

Trådbussar och trådlastbilar

Kunskapssammanställning

Elforsk rapport 10:54



Per Ranch, Grontmij

Juni 2010

Trådbussar och trådlastbilar

Kunskapssammanställning

Elforsk rapport 10:54

Förord

Elforsk bedriver ett omfattande kunskaps- och utvecklingsprogram om elfordon. I programmet ingår ett flertal projekt, bl.a. kring kundfrågor, miljöanalyser, styrmedel, elmätning, standardisering av laddningsutrustning, debiteringssystem och laddningsinfrastruktur. Denna rapport – Trådbussar och trådlastbilar, Kunskapssammanställning - ingår som en del i Elforsks projekt om en fossiloberoende transportsektor.

Följande konsulter har medverkat i arbetet:

Per Ranch	Grontmij, Uppdragsansvarig
Pär Engström	Grontmij, Ombud, granskning
Carolina Ekelund	Grontmij, Fordon, visualiseringar

Stefan Montin
Programområde Omvärld och system
Elforsk

Sammanfattning

Uppdraget avser en kunskapssammanställning om trådbussar och trådlastbilar. Uppdragsgivaren har för avsikt att använda materialet dels i ett visionsprojekt om elfordon, dels i arbetet med en fossiloberoende transportsektor.

Uppdraget

Uppdraget kan beskrivas som en utökning/fortsättning av förstudien "Elektriska vägar – elektrifiering av tunga vägtransporter" som finansierades av Vägverket och Energimyndigheten och genomfördes under våren 2010. Förstudien fokuserade på infrastruktur för långväga och tunga vägtransporter. Personbilar, lätta lastbilar och busstrafik, både urbant och interurbant, ingick inte i förstudien. Föreliggande uppdrag omfattar:

- Fordonsteknik, tillämpningar och utveckling av trådbussar och trådlastbilar
- Översiktlig beskrivning av befintliga och nya trådbussystem i Europa.
- Möjligheterna att köra trådbussar och trådlastbilar i stor skala i framtiden
- Vad blir kostnaden mycket grovt för infrastrukturutbyggnaden?
- Miljöaspekter för trådfordon

Trådbussar

Trådbussar är en väl beprövad teknik som funnits i över ett hundra år. Tekniken var vanligare fram till 1970 men fortfarande finns ca 350 system och 40 000 fordon globalt. I Europa finns trådbussar huvudsakligen i de östra och södra delarna. Förutom Östeuropa så är det speciellt Italien och Schweiz som utvidgar sina trådbussystem. Frankrike utvecklar dessutom mellanting mellan trådbussar och spårvagnar. Sedan 2003 finns 3 trådbussar i Landskrona.

Trådlastbilar

Trådlastbilar har förekommit historiskt men idag finns inga kända system i drift. Billiga fossila drivmedel, sämre flexibilitet än vanliga lastbilar och svårigheter att debitera enskilda fordon för överförd energi har hämmat trådlastbilen. Med modern teknik bör dessa utmaningar kunna lösas. Ingen känd utveckling av fordon.

Vad kostar infrastrukturen?

En europeisk tumregel för etableringskostnader för trådbuss är 1 miljon EUR per kilometer. Förstudien "Elektriska vägar" bedömde kostnaden till 10 miljoner kronor per kilometer. Kostnaden för att elektrifiera det nationella huvudvägnätet, ca 3 700 km (där 40 % av de tunga transportererna går) bedöms kosta 37 miljarder kronor. Elektrifiering av gator och vägar i städer och orter (uppskattas till 2 000 km) i syfte att erbjuda "dynamiska laddsträckor" för kollektivtrafik och distributionslastbilar bedöms kosta 20 miljarder.

Fordon

Moderna trådbussar är hybrider som kan drivas på 2 sätt. Detta tillsammans med små serier innebär en merkostnad på 50-100% jämfört med dieselbuss. Storskalig produktion bedöms sänka priserna kraftigt. Trådbusstekniken bedöms kunna överföras till lastbilar. Lastbilar och bussar tillsammans utgör

11% av den svenska fordonsmarknaden och är också betydligt yngre, faktorer som möjliggör en snabb elektrifiering.

Miljövinster

Om alla lastbilar och bussar var elektriska kan som mest 2 200 miljoner liter diesel sparas, d.v.s. 55 % av den nationella förbrukningen inom transportsektorn. Detta motsvarar 22 TWh vilket med elektrisk drift kan ersättas med 7,3 TWh elenergi. Sparpotentialen är totalt $22 - 7,3 = 15$ TWh. Motsvarande reduktion av CO₂-utsläppen bedöms till 6,9 Mton vilket motsvarar 15 % av de nationella fossila utsläppen. Trådfordon är tystgående och luktfria, de kan förbättra miljön märkbart i städer.

Utmaningar

Den största utmaningen är vårt "mindset", våra invanda tankemodeller och perspektiv. Det är inte vägen eller fordonen som är ett energi- och miljöproblem. Det är förbränningsmotorn som är problemet. Nästa utmaning är att etablera en samsyn mellan politiker, fordonstillverkare och speditörer. Sedan kommer de tekniska utmaningarna som t.ex. att koppla på och av i fart, debitering av elförbrukning och avisning under vintern.



Optisk styrd trådbuss i Bologna. Källa www.tbush.org.uk



Visualisering av framtida trådlastbil. Källa: Svenska Elvägar & www.tbush.org.uk

Innehåll

1	Syfte med trådbussar och trådlastbilar	1
2	Trådbussar	3
2.1	Allmänt om trådbussar - teknik och tillämpning	3
2.2	Ekonomi	4
2.3	I vilken utsträckning finns det trådbussar i Europa – erfarenhet	6
2.4	Byggs det ut nya trådbussystem i Sverige och Europa?	7
2.5	Framtidens trådbussar - utvecklingstrender?	8
3	Trådlastbilar	14
3.1	Kortfattad historia	14
3.2	Nuvarande status	16
4	Möjligheter att införa trådbussar & trådlastbilar	18
4.1	Fordon	18
4.2	Infrastruktur	19
4.3	Vad gör bedömningen av utbyggnaden rimlig?	21
4.4	Vad blir kostnaden för infrastrukturutbyggnaden?	21
5	Miljöaspekter	23
5.1	Besparingspotential i produktionsskedet	23
5.2	Besparingspotential i driftskedet	23
6	Sammanfattning och förslag till aktiviteter	25
7	Fotomontage	27
8	Källor	31

1 Syfte med trådbussar och trådlastbilar

Användningen av fossila bränslen kommer att fasa ut oavsett om drivkrafterna är klimatfrågan, minskad tillgång eller politisk instabilitet.

Vårt samhälle är beroende av tillförlitliga och säkra vägtransporter oberoende av om man transporterar gods, mat eller människor. Den investering, både i monetära termer och i miljötermer, samhället har gjort i det befintliga vägnätet utgör samtidigt en enorm tillgång. Att ersätta denna investering med nya system kommer bara att addera till den initiala investeringen och kommer inte att generera miljövinster fort nog.

