter utöver de kvantifierade nyttorna, exempelvis till följd av kollektivtrafikens *optionsvärde* (Bondemark & Johansson 2017), men underlag för detta saknas.

¹³ Hänsyn tas inte bara till resuppoiffning i tid och pengar till andra områden, utan också till hur *attraktiva* dessa områden är. Det ger t.ex. stort utslag på tillgänglighetsmåttet med närhet till Stockholm City, eftersom det finns så många människor och verksamheter där.

Tillgänglighet genom kollektivtrafik påverkar bostadspriser mer än tillgänglighet med bil



Kollektivtrafiken skapar gemensamma planeringsförutsättningar
Kollektivtrafikens strukturerande effekter är något som ofta lyfts fram som argument för förbättrad kollektivtrafik (ex. SLL 2016, Johansson och Lange 2008). Dessa effekter kan grovt delas in i två, delvis samverkande processer. En samlande och en trovärdighetsskapande.

Den samlande verkar genom att alla som reser med kollektivtrafiken går av och på vid hållplatser, därför samlas det många människor på dessa platser. På dessa platser skapas underlag till olika typer av serviceinrättningar, t.ex. caféer och restauranger. Dessa serviceinrättningar och deras kunder attraherar sedan andra verksamheter som i sin tur skapar de stadskvaliteter som människor värderar (Eliasson 2016).

Den andra processen, den trovärdighetsskapande bygger på människors förtroende för kollektivtrafiken förmåga att leverera samma tillgänglighet år efter år. Om medborgarna litar på att den kan göra just detta kommer de börja planera efter att tillgängligheten finns där. Det kommer yttra sig i höjda markvärden och att verksamheter lokaliseras sig till lägen med bra kollektivtrafiktillgänglighet.

På så sätt kan alltså kollektivtrafiken vara en katalysator i skapandet av stadsmiljökvaliteter som i sin tur kan vara en katalysator för t.ex. bostadsbyggande. Etablerandet av serviceinrättningar leder till att platser blir målpunkter. När platserna blir målpunkter ökar resandet dit vilket leder till att det blir svårare att försämrade tillgängligheten och trovärdigheten för utbudet ökar. På så sätt växelverkar den samlande och den trovärdighetsskapande processen i att skapa gemensamma planeringsförutsättningar, vilket också ger optimism och framtidstro i de platser som har stationer för kollektivtrafik

Kollektivtrafiken skapar förutsättningar för handel och service.

Parkeringsplatsbehovet för svenska bilar upptar ett område stort som 64870 fotbollsplaner och bidrar till en sämre fungerande bostadsmarknad

Behov av parkeringsplatser och dess påverkan på bostadsbyggande

Parkeringsplatser utgör en stor del av ytan i svenska städer. Det finns ingen sammanställning av exakt hur mycket plats som upptas av parkeringsplatser men givet att landets 4 768 000 bilar (Trafikanalys 2017) i genomsnitt har fyra parkeringsplatser á 25 kvadratmeter innebär det att de upptar en yta på 480 miljoner kvadratmeter, en yta motsvarande 64870 fotbollsplaner. En stor del av dessa parkeringsplatser är i gatumiljön men många är också i eller i anslutning till bostäder och arbetsplatser.

Det är sedan länge känt (Bertha 1964) att en stor kostnad för byggherrar är kostnaden för att tillhandahålla parkeringsplatser för de boende. I Sverige regleras antalet parkeringsplatser byggherrar måste tillhandahålla med parkeringsnormer satta av kommunerna. Parkeringsnormerna beskriver det minsta antalet parkeringsplatser byggherrarna måste tillhandahålla per lägenhet.

I en svensk studie av Andersson et al. (2016) studeras effekten av parkeringsnormerna på bostadsmarknaden. De finner att parkeringsnormerna har minskat det totala utbudet av bostäder med 1,2 procent och ökat hyrorna med 2,4 procent.