Syftet med att använda trådbussar och trådlastbilar är:

- Eldrift av fordon reducerar effektivt energiförbrukningen.
- Reducerad energiförbrukning minskar klimatpåverkan oavsett hur elen produceras.
- Minskade utsläpp från bussar och lastbilar bidrar till att uppfylla nationella klimatmål.
- Det svenska samhällets beroende av fossila drivmedel för transporter av gods, matvaror och människor minskar genom diversifiering av energitillförseln.
- Minskat nationellt fossilberoende minskar de politiska säkerhetsriskerna som uppstår när oljeproduktionen minskar.
- Ett bättre totalt utnyttjande av transportinfrastrukturen. Nuvarande överkapacitet på vägarna och underkapacitet på järnvägarna kan leda till att vägtransporter ersätter en del transporter med tåg. Detta frigör järnvägskapacitet för effektivare och snabbare persontrafik samt minskar kostsam utbyggnad av järnvägssystemet.
- Ett bättre utnyttjande av gjorda investeringar m.a.p. växthusgaser och energi. I ett livscykelperspektiv är miljöbelastningen avsevärd i produktionsfasen. Ca 25 % av den samlade livscykelenergin kan hänföras till produktionskedet och ett liknande förhållande gäller för växthusgaser. Genom att utnyttja befintlig infrastruktur kan miljöbelastningen minska och miljövinster blir både större och snabbare.
- Sverige har unika förutsättningar för att kommersialisera projektet. Ledande storföretag med global marknad bedöms kunna samarbeta kring fordon, elkraft, elproduktion och telekommunikation. Genom att leda utvecklingen av elektriska vägsystem har svensk industri en

konkurrensfördel när andra länder bygger om sina transportsystem. Sverige kan bli ledande inom området vilket kan leda till en ny basindustri och avsevärda exportintäkter.

- När investeringen för infrastrukturen är gjord så är driftkalkylen för trådfordon fördelaktig vilket bedöms kunna sänka transportkostnaderna.
- Samhället får möjlighet att ta ut de avgifter som behövs för uppbyggnad och underhåll av infrastruktur samt styra avgifterna beroende på tillgång och efterfrågan på energi, ledig kapacitet på vägnätet och samhällets önskemål om när transporter ska ske. "Natt-taxor" kan styra transporter till när energin är billig, "helg-taxor" kan minska godstransporter när många personbilar är på vägarna och "rusningstids-taxor" kan minska trängseln på vissa vägavsnitt.

2 Trådbussar

2.1 Allmänt om trådbussar - teknik och tillämpning

En trådbuss är en buss som drivs av elektricitet från en kontaktledning. Trådbussen är tekniskt sett i princip en vanlig buss, där förbränningsmotorn har ersatts av en elmotor. Matningen av ström sker via två stycken parallella kontaktledningar (plus- och minuspol), med två strömvtagare. Många äldre trådbussar drivs endast av elektrisk energi.

Teknik

En så kallad "duobuss" (duo = två) är en trådbuss som dessutom har en förbränningsmotor, som kan driva bussen då kontaktledning saknas. Förbränningsmotorn driver då antingen genom en växellåda (dieselmekanisk drift), eller genom en generator som matar ström till elmotorn (dieselektrisk drift).

Trådbussar och duobussar kan även vara utförda som ledbussar, dubbelledbussar eller som "dubbeldäckare".

Det är vanligt att en trådbuss även kan drivas kortare sträckor med batteri, exempelvis vid tillfälliga omläggningar eller vid rangering i vagnhall. Den senaste typen av bussar som har levererats till bl.a. Landskrona kan gå flera kilometer på batteri. Skiftet batteri/nät kan ske automatiskt på ca 10 sek. Det innebär att man inte behöver ha trådar monterade utefter hela linjen.

Jämfört med en förbränningsmotorbuss är en trådbuss betydligt mer energieffektiv, har tystare gång, längre livslängd, har inga bränsletankar samt släpper inte ut några avgaser.

Elmotorer är också effektivare än dieselmotorer när det gäller att ta sig upp för branta backar. Detta tillsammans med gummidäck gör att trådbussen är överlägsen spårvagn för starkt kuperade linjer. Trådbussen kan återföra elektrisk energi till nätet i nedförsbackar vilket innebär att just kuperade linjer blir fördelaktiga för trådbussystem. San Francisco och Seattle, kända för sina backar, har stora trådbussystem.

Trådbussen kräver två ledningar och en del anser att dessa blir extra framträdande och fula. Speciellt i korsningar och rondeller blir detta tydligt. Trådbussen blir strömlös om strömvtagaren tappar kontakten med kontaktledningen. Detta sker sällan om kontaktledningen



Genève



San Francisco



Landskrona



Shanghai

underhålls väl och regelbundet. Trådbussar kan inte köra om varandra om de inte har ytterligare en kraftkälla (duobuss, hybrid). Ett problem som kan uppstå i kalla klimat är is på kontaktledningarna. Normalt hanteras detta genom att ledningarna skrapas innan den första turen.

2.2 Ekonomi

Jämfört med spårbundna alternativ är den stora fördelen med trådbuss att den kräver minimalt med ny infrastruktur, speciellt om den ska trafikera befintliga busslinjer. Nya fordon, uppsättning av trådar samt distribution av el är det enda som krävs. Moderna trådbussar kan köras på batteri kortare sträckor och behöver därför inga speciella garage, de kan samsas med vanliga bussar i vanliga garage.

Trådbussystem kan i dagsläget inte konkurrera med dieselsystem när det gäller ekonomi. Ur ett livscykelperspektiv blir systemkostnaden 5-15% högre än för ett system med dieselbussar. Trådbussystemet har högre investeringskostnader för infrastruktur och bussar samt högre underhållskostnader för infrastrukturen. Trådbussen i sig har lägre kostnader för framdrift, service och underhåll.

Investeringskostnader

Investeringskostnaderna blir självfallet mycket högre på grund av elektrisk infrastruktur som kontaktledningar, stolpar, likriktarstationer, mm. Trådbussar är kostsammare än dieselbussar eftersom serierna är betydligt mindre. Bussmarknaden är mycket mindre än lastbilsmarknaden och dieselbussar delar många komponenter med lastbilar, skalfördelar gör alltså dieselbussar billigare.

Investeringskostnad för infrastruktur är ca 10 mkr/km. Denna kostnad kommer dels från systemet i Landkrona, dels från internationella källor.

Investeringskostnad fordon: (mkr)

Typ	Diesel	Etanol/Gas	Tråd
Normalbuss	2,1	2,3	3,8
Ledbuss	2,9	3,1	5,3
Dubbelledbuss	4,7	4,9	7,7

Driftskostnader fordon

Driftskostnaderna för fordonen blir betydligt lägre p.g.a. lägre energiförbrukning, lägre energikostnad och lägre underhållskostnader.

Räkneexempel:

En liter diesel innehåller 10 kWh energi och kostar ca 10kr + moms

En elmotor är 3 ggr effektivare än förbränningsmotorn vilket innebär att en liter diesel kan ersättas med 3.3 kWh el.

Ett dieseldriven buss eller tung lastbil förbrukar ca 4,5 liter diesel/mil vilket ger en bränslekostnad på 45 kr/mil med dagens skattesatser.

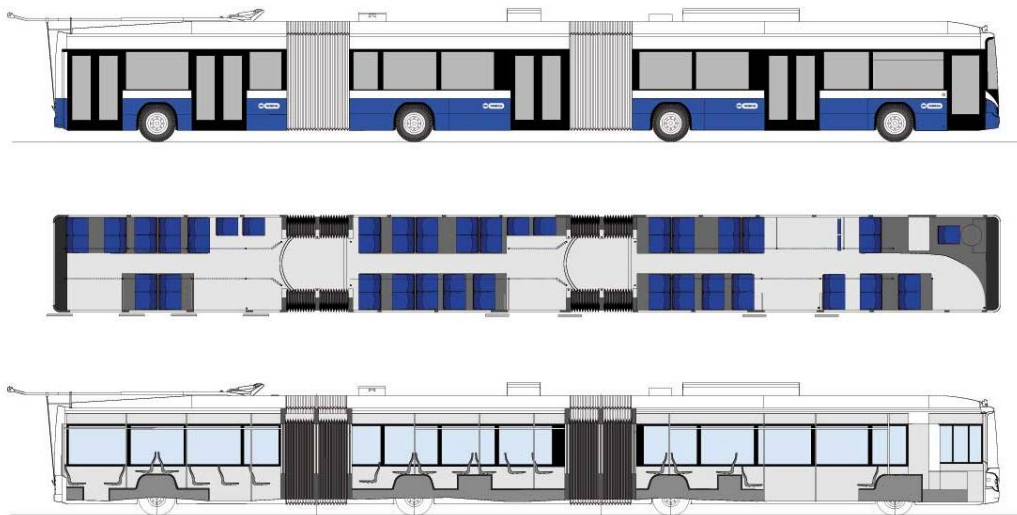
En eldriven buss eller tung lastbil behöver $4,5 \times 3,3 \text{ kWh} = 14,85 \text{ kWh/mil}$.

1 kWh kostar idag 70 öre + moms vilket innebär en milkostnad på $0,7 \times 14,85 = 10,40 \text{ kr/mil}$

Med dagens skattesatser skulle det betyda en bränslebesparing på ca 35 kr/mil.

Underhållskostnader och avskrivning infrastruktur

Underhållskostnaden för kontaktledning är 15 000 kr/km, vilket innebär 1,5% årligen. Avskrivningstiden på kontaktledning är 40 år, d.v.s. 2.5 % årligen vilket innebär 25 000 kr/km och år. Totalt blir den årliga kostnaden för infrastruktur 4% av investeringskostnaden vilket innebär 40 000 kr/km baserat på en investeringskostnad av 10 mkr/km.



Hess LighTram, www.hess-ag.ch

2.3 I vilken utsträckning finns det trådbussar i Europa – erfarenhet

Trådbussar är en beprövad teknologi med runt 350 befintliga system och mer än 40 000 bussar över hela världen. Världens längsta trådbusslinje är över 80 km och går mellan Simferopol och Jalta i Ukraina. Trådbussystem är vanliga i Central- och Östeuropa. I Västeuropa har Schweiz och Italien flest trådbussystem; 15 var. Rom fick ett nytt modernt system 2005. Totalt i Västeuropa fanns år 2000 48 trådbussystem och i Östeuropa 64 system.

Trådbussar används i stor utsträckning i stora europeiska städer som Aten, Belgrad, Bratislava, Bukarest, Budapest, Kiev, Lyon, Milano, Minsk, Moskva, Neapel, Riga, Sankt Petersburg och Sofia. Trådbussar finns även i mindre städer som Arnhem, Bergen, Brasov, Brest (Vitryssland), Cluj Napoca, Coimbra, Gdynia, Lausanne, Limoges, Luzern, Parma, Piatra Neamț, Plzeň, Prešov, Salzburg, Solingen, Szeged, Tallinn och Jalta. Nedan några kortfattade exempel:

Bergen ~240 000 invånare

Bergen är belägen på Norges västkust. Nästan all el produceras från vattenkraft och kan betraktas som förnyelsebar och utsläppsfri. Bergen ligger i ett kuperat landskap och har många gator längs branta backar. Trådbussar infördes 1950 för att ersätta spårvagnar och vid denna tid var de snabbare, tillförlitligare och tystare än spårvagnar och bussar med förbränningsmotor. Det finns en linje som är 4,5 km och som trafikeras med 8 bussar varav 2 duobussar. Systemet transporterar 6 000 resenärer dagligen.

Aten ~730 000 invånare

Staden Aten var på 1980-talet lika berömd för sina luftföroreningar som för sina lämningar från antiken. Med sina många branta backar är geografien idealisk för trådbussar. För att förbättra luftkvaliteten beslutade regeringen att återinvestera och kraftigt bygga ut trådbussystemet. Idag har Aten en av EU:s största trådbussflottor med mer än 80.000.000 resenärer varje år. I rusningstid går trådbussarna i femminuterstrafik. Totala linjelängden är 350 km inklusive hamnstaden Piraeus. Totalt 366 bussar fördelade på 23 linjer.

Nancy ~130 000 invånare

Nancy ligger i östra Frankrike. Nancy beslutade 1998 att investera i 25 st Bombardier GLT (Guided Light Transit.). Detta är ett revolutionerande nytt koncept, en form av spårväg på gummihjul. Bussarna styrs av en skena i mitten av vägbanan men de kan lämna den och fungera som vanliga bussar. De kan drivas både av el eller diesel. Systemet är i drift sedan 2000 och det finns planer på en utbyggnad 2010/11.

Lyon ~ 570 000 invånare (stor Lyon 1 200 000)

113 trådbussar på 8 linjer. Lyon har högkvalitativ trådbusstrafik med stort inslag av egna körfält, signalprioritet, väl utrustade hållplatser med information i realtid, hög turtäthet och speciella ledtrådbussar med utpräglad identitet. I Lyon finns dessutom spårvagnslinjer varför jämförelser lätt kan göras. En tumregel är att trådbussystem kostar 25 % av spårvagnssystem.

2.4 Byggs det ut nya trådbussystem i Sverige och Europa?

Det byggs helt nya trådbussystem men det är vanligare med utbyggnader av befintliga system. Utbyggnad av system kan antingen vara utökning med fler linjer eller utökning av fordonsflottan. En variant är att ett nytt system byggs separat från ett befintligt system i samma stad. Rom är ett sådant exempel. Man kan nog påstå att när väl trådbussar finns så uppskattas de och utökas.