Det är svårt för kommunerna att frångå det nuvarande systemet med parkeringsnormer men vissa har valt att använda sig av olika typer av flexibla parkeringstal. De innebär att byggherren får rabatt på parkeringstalet om denne kan erbjuda olika typer av mobilitetstjänster. Det kan vara t.ex. bilpooler, lånecyklar el-

ler tillgång till kollektivtrafik. En välfungerande kollektivtrafik är det som kan ge högst tillgänglighet i avsaknad av bil och alltså det som bör ge den största rabatten på parkeringstalet. På detta sätt kan en bra kollektivtrafik bidra till att minska byggkostnader, öka byggtakten och göra bostadsmarknaden mer välfungerande.

Skarpare priskonkurrens

Kollektivtrafiken kan påverka priskonkurrensen på olika varumarknader, t.ex. för mat eller apoteksvaror, och medföra lägre priser för konsumenter. En stark kollektivtrafik gör det svårare för en försäljare att ta ut högre priser bara för att få konkurrenter finns i närheten. Storleken på effekten är inte lätt att bedöma, och beror på vilken bransch som avses. Ett flertal studier har påvisat att kortare avstånd mellan bensinstationer (t.ex. Barron et al, 2004; Jimenez & Perdiguero, 2010) är förknippat med lägre pris. Brown och Earle (2001) visade i en studie om priskonkurrens i Ryssland under 1990-talet att områden med bra infrastruktur kännetecknades av hårdare priskonkurrens för olika varugrupper. Vad gäller just kollektivtrafikens bidrag finns det emellertid inga studier att tillgå, och effekten förblir tills vidare ovärderad, om än teoretiskt tilltalande.

3.2 TRANSPORTEREFFEKTER UTANFÖR KALKYLEN

Minskad restidsosäkerhet för biltrafiken

Trängsel i kollektivtrafiken värderades i föregående kapitel, och kollektivtrafikens bidrag till minskad trängsel för vägtrafiken diskuterades också. Det finns en ytterligare effekt som handlar om att kollektivtrafikens bidrag till bilresenärerna, nämligen minskad restidsosäkerhet. Bilister vill gärna veta ungefär hur



Foto: Per-Erik Adamsson

I landsbygd och på glesbygd är kollektivtrafiken en uppskattad och nödvändig godstransportör.



lång tid det tar att genomföra en resa. När kollektivtrafiken avlastar vägtrafiken innebär inte detta bara kortare restid och mindre trängsel, utan även att det blir lättare att på förhand uppskatta restiden. Precis som bidraget till mindre trängsel är kollektivtrafikens bidrag till minskad restidsosäkerhet som störst när sannolikheten att resenärer byter från bil till kollektivtrafik är som störst. Trafikverket tillhandahåller beräkningsanvisningar för hur minskad restidsosäkerhet för bilister ska värderas, men resultaten som ligger till grund för denna rapport medger inte beräkning av restidsosäkerheten för bilister.

Kollektivtrafiken som godstransportör på landsbygden

På landsbygden och i glesbygden är utbudet av transporttjänster mer begränsat än i städer och längs vältrafikerade vägstråk. Särskilt långväga transporter kan ta lång tid med gängse speditörer, eftersom deras logistikkedjor är naturligt anpassade efter de stora varuflödena och efterfrågan, och en strävan att köra lastbilar så fulla som möjligt. Eftersom marknaden har många aktörer, som Schenker, DHL, Postnord och ett flertal mindre, kan dessa enskilda speditörer inte frekvent betjäna en viss glesbygdsort. Särskilt problematiskt för orter på landsbygd och i glesbygd blir detta för varutransporter som är tidskritiska, t.ex. matvaror, vårdprodukter eller leveranser av reservdelar till lokala industrier.