2010: Sverige, Landskrona

I Landskrona finns sedan 2003 en trådbusslinje vilken är den enda i Sverige. Det är också världens minsta system, 3 kilometer långt och trafikerat av 3 bussar. Ökande antal resor innebär att ytterligare en trådbuss levereras under 2010.

2010: Storbritannien, Leeds

Den brittiska regeringen finansierar ett trådbussnätverk med 3 linjer i Leeds till en kostnad av 270 miljoner euro. Systemet med separerad trafik och prioritet i korsningar, kommer att ha en längd av 14 km och 30 trådbussar i drift 2016. En talesman för regeringen sade att systemet "försöker att ta itu med överbelastning i staden vid rusningstid och samtidigt presentera hållbara och praktiska alternativ till bilen." Storbritannien har en lång tradition av trådbussar fram till 1972 då det sista systemet lades ner i Bradford. Totalkostnaden per km beräknas bli 20 miljoner euro (200 mkr) vilket kan anses kostsamt men är 20-25% av cityspårvägen i Stockholm.

2010: Italien, Rom

Ytterligare ett trådbussystem etableras i Rom. Systemet består av tre linjer med en total längd av 38 km. De 45 ledbussarna tillverkas av BredaMenarinibuss och är utrustade med superkondensatorer för att minska behovet av kontaktledning. Kostnaden för systemet är 163 miljoner euro. Totalkostnaden per km beräknas bli 4,3 miljoner euro.

2010: Schweiz, Lausanne

Leveranserna av 35 ledtrådbussar "Hess Swisstrolley3" har påbörjats. (12 liknande fordon är också beställda till Fribourg). Dessutom har tester genomförts med "Hess LighTram", 24,7 meter långa dubbelledbussar som en del av förnyelsen av fordonsflottan. Linje 8 är planerad att förlängas och upphandling har påbörjats.

2010: Schweiz, St Gallen

St. Gallen har fått 7 dubbelledtrådbussar "Hess Lightram" levererade. Därmed är förnyelsen av fordonsflottan slutförd. De utbytta trådbussarna har sålts till Sarajevo där de kommer att fortsätta sin tjänstgöring.

2010: Polen, Gatati och Lublin

Uppdatering av trådbussflottan; 15 trådbussar "MAZ, the 203T" har levererats till Gatati och till Lublin.

2010: Tjeckien, Plzen

Utökning av trådbussystemet med en ny linje som officiellt öppnas den 24 juli 2010. Plzen har 6 linjer med totalt 99 trådbussar. Fordonen är tjeckiska Skoda, en av världens ledande trådbussleverantörer. Skoda har bl.a. levererat 273 trådbussar till San Francisco.

2.5 Framtidens trådbussar - utvecklingstrender?



Universitetet i Riyad, Saudi Arabien, har beställt 12 st Viseon 18,75 m till det nya universitetsområdet. Källa www.viseon.de.

Bussar, oavsett hur de drivs, har traditionellt haft betydligt lägre kapacitet än t.ex. spårbundna alternativ som spårvagn, tunnelbana och pendeltåg. Traditionella trådbussar som huvudsakligen drivs med ström från kontaktledning har dock samma nackdelar som spårbunden trafik, d.v.s. de är känsliga för störningar som ofta drabbar hela systemet.

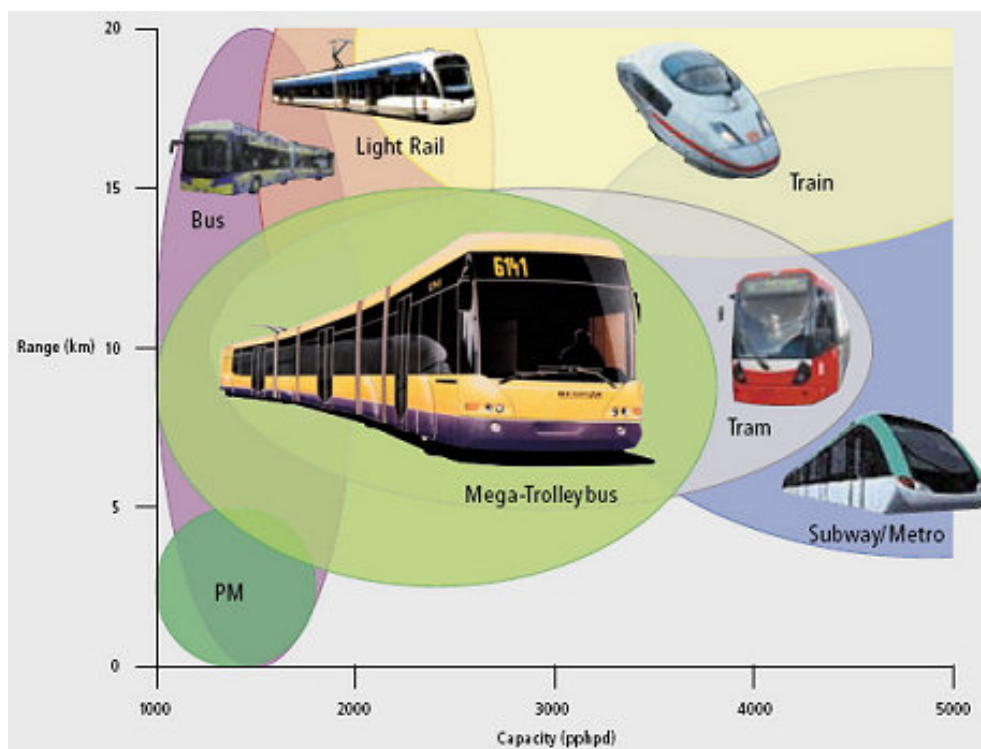
Trådbussens belackare brukar säga att trådbussen kombinerar bussens nackdelar med spårvagnens nackdelar. Dagens utvecklingstrender är att man försöker kombinera de bästa egenskaperna hos bussen med de bästa egenskaperna hos spårvagn; man försöker att höja kapaciteten och minska känsligheten för störningar.

De nya trådbusskoncepten är en blandning av buss och spårvagn och benämns lite olika beroende på det perspektiv man har och hur fordon och system är utformade:

- "Buss Rapid Transport", BRT, syftar på "Mass Transport System", MRT, vilket traditionellt är benämningen för pendeltåg och tunnelbana
- Tvångstyrda/automatiskt styrda bussar
- Dubbelledbussar eller Megatrolleys, med längden 25 meter

Observera att dessa koncept och utvecklingstrender gäller generellt, d.v.s. inte enbart för trådbussar utan även för förbränningsmotordrivna bussar. Under de senaste åren har dock nackdelarna med förbränningsmotordrivna fordon uppmärksammats med anledning av klimat- och energidebatten. Detta ger en ytterligare dimension på framtiden men sammanfattningsvis så gäller att moderna trådbussar stöder samtliga koncept och utvecklingstrender som återfinns hos vanliga bussar (exkl. landsvägsbussar).

För att förstå dessa koncept som inte är entydiga och delvis överlappande så gör vi en teoretisk, översiktlig utvikning.