Varutransporter med buss är den logistislösning som för många på landsbygden och glesbygden erbjuder mest flexibilitet och snabbast leveranser. WSP (2014) har studerat betydelsen av bussgodset i Jämtlands län, där även dess betydelse för övriga skogslän ingick. I Norrbotten, Västerbotten och Jämtland finns ca 160 ombud för bussgodset, vilket innebär i snitt 4-5 ombud per kommun. Intervjuer med speditörerna DHL, Schenker och Postnord visade att även dessa företag ibland använder Bussgodset för att nå ut till de yttersta noderna som ligger utanför det egna distributionsnätet. Intervjuer med företag visade att bussgodset för många näringsidkare på landsbygden är en absolut nödvändig service, och att inkomstbortfall skulle följa om funktionen försvann.

Det bör nämnas att bussgodshanteringen medför vissa merkostnader busstrafiken, t.ex. för fordon, personal och utrymmesbehov, och dessutom påverkar turtiderna för busstrafiken. Vissa av dessa (t.ex. snabbare avskrivningstid för fordon) ingår inte i bussgodsets resultaträkning, medan andra (lokalbehov) helt tillförs bussgodshanteringen trots att de egentligen delas med persontrafiken. Bussgodsets nytta och kostnader måste ställas i relation till regionernas målsättningar med kollektivtrafiken.

Kollektivtrafikens transportnytta på landsbygd och i glesbygd är som störst när busstrafiken är regelbunden och tillförlitlig, med vältrafikerat stomlinjenät (mellan städer) och tillräckligt godsutrymme på bussarna.

4. SLUTSATSER

Vi har i den här rapporten undersökt kollektivtrafikens samhällsnyttor i bred bemärkelse. Vi har dels använt den nationella transportmodellen Sampers för att beräkna konsekvenserna av en omfattande generell minskning av kollektivtrafiken, men också beräknat fler effekter än de som vanligen ingår i en samhällsekonomisk kalkyl. Dessutom har vi beskrivit och diskuterat andra, svår fångade men teoretiskt försvarbara, nyttor med väldimensionerad kollektivtrafik.

Sammantaget kan sägas att det kan vara dyrköpt att spara på kollektivtrafik. Kalkylresultaten visar att förutom direkta intäktsminskningar för själva trafiken, längre restider för resenärer och betydande trängselproblematik, så kommer dålig kollektivtrafik att kosta samhället genom sämre fungerande arbetsmarknad. Om kollektivtrafikutbudet generellt skulle minska med 30 % i hela landet beräknas det sammantaget motsvara en nettoförlust på 4 miljarder kronor årligen för samhället som helhet. Därutöver tillkommer många negativa effekter på samhället i övrigt, genom att kollektivtrafikens roll för att skapa en grundläggande tillgänglighet för alla medborgare, och förutsättningar för hållbara och välintegrerade samhällen, undergrävs. Om utbudet skulle minska med mer än i räkneexemplet skulle samhällets kostnader med största sannolikhet öka mer



än proportionerligt, och utan någon kollektivtrafik alls skulle kostnaderna för samhället vara omfattande. Vi har, utifrån räkneexempels övergripande resultat, konstaterat att den lokala och regionala kollektivtrafiken i Sverige med största sannolikhet innebär nettonyttor för samhället som betydligt överstiger 14 miljarder kronor per år.

Betraktar man kalkylens resultat kan vissa resultat kännas svärbegripliga, t.ex. att bulleremissionerna och energianvändning skulle minska när kollektivtrafiken försämras och vissa resenärer kör bil i stället. Det finns också skäl betrakta kalkylresultaten med viss försiktighet, bland annat eftersom kalkylen troligen underskattar hur många resenärer som skulle byta från kollektivtrafiken till andra färdmedel. Att buller- och trafiksäkerhetseffekterna är små i jämförelse med effekter av förlängda restider, ökad obekvämheter i kollektivtrafiken (trängsel) och arbetsmarknadseffekterna illustrerar dock en viktig poäng: kollektivtrafiken är i första hand ett utmärkt medel för att skapa god tillgänglighet. Om man framförallt betraktar kollektivtrafiken som ett sätt att begränsa de negativa effekterna av biltrafik, så riskerar man att alldeles undervärdera kollektivtrafikens betydelse för samhället.