Mega-bussar, dubbelledbussar, utökar användningsmöjligheterna för bussar och överlappar i viss mån lokaltåg och spårvagn¹.

Kapacitetshöjande åtgärder

Kapaciteten på ett persontransportsystem kan huvudsakligen höjas genom större fordon och genom högre medelhastighet. Större fordon innebär oftast längre fordon och i vissa fall högre fordon, som t.ex. "dubbeldäckare". Medelhastigheten beror på hur fort man kan köra under gång och hur korta hållplatsstoppen blir. Hastigheten under gång är i tätbebyggda områden mest beroende av annan trafik. Hur korta hållplatsstoppen blir beror på hur snabbt bussen kan tömmas och fyllas. Sammantaget innebär detta att man strävar efter:

- Långa fordon eftersom dessa töms och fylls snabbare än höga fordon.

¹ Källa: Public Service Bus Systems with electric Propulsion, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2007, Project Editor, Prof. Dr.-Ing Adolf Muller-Hellman, VDV.

- Fordon som accelererar och retarderar (bromsar) snabbt.
- Fordon som har många dörrar för snabb tömning och fyllning.
- Fordon som har ett lågt insteg och plant golv för snabb tömning och fyllning.
- Fordon där chauffören inte behöver hantera färdbevis etc.
- Fordonet ska ha egen "fri väg" för att undvika köer och trafikolyckor
- Hållplatser med plattformar som är i nivå med fordonets insteg och golv
- Hållplatser med möjlighet att lösa färdbevis innan påstigning.
- Fordon som angör hållplatserna med hög precision för att undvika stora glapp mellan fordon och hållplats (vilket fördröjer tömning och fyllning).

Givetvis finns det konflikter mellan dessa krav eller andra krav. Många dörrar innebär färre sittplatser. Snabba accelerationer och retardationer innebär en obekvämlig resa. Egen fri väg innebär att mer gaturum tas i anspråk. Höga plattformar kräver mer anpassning för funktionshindrade etc.

Buss Rapid Transport, BRT

Namnet syftar på "Mass Transport System", MRT, vilket traditionellt är benämningen för pendeltåg och tunnelbana. Ett BRT system uppfyller samtliga åtgärder för att höja kapaciteten. Med dessa åtgärder kan mycket hög kapacitet erhållas. I en del sydamerikanska städer har omfattande BRT-system byggts upp. Ett exempel som ofta tas upp är Curitiba i Brasilien som har mer än en miljon invånare, men som inte har tunnelbana eller spårvagn. Här har man inhägnade busshållplatser med spärrvakt och med hållplatser i bussarnas golvhöjd, omkring en halv meter upp. Man kör dubbelbussar.

I Sverige översätts BRT till stombussar. Under devisen "tänk spårvagn – kör buss" skapas tunga busslinjer med stor kapacitet. Man försöker skapa raka bussgator, helst utan annan trafik. Hållplatserna anläggs ofta raka, för att spara tid så man slipper att svänga in och ut på alla hållplatser. Turtätheten hålls hög och bussarna är långa och som regel av modell ledbuss.

BRT är en omfattande åtgärd och kräver stora investeringar, även om systemet är billigare än alternativet tunnelbana och pendeltåg.



Källa: www.siemens.com

Tvångsstyrda/Automatiskt styrda bussar

Det finns ett antal olika system för att styra bussar automatiskt. Syftet är att minska behovet av gaturum samt minska tiden för tömning/fyllning av bussen (genom att säkerställa en mer noggrann angöring vid hållplatser). Manuell styrning innebär att ett visst utrymme måste finnas som marginal beroende på förare och omständigheter. Det finns flera olika system:

- Spårbuss. Tyska O-bus och engelska Kerb-guided Buses / Curb-Guided Buses vilket på korrekt svenska borde vara Banstyrda bussar eller Kantstödsstyrda bussar. En mer korrekt benämning är (Buss) bana för kantstödsstyrda bussar eftersom man oftast avser själva bussbanan/systemet och inte fordonen enbart.
- Enrälsystem. Engelska Trams on Tyres och även benämnt gummihjulspårvagn. Förekommer i Frankrike och Italien, det finns några olika system bl.a. TVR/GLT och Translohr.
- Optiskt, magnetiskt och induktivt styrda bussar. Förekommer bl.a. på några platser i Frankrike och Italien

Tvångsstyrda/Automatiskt styrda bussar är också en relativt omfattande åtgärd och kräver förhållandevis stora investeringar, även om systemet är billigare än alternativet spårvagn.



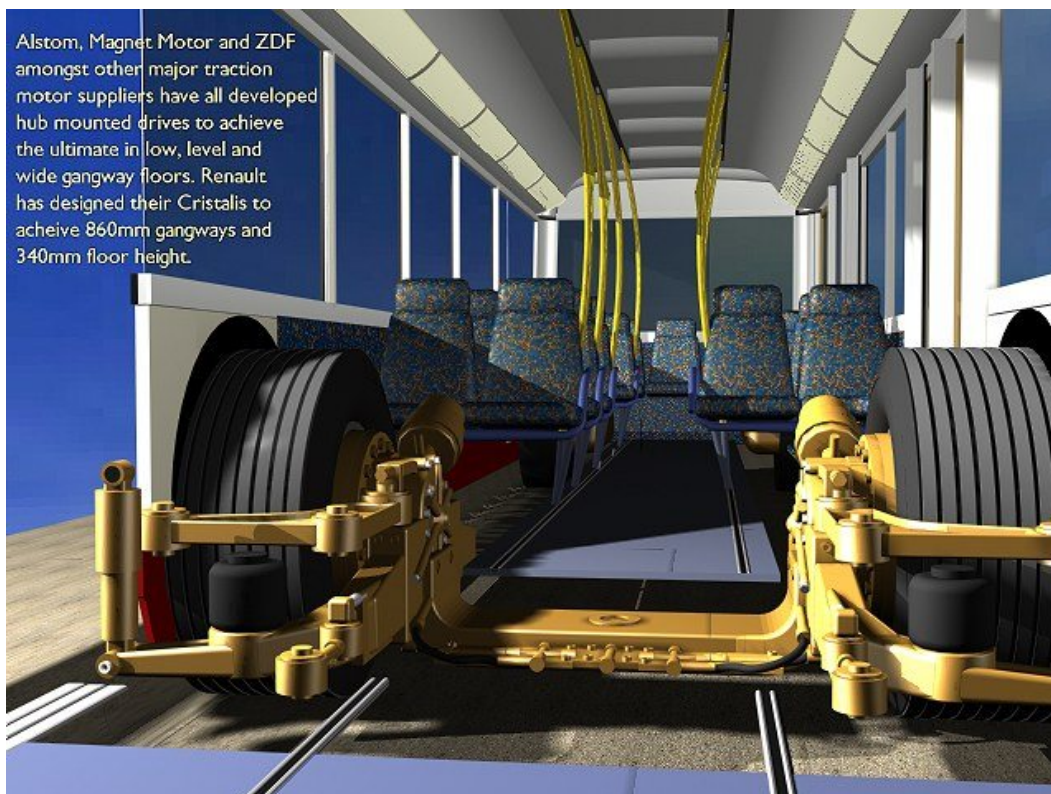
Dubbelledbuss Hess LighTram i Zurich. Källa www.hess-ag.ch

Dubbelledbussar eller Megatrolleys

Dubbelledbussar eller Megatrolleys är ca 25 meter långa. De är byggda nästan som moderna spårvagnar med lågt golv, navmotorer och regenerativ återföring av bromsenergi till elnätet. Kapaciteten där buss blandas med vanlig trafik (blandtrafik) är jämförbar med spårvagn. Dubbelledtrådbussar finns bl.a. i Geneve, Zurich och Luzerne. Det är ett kostnadseffektivt sätt att höja kapaciteten på en busslinje. Det som måste göras är förlängning av hållplatser och anpassning av verkstäder/garage (depåer).