Kollektivtrafiken kan dessutom, utöver sina olika meriter som färdmedel (t.ex. smidigt, billigt, tillgängligt), också förstås som ett fördelningspolitiskt verktyg, som kan styra mot samhällsliga mål om att skapa bra och jämlika förutsättningar för medborgarna. Man kan lite grovt säga att en samhällsekonomisk kalkyl fångar kollektivtrafikens aggregerade nytta för samhället tämligen väl, men att de övriga perspektiv som vi behandlat i kapitel 4 visar hur kollektivtrafiken också kan bidra till att *fördela* det värdet i linje med av samhället uppsatta mål.

Många av kollektivtrafikens samhällsnyttor är mest betydande där trängselproblematik är mest förekommande, och där befolkningsunderlaget är stort. Det är därför troligt att många av de nyttor som berörts i denna rapport är mest betydande där kollektivtrafiken redan har stor marknadsandel.

De regionala kollektivtrafikmyndigheterna i Sverige uppfattar tillhandahållandet av kollektivtrafik som ett mycket bredare uppdrag än att transportera människor från A till B. Kollektivtrafiken ses då som ett verktyg för samhällsutveckling i bredare mening. Kollektivtrafiklagen från 2012 uttrycker tydligt kollektivtrafikens bidrag till samhällsnyttor och uppfyllande av de transportpolitiska målen. Detta aktualiserar behovet av att förstå vad som är möjligt att uppnå med kollektivtrafiken. De nyttor som behandlats i denna rapport kan förhoppningsvis vara en tillgång i det arbetet.

Vi hoppas bland annat att denna rapport kan hjälpa till att klargöra att kollektivtrafikens nyttor kan yttra sig på många olika sätt i samhället. Därför kan kollektivtrafikens samhällseffekter också betraktas ur många olika perspektiv. Vi hoppas samtidigt att analysen kan bidra till att visa vilka effekter som kan summeras, och att påminna om att det föreligger risk för dubbelräkning om alla nyttouppskattningar staplas på varandra.

Den sammantagna samhällsnyttan av all kollektivtrafik är stor men svår, för att inte säga omöjlig, att storleksuppskatta.

Utifrån den samhällsekonomiska kalkylen, som undersöker effekterna av en generell reduktion av kollektivtrafikutbudet om 30 %, konstateras att netto-

kostnaden för att helt ta bort kollektivtrafiken *minst* är 3,3 gånger kalkylutfallet, vilket blir mer än 14 miljarder kronor årligen netto.

Med största sannolikhet är kostnaderna mer betydande än så, eftersom ju mer turutbudet reduceras (eller kollektivtrafiken på annat sätt försämras), desto mer minskar kollektivtrafikens attraktivitet och tillgänglighet, och desto större blir alltså förlusterna för resenärskollektivet, såväl bilister som kollektivtrafikresenärer.

En annan viktig slutsats är att av de totala nyttor som kollektivtrafiken innebär för samhället, så är effekten av ökad tillgänglighet för dem som väljer att åka med kollektivtrafik den överlägset största. I en samhällsekonomisk kalkyl hamnar huvuddelen av denna tillgänglighetsvinst under rubriken "restidsnytta". I verkligheten kommer den (delvis) att ta sig uttryck som bättre matchning på arbetsmarknaden, och högre produktivitet i näringslivet. Även om en god kollektivtrafikförsörjning kan göra viss nytta när det gäller att begränsa biltrafikens negativa konsekvenser, så riskerar man alltså att alldeles undervärdera kollektivtrafikens betydelse för samhället, om man enbart fokuserar på det perspektivet.