Navmotorer från en Civi-buss. Källa www.tbush.org.uk



Alstom, Magnet Motor and ZDF amongst other major traction motor suppliers have all developed hub mounted drives to achieve the ultimate in low, level and wide gangway floors. Renault has designed their Cristalis to achieve 860mm gangways and 340mm floor height.

*Navmotorer ger låga och plana golv för bekvämare och snabbare tömning/fyllning av bussar.
Källa www.tbush.org.uk*

3 Trådlastbilar

Trådlastbilar har förekommit historiskt men idag finns inga kända system i drift. Det finns trådlastbilar som trafikerar trådbussystem, framförallt i det forna Sovjetstaterna. Dessa fordon används vid service och underhåll samt i vissa fall för distribution av varor. Anledningen till att trådlastbilarna har försvunnit är inte känd men bedöms vara:

- Lastbilens främsta konkurrensfördelar är flexibla transporter och dörr-till-dörr transporter. Dessa hämmas om lastbilen är helt beroende av ström från kontaktledning.
- Snabb utveckling av förbränningsmotorteknik under första världskriget innebar avgörande konkurrensfördelar m.a.p. kraft och räckvidd.
- Problem med debitering av överförd elektrisk energi i ett "öppet system". Järnväg, spårväg och trådbuss har huvudsakligen drivits i "slutna system" utan krav på debitering av enskilda fordon.

Intresset för elektrisk drivna fordon har ökat under de senaste åren. Anledningen är frågorna kring klimatet och riskerna med ett fossilberoende samhälle. Elektriskt drivna lastbilar bedöms vara en möjlighet om:

- Samhället tar en ledande roll på liknande vis som när järnvägen elektrifierades för ca 100 år sedan.
- Utveckling av dynamiska plug-in hybridfordon som kan kopplas in och kopplas ur under gång med en intelligent strömavtagare – Dynamic Hook-On Hybrid Vehicles, DHOHV's
- Vidareutveckling och anpassning av "moderna" debiteringssystem så att varje enskilt fordon debiteras rätt energimängd i tid och rum, d.v.s. möjlighet för samhället att styra trafiken till vissa tider och bort från vissa platser.

3.1 Kortfattad historia

Trådlastbilar har historiskt förekommit i tre skeden.

- Innan första världskriget
- I samband med andra världskrigets drivmedelsbrist
- Inom gruvindustrin där truckar använder elektrisk drivning då extra kraft behövs

Innan första världskriget var elektriskt drivning vanlig. Trådlastbilar med både en och flera vagnar existerade. Under första världskriget utvecklades

förbränningsmotorerna för att användas i flygplan; tillförlitlighet och effekt ökade samtidigt som vikten minskade. Elfordonen kunde inte konkurrera och försvann förutom trådbussen. I samband med politisk oro och andra världskriget återkom trådlastbilar. Under 1960 talet ersattes många trådfordon med förbränningsmotordrivna fordon. I de forna Sovjetstaterna lever trådlastbilen kvar, numera återfinns de endast som service och reparationsfordon till trådbussystem. Bergtruckar med strömförsörjning från kontaktledning finns fortfarande Inom gruvindustrin.



Kooperativa Förbundet trafikerade sträckan Kvarnholmen - Södra station med trådlastbilar fram till 1959



Trådlastbilar var i bruk från 1938 till 1962 i Valtellina, Italien. Totalt 20 fordon för transport av cement, sand och utrustning till byggandet av Valtellina-dammen i norra Italien



Trådlastbilar var inte ovanliga i de forna Sovjetstaterna. De används fortfarande till service och underhåll av system för trådbussar samt för leveranser av varor



Gruvföretaget Barrick använde eldrivna truckar i gruvan "Goldstrike" i Nevada fram till 2001

3.2 Nuvarande status

Tankar på elektrifierad lastbilstrafik har funnits under 1990- och 2000-talen:

Sverige

"Men man kan också tänka sig eldrivna långträdare som tar sin ström från en kontaktledning ovanför motorvägen (Hådell, 1996² och Steen m.fl., 1997³). Då är det bara fordonens längd som skiljer dem från godstågen samt skillnaden i rullmotstånd mellan stålhjul på skenor och gummihjul mot asfalt. Utöver skillnaden i rullmotstånd kommer godstågen vid en sådan jämförelse att ha fördelen av att fördela luftmotståndet på fler ton gods men nackdelen av att vara så tunga att nyttolastfaktorn blir lägre än för lastbilen. Om man sedan tar steget fullt ut och på motorvägar och motorleder tillåter lastbils kombinationer med en total längd på 40-50 meter, minskar skillnaden ytterligare. (Kågeson, 2007⁴)."

USA & Kanada

I boken *Transport Revolutions – 2025, Moving People and Freight Without Oil*, Earthscan 2008⁵ av Richard Gilbert och Anthony Perl skriver författarna: "We make the case in this book that electric vehicles are the most important viable alternative to vehicles moved by internal combustion engines, and that they could quite quickly begin to replace oil-fuelled mobility on land. Their power could come from overhead wires or rails, which can deliver renewable energy in a remarkably efficient manner."

² Hådell, O. (1996), *Potential för energieffektivisering av godstransporter*, Centrum för transport och samhällsforskning, Högskolan Dalarna.

³ Steen, P. m.fl. (1997), *Färder i framtiden. Transporter i ett bärkraftigt samhälle*, Forskningsgruppen för miljöstrategiska studier, KFB-Rapport 1997:7.

⁴ Kågeson, P. (2007), *Vilken Framtid har bilen?* SNS Förlag 2007

⁵ Richard Gilbert and Anthony Perl (2008) *TRANSPORT REVOLUTIONS, Moving people and freight without oil*, Earthscan. 2008, ISBN-13: 978-1-84407-248-4, www.transportrevolutions.info

USA

Vid SAE 2010 World Congress, 13-15 april 2010, presenterade tre forskare vid National Renewable Energy Laboratory (NREL)⁶ rapporten "Technology Improvement Pathways to Cost-Effective Vehicle Electrification". I rapporten hävdas att fordon som får el längs vägen, likt trådbussar och spårvagnar, redan idag är de mest kostnadseffektiva elfordon även jämfört med vanliga bensinbilar och hybridbilar. Denna slutsats baserar de på en reducerad batterikostnad (mindre batteri om el kan tas från extern ledning) och den låga utrustningskostnaden på USD 1000 för "dynamic connection" på bilarna. De tre forskarna tänker sig i termer av personbilar och lätta SUVs/pickups som kopplas in, men man kan lika gärna börja med dynamiskt kopplade plug-in-bussar och transportfordon.



Visualisering av framtida trådlastbil, Svenska Elvägar, www.eqdigital.co.uk & Grontmij

⁶ A. Brooker, M. Thornton, J. Rugh, (2010) National Renewable Energy Laboratory, "Technology Improvement Pathways to Cost-Effective Vehicle Electrification (Preprint): <http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/47454.pdf>

4 Möjligheter att införa trådbussar & trådlastbilar

Möjligheterna och hastigheten för omställning till trådbussar och trådlastbilar bestäms av ersättningstakten för fordon och utbyggnadshastigheten av elektrisk infrastruktur. Jämfört med personbilar så är antalet bussar och lastbilar få. Medelåldern är också betydligt lägre vilket tillsammans innebär att övergången bedöms kunna ske snabbare.

4.1 Fordon

Ersättningstakten av befintliga fordon är en kombination av antal befintliga fordon, antal nyregistrerade fordon och antal skrotade fordon. Om elektriska fordon blir ekonomiskt intressanta för köparna så kommer omställningen gå fort, det är relativt få lastbilar och bussar på den svenska marknaden om man jämför med antalet personbilar.

Alla lastbilar och bussar i Sverige tillsammans utgör 11% av den totala fordonsmarknaden⁷. Lastbilar och bussar i yrkesmässig trafik är dessutom betydligt yngre än personbilar. Dessa faktorer bedöms möjliggöra en relativt snabb uppgradering av fordonsflottan.

	Totalt antal fordon	%	Trafikarbete tusentals mil	%	medel ålder
Personbilar	4 278 995	89,1%	6 771 460	84,1%	9,3
Lätta lastbilar	430 887	9,0%	756 868	9,4%	7,5
Tunga lastbilar	79 312	1,7%	432 865	5,4%	10 *
Bussar	13 474	0,3%	89 655	1,1%	6,2 **
Totalt	4 802 668	100%	8 050 848	100%	

**De tyngsta tunga lastbilarna, med totalvikt över 26 ton, är de yngsta lastbilarna med en genomsnittsålder på 5 år*

*** Bussar (och tunga lastbilar) utför ett betydligt större trafikarbete per fordon än lätta lastbilar och personbilar.*

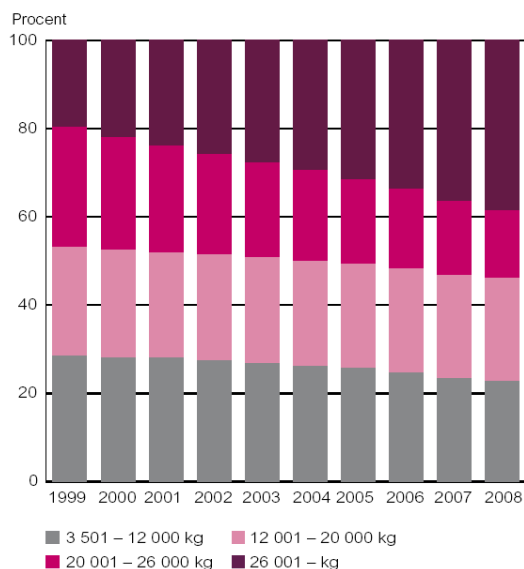
Som framgår av figur 2.4 (nedan) så är trenden att de tyngsta av de tunga lastbilarna ökar sin marknadsandel. De tyngsta av de tunga lastbilarna är också de som har den lägsta genomsnittsåldern, ca 5 år.

Sammanfattningsvis så är antalet bussar och lastbilar få jämfört med personbilar. De körs längre sträckor under sin ekonomiska livslängd vartefter de skrotas. Medelåldern är således betydligt lägre vilket sammantaget innebär att övergången bedöms kunna ske snabbare.

⁷ Fordon 2008, (2009) Statens Institut för Kommunikationsanalys, SIKA, ISSN: 1654-9562, ISBN: 91-89586-85-9

FIGUR 2.4

Tunga lastbilar i trafik fördelat på totalvikt, 1999–2008.



4.2 Infrastruktur

Etablerandet av den elektriska infrastrukturen längs befintligt vägnät kräver ett nationellt initiativ men är därefter relativt förutsägbar. Vägnätet kan grovt delas upp i vägar mellan städer och orter och vägar (gator) i städer och orter.

Vägar mellan städer och orter

Vägverket har identifierat ett huvudvägnät bestående av stråk för långväga godstransporter benämnt HVN-1⁸. Detta kopplar väl till EU:s strategi om "gröna korridorer" och sammodala transporter. Nätet är mycket begränsat och är en första ansats till att gå vidare och skapa ett mer utökat huvudvägnät för godstransporter (HVN). Utpekandet baseras i huvudsak på faktiska godsflöden och stråkens relation till noder i såväl ett nationellt som i ett internationellt perspektiv. För att en väg ska ingå i HVN-1 ska den idag ha flöden om minst fem miljoner nettoton per år. Följande vägar ingår i huvudvägnätet HVN-1:

- E4 från Helsingborg till finska gränsen i norr
- E6 från Trelleborg till norska gränsen i Bohuslän
- E18 från Kapellskär till norska gränsen i Värmland
- E20 från Göteborg till Stockholm
- Riksväg 40 från Göteborg till Jönköping
- Passage väster om Stockholmsområdet (del av Råta linjen och Bergslagsdiagonalen): riksväg 56 Gävle–Västerås, E18/E20 Västerås–Hallsberg, riksväg 50/riksväg 32 Hallsberg–Mjölby. Sträckningen bidrar till transportförsörjningen av Örebro län och Dalarna och bedöms vara den mest lämpliga. Utvecklingen av den tunga trafiken efter genomförande av

⁸ Nationell Godsanalys" (2008) Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartstyrelsen.

föreslagna investeringarna avgör om passagen ska kompletteras med ytterligare sträckningar.

- Anslutningar till centrala hamnar och terminaler har beaktats.

Drygt 40 procent av trafikarbetet på statliga vägar, med tung lastbil, går på vägnätet HVN-1.

Den totala längden av huvudvägnätet framgår av nedanstående tabell.