En total indragning av kollektivtrafiken skulle kräva stora uppoffringar för väldigt många människor, på en skala helt ojämförlig mer reducerat kollektivtrafikutbud. Därför skulle den samhällsekonomiska kostnaden sannolikt vara mångdubbelt större. Det är däremot inte möjligt att utifrån räkneexemplet avgöra hur denna *totala* nytta skulle *fördelas* på olika delposter. Den fördelningen skulle av naturliga skäl vara annorlunda, än den fördelning som gäller för den mer begränsade minskning som vi räknat på.

Även när det gäller kollektivtrafikens fördelningspolitiska, sociala och stadsutvecklande effekter kan man förvänta sig stora positiva effekter, som präglas av avtagande genomsnittlig marginalnytta. Utan kollektivtrafik förlorar stora grupper människor tillgänglighet till arbetsplatser, fritidsaktiviteter och service. Segregation och sociala klyftor skulle öka. Dessutom skulle möjligheter till hållbar och attraktiv stadsplanering och stadsdesign försvåras i så pass hög grad att det är svårt att föreställa sig.

Den överlägset största nyttan är att kollektivtrafiken ger dagens resenärer bättre möjlighet att nå attraktiva målpunkter.

5 REFERENSER

- Andersson, M., Mandell, S., Braun Thörn, H. & Gomér, Y. (2016). The effect of minimum parking requirements on the housing stock. *Transport Policy* 49, 206-215.
- Appleyard, D. (1981). *Livable streets*. University of California Press: Berkeley
- Barron, J., Taylor, B., & Umbeck, J. (2004). Number of Sellers, Average Prices and Price Dispersion. *International Journal of Industrial Organization*, 22, 1041-1066.
- Bertha, B. (1964). *The Low Rise Speculative Development*, Appendix A. Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley.
- Bondemark, A. & Johansson, E. (2017). Optionsvärde i kollektivtrafiken – framtid, osäkerhet och försäkring. K2 Working Papers 2017:2
- Brown, J., & Earle, J. (2001). Competition-Enhancing Policies and Infrastructure: Evidence from Russia. *CEPR Discussion Papers*, 3022.
- Chatman, D. G., & Noland, R. B. (2011). Do public transport improvements increase agglomeration economies? A review of literature and an agenda for research. *Transport Reviews*, 31(6), 725-742.
- Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2063-2117
- Eliasson, J. (2016). Förbättrade metoder för samhällsekonomisk analys av kollektivtrafikinvesteringar. CTS working paper 2016:6
- Isacsson, G., Börjesson, M., Andersson, M., & Anderstig, C. (forthcoming). The impact of accessibility on labour earnings. CTS Working Paper. KTH Royal Institute of Technology.
- Jiménez, J., & Perdiguer, J. (2010). Does Accessibility Affect Retail Prices and Competition? An Empirical Application. *Networks and Spatial Econometrics*, 11, 677-699.
- Johansson, T. & Lange, T. (2008). Persontransporter i långa banor: Lätta kollektivtransportssystem med strukturerande effekter. Banverket: Hässleholm
- Dickinson, J., Wretstrand, A.. (2015) Att styra mot ökad kollektivtrafikandel. K2 Research 2015:2. Lund 2015 (2015).
- Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now?. *Transport Policy* 20, 105-113
- Norman, T.; Börjesson, M.; Anderstig, C. (2017). *Labour Market Accessibility and Unemployment*. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 51, Part 1, pp. 1-23
- Regeringen (2016). Regeringens skrivelse 2016/17:10. *Makt, mål och myndighet – feministisk politik för en jämställd framtid*.
- Stockholms läns landsting (2016). Utredning av kollektivtrafik i Östlig förbindelse.
- Svensk Kollektivtrafik (2016). Kollektivtrafikbarometern, årsrapport.
- Sveriges Bussföretag (2017). Statistik om bussbranschen, april 2017.
- Trafikanalys (2013). Regional kollektivtrafik: några grundläggande välfärdsfrågor. PM 2013:1
- Trafikanalys (2015). RVU Sverige 2011-2014 Den nationella resvaneundersökningen. Statistik 2015:10

Trafikanalys (2016a). Färdtjänst och riksfärdtjänst 2015. Statistik 2016:24

Trafikanalys (2016b). Lokal och regional kollektivtrafik 2015. Statistik 2016:26

Trafikanalys (2017). Fordon 2016. Statistik 2017:5

Trafikverket (2016). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0: Kapitel 7 värdering av kortare restid och transporttid.

White & Spacescape (2015). Delrapport; Visualisering och analys – Urbana stråk

WSP (2014). *Konsekvensanalyser för Bussgods i Jämtlands län*. Rapportnummer 10191726

WSP (2017). *Höghastighetståg och Markvärden*. Pågående forskningsprojekt.

BILAGA 1: KRAFTIGT MINSKAD KOLLEKTIVTRAFIK – METOD FÖR BERÄKNINGARNA

OM SAMPERS/SAMKALK

För att beräkna effekterna av kraftigt reducerad kollektivtrafik används den nationella transportmodellen Sampers, som innehåller all kollektivtrafik, biltrafik, flygtrafik och färjetrafik i Sverige. Det scenario som har använts för analyserna är Sveriges befintliga transportsystem¹⁴, det så kallade *nuläggsscenario*et.

Sampers är en s.k. fyrstegsmodell, som beskriver anpassningarna i fyra steg: (1) beräkning av hur många resor som ska genomföras, (2) hur dessa resor fördelas mellan olika kombinationer av områden (till och från), (3) hur resorna fördelas på olika färdmedel, samt (4) hur resorna med ett visst färdmedel mellan två givna områden fördelas på olika länkar i transportsystemet.

Sampers beräknar däremot **inte** hur befolkning och arbetsplatser är fördelade på olika områden, hur många bilar som befolkningen i ett visst område har tillgång till eller hur många anställda företagen i Sverige kommer att ha sammanlagt. Dessa förhållanden ligger i modellens indata, och man antar normalt att de inte påverkas av hur trafiksystemet ser ut.

Genom Sampers och det samhällsekonomiska beräkningssteget Samkalk, erhålls värderade effekter för resenärsnytta, trafiksäkerhet, slitage, klimat- och miljöeffekter när man går från det ena scenariot till det andra.

Vi har också utnyttjat resultaten från Sampers/Samkalk för att beräkna effekter på buller, trängsel i kollektivtrafiken samt sådana arbetsmarknads- och inkomsteffekter som inte annars ingår i kalkylen. Dessa beräknade effekter kan läggas till de ursprungliga effekterna utan risk för dubbelräkning, för att presentera ett totalt samlat kalkylresultat.

KALKYLANTAGANDEN

Justering av kollektivtrafikutbud

I den del av modellens kollektivtrafik som motsvarar verklighetens ”upphandlade” trafik har **antalet turer** genomgående reducerats med 30 %.

För all järnvägstrafik har separata bedömningar gjorts för varje linje av om verklighetens motsvarighet bedrivs som ”upphandlad” eller kommersiell trafik. Antalet busslinjer i modellen är för många för att det skulle vara rimligt med en sådan manuell hantering. Istället har vi tillämpat antagandet att alla busslinjer längre än 20 mil är kommersiella, medan all busstrafik på kortare linjer är upphandlad. Detta är givetvis en förenkling, med bedöms ändå ge en tillräckligt bra beskrivning av andelen upphandlad busstrafik.

¹⁴ | Trafikverkets objektanalyser använder man oftast ett framtidsscenario (för ett visst prognosår), som även innehåller alla *planerade* infrastrukturinvesteringar.

Justering av bilinnehav

När kollektivtrafiken försämras kan man förvänta sig att fler människor väljer att äga bil. Den effekten kan alltså inte beräknas i Sampers direkt.

För att uppskatta hur stor betydelse den reducerade kollektivtrafiken skulle få för bilinnehavet, har vi istället använt trafikmodellen LuTrans. LuTrans beskriver trafiksystemet i Stor-Stockholm och Mälardalen. LuTrans har, till skillnad från Sampers, inbyggda samband för hur bilinnehavet påverkas av ändrad tillgänglighet¹⁵.

Analysen i LuTrans visar att även en så stor minskning av kollektivtrafiken som den vi studerar (-30 procent) ger ganska begränsade effekter på bilinnehavet. Effekterna varierar mellan olika områden, och som mest bedöms bilinnehavet öka med drygt 3 procent (gäller för några enstaka områden i Storstockholm). Flertalet områden visar knappt någon förändring alls. I beräkningarna med Sampers har vi minskat bilinnehavet med +0,4 % i scenariot med lägre kollektivtrafikutbud, eftersom det är den genomsnittliga effekten på bilinnehavet i den modellberäkning vi gjorde med LuTrans.

METODENS SVAGHETER OCH FÖRENKLINGAR

Det reducerade scenariot har skapats genom att 30 procent av utbudet i modellen (antalet turer) har tagits bort på samtliga linjer i den upphandlade kollektivtrafiken (se föregående avsnitt).

Detta är naturligtvis ett mycket grovt antagande. Det vore också otänkbart att genomföra en helt jämn minskning över alla linjer om kollektivtrafiken skulle reduceras i verkligheten. Vid en verklig neddragning skulle effekternas omfattning helt bero på precis vilka linjer som valdes ut för åtgärden: Neddragningar koncentrerade till vissa linjer skulle innebära större förluster än dem vi beräknat här, medan andra linjer skulle kunna utsättas för mycket stora neddragningar utan att det skulle medföra särskilt stora samhällsförluster alls.

Det trubbiga sätt som neddragningarna utformats på i våra analyser passar emellertid ändå bra för vårt syfte. Analysen ger en bild av den "genomsnittliga" effekten av omfattande neddragningar i hela nätet.

Om kollektivtrafikutbudet minskar i verkligheten kommer människor att successivt anpassa sig på olika sätt. Några kommer att flytta över en del av dagens resor till andra färdmedel (bil, gång och cykel), men folk kommer också att i viss utsträckning välja andra målpunkter för sina resor, och reducera sitt resande totalt sett. Bilägandet kommer att öka, och intresset för att bo i tidigare "kollektivtrafiknära" lägen kommer att minska. Företagen kommer att välja att lokalisera sig på nya platser, dit de anställda kan ta sig utan kollektivtrafik. Det blir alltså inte alls frågan om någon direkt "överflyttning" resa-för-resa till andra färsätt.

Sampers är en mycket kvalificerad modell. Vid måttliga förändringar av trafiksystemet kan man förvänta sig att modellen kommer att beskriva huvuddelen av de anpassningar som skulle ske i verkligheten på ett någorlunda rättvisande

¹⁵ Sambanden bygger på verkliga observationer av hur bilinnehavet faktiskt varierar mellan områden med god respektive mindre god, kollektivtrafikstandard.

sätt. Men när effekterna är så stora som i våra beräkningar kan modellresultaten bara betraktas som mycket grova approximationer. Vissa typer av effekter ligger också helt utanför modellens "kompetensområde", till följd av modellens grundläggande utgångspunkter.

En särskilt svaghet i modellen är att den inte tar hänsyn till kapacitetsbegränsningar i kollektivtrafiken.

När utbudet minskar kommer modellberäkningarna visa att det är färre som "vill" åka kollektivt (på grund av längre väntetider). Men modellen förutsätter sedan att alla passagerare som fortfarande "vill" åka kollektivt enligt beräkningarna, också kommer att få plats i fordonen.

Det är naturligtvis en orealistisk beskrivning av vad som skulle hända i verkligheten. På vissa håll är det mycket trångt redan idag. Om antalet turer på sådana linjer minskade skulle en del väntande passagerare behöva lämnas på perronger och hållplatser på grund av trängsel, även om de inte skulle avskräckas direkt av själva turtäthetsförsämringen. Detta återspeglas alltså inte direkt i modellresultaten. I modellen kommer det därför att bli helt orealistiskt trångt (passagerare per fordon) på vissa linjer när utbudet dras ner.

I våra beräkningar har vi värderat onyttan av den (beräknade) "trängseln" med ett icke-linjärt samband, som innebär successivt allt större onytta av varje tillkommande passagerare. Det innebär att när trängseln beräknas bli orealistiskt hög, kommer också trängseluppooffringen beräknas bli extremt stor. Vi beräknar då ett extremt "trängselbehag", men kan tolka det som att det också representerar onyttan för dem som i själva verket inte ens kommer att kunna genomföra sin resa på grund av kapacitetsproblem (Eliasson, 2016).

BILAGA 2: BERÄKNING AV MINSKAD TRÄNGSEL

Utgångspunkten för beräkningen är det beräkningsexempel för "tid i trängsel" som ligger i bilagan av Trafikförvaltningens rapport från 2015 (se referenslista), vilket visar hur belägningsgraden ser ut i rusningstid för en av stombusslinjerna i Stockholm. För att beräkna trängseleffekten av det reducerade kollektivtrafikutbudet enligt förutsättningarna i denna rapport har antalet passagerare mellan varje hållplats räknats upp med 30 % (i linje med belägningsförändringen i resultaten från Sampers) och en ny fördelning av tid i trängsel beräknats, indelat enligt Trafikverkets kategorisering i ASEK: 50, 75, 100, 125, 150, 175 respektive 200 % beläggning.

Denna förändring i hur resenärernas totala restid fördelas på olika grader av trängsel antas gälla för samtliga färdmedel, dvs. graden av trängsel på olika stationer mellan start- och ändhållplats antas vara samma för buss och tåg. Utifrån de figurer över belägningsgrader över trafikdygnet för olika färdmedel som redovisas i Trafikförvaltningen (2015), samt data om resvanor från den nationella resvaneundersökningen 2005/2006, har antagits att trängselproblematiken finns under 4 timmar per dag, och att denna trängsel utgör 50 % av den totala trafiken avseende antal personkilometrar för arbetsresor och 25 % av privatresor.

Genom att dela den genomsnittliga uppräkningsfaktorn i scenariot med kraftigt reducerat kollektivtrafikutbud (viktad efter andel tid i olika nivåer av trängsel) med motsvarande uppräkningsfaktorn i referensscenariot (viktad på samma sätt), erhålls för varje färdmedel en uppräkningsfaktor för värdering av åktiden som tillämpas för att beräkna trängseleffekten i kronor och ören. Beräkningen görs separat för arbetsresor och privatresor eftersom uppräkningsfaktorerna är olika för dessa i Trafikverkets beräkningsinstruktioner. Beräkningarna är endast genomförda för busslinjer i tätort och stadskärnor, pendeltåg i storstäderna, samt tunnelbana, eftersom trängselproblematiken bedöms vara koncentrerad till dessa färdmedel.

Från linjetabellerna i Sampers har total åktid och dess samhällsekonomiska värdering beräknats per färdmedel. Värdet av ökad trängsel beräknas till sist genom att multiplicera uppräkningsfaktorn med värdet för åktid (arbetsresor resp. privatresor) för de utvalda kollektivtrafiklinjerna. Det resultat som redovisas i rapporten är *förändringen* i värdering av trängsel när kollektivtrafikutbudet reduceras med 30 %. Det är alltså skillnaden mellan den samhällsekonomiska värderingen av trängsel i JA och UA.