Huvudvägnätet, HVN-1	km
E4 från Helsingborg till finska gränsen i norr	1 590
E6 från Trelleborg till norska gränsen i Bohuslän	490
E18 från Kapellskär till norska gränsen i Värmland	500
E20 från Göteborg till Stockholm	474
Riksväg 40 från Göteborg till Jönköping	147
Riksväg 56 mellan Gävle och Västerås	145
E18/E20 mellan Västerås och Hallsberg,	120
Riksväg 50/riksväg 32 mellan Hallsberg och Mjölby	106
Anslutningar till centrala hamnar och terminaler	100
	3 672

Ett elektrifierat huvudvägnätet förser alltså trådfordonen med el under merparten av en transport. Om start och/eller målpunkt befinner sig bortom huvudvägnätet så drivs fordonet antingen från batteri eller från biobränsle driven förbränningsmotor.

Gator och vägar i städer och orter

När det gäller gator och vägar i tätort så är det svårt att bedöma den sammanlagda längden. Givetvis kan inte varje gata förser med kontaktledning och vi har utgått från att fordonen har dynamiska strömvtagare som automatisk kan identifiera befintlig kontaktledning och ansluta till den. (Detta kräver givetvis att debiteringsproblematiken av el är löst.) Kontaktledningen fungerar således som en "laddsträcka" för elfordon eller som kontinuerlig drivning av elhybrider med förbränningsmotor.

Stad / ort	Nettolängd i km
Karlshamn	24,8
Karlskrona	75,0
Ronneby	33,1
Stockholm	4 000

Exempel på busslinjernas nettolängd

När det gäller bussar så är det svårt att bedöma busslinjernas överlappningsgrad/ nettolängd. Totallängden på varje busslinje är enkel att få fram men där flera linjer trafikerar samma sträcka är uppskattningen svårare. T.ex. kan nämnas att Stockholms Lokaltrafik, SLs, sammanlagda linjelängd för bussar uppgår till 9 835 km. Busslinjernas nettolängd bedöms kunna insamlas från respektive trafik huvudman i varje län.

Vi har antagit att samtliga orter i Sverige har ett totalt behov av 2 000 km kontaktledning för att driva och ladda bussar och lastbilar som har batteri som en del av en hybridlösning.

4.3 Vad gör bedömningen av utbyggnaden rimlig?

Elektrifiering med kontaktledning är en åtgärd som är relativt billig och snabb att genomföra.

Fordonsutvecklingen går samtidigt framåt; batterier och förbränningsmotorer blir effektivare. Detta innebär att vid en viss tidpunkt i framtiden så är elektrifiering med kontaktledning inte lönsam. När denna tidpunkt infaller är svårt att förutse men bedömningen är att enbart batteridrift av bussar och lastbilar inte kommer att vara möjlig inom en överskådlig framtid. Det är uppenbart att samhällsvinsterna är störst på de mest trafikerade vägarna och minst på mindre vägarna. Slutsatsen av detta resonemang är att elektrifieringen kan ske gradvis; de mest trafikerade vägarna elektrifieras snabbt och de mindre vägarna elektrifieras i en långsammare takt.

För att avgöra behovet av elektrifiering måste ytterligare studier genomföras där man systematiskt går igenom vägnätet och beräknar behovet av utökad räckvidd i form av batterier eller t.ex. biobränsle driven förbränningsmotor. Det finns bra faktaunderlag på samtliga allmänna vägar och fordonsutvecklingen kan uppskattas i några scenarier.

Arbetsinsatsen för dessa studier faller utanför uppdraget men bedöms kunna uppskattas med en rimlig arbetsinsats.

4.4 Vad blir kostnaden för infrastrukturutbyggnaden?

Kostnaden för att elektrifiera en väg bedöms till 10 miljoner kronor per kilometer. Detta innebär att kostnaden för att elektrifiera det svenska huvudvägnätet bedöms uppgå till 37 miljarder kronor. För att elektrifiera gator och vägar i städer och orter bedöms kostnaden uppgå till 20 miljarder men denna bedömning är osäker och kräver ytterligare studier.

Kostnaden 10 miljoner kronor per kilometer kommer från förstudien "Elektriska vägar" där en mer detaljerad beskrivning ges. Sammanfattningsvis så jämfördes kostnaden för att:

- Elektrifiera järnväg
- Upprustning av kontaktledning över järnväg
- Etablering av trådbuss

Dessa kostnader kompletterades med tillkommande kostnader som:

- Ytterligare en kontaktledning för återföring av ström

- Kompensation för antal likriktarstationer och transformatorstationer samt deras kostnad
- Skyddsräcke för att undvika att systemet rivs ned om ett fordon kör in i en kontaktledningsstolpe

Efter att förstudien har publicerats så har ytterligare fakta tillkommit som stärker denna bedömning.

När det gäller ett finmaskigare vägnät är en högre ambitionsnivå den avgörande faktorn. När det gäller städer och orter så är osäkerheten i denna bedömning stor. Ytterligare studier är nödvändiga för att förbättra kvaliteten i bedömningarna.

Vägsträckor	km	mkr	mdr
Huvudvägnätet HVN-1 elektrifierat för kontinuerlig eldrift	3 672	36 716	37
Gator och vägar elektrifierat för dynamisk laddning	2 000	20 000	20
Totalt	5 672	56 716	57

För att ge ett perspektiv på kostnader för att bygga ny infrastruktur så listas några aktuella projekt. Observera kostnaden per producerad kilometer ny infrastruktur.

Vad	Var	Benämning	km	mkr	mkr/km
Järnväg	Kramfors-Umeå	Botniabanan	190	13 200	139
Motorväg	Västerhaninge-Nynäshamn	Väg 73	25	1 800	72
Höghastighetsjärnväg	Sth-Malmö+Sth-Gbg	=	1100	125 000	114
Spårväg	Stockholm Alvik-Solna	Tvärbanan	6,8	3 115	458
Spårväg	Stockholm City	Cityspårvägen	0,25	225	900
Järnväg i tunnel	Stockholm/Älvsjö-Karlberg	Citybanan	6	16 000	2 667
Järnväg delvis i tunnel	Malmö	Citytunnel	6/17	8 565	504
Järnväg i tunnel	Hallandsåsen	=	8,6	10 500	1 221
Motorväg i tunnel	Stockholm/Kungens Kurva	Förbifarten	21	27 600	1 314
Totalt				206 005	

Observera den beräknade kostnaden för höghastighetsjärnväg. Den brukar förekomma i massmedia och underskrider kostnaden för Botniabanan och har kritiserats.

5 Miljöaspekter

Trådbussar och trådlastbilar erbjuder stora och snabba miljövinster. Jämfört med förbränningsmotorn så är elmotorn mer energieffektiv och energiflexibel. Jämfört med spårbundna fordon så är miljöbelastningen i byggskedet minimal vilket innebär att miljövinster inställer sig betydligt fortare. Trådfordon är dessutom tystgående och luktfria vilket drastiskt skulle kunna förbättra miljön i städer.

5.1 Besparingspotential i produktionskedet

Produktion av infrastruktur står för en betydande andel av den totala andelen av energi under systemets livscykel. Detsamma gäller växthusgaser. Denna indirekta energi och klimatpåverkan glöms ofta bort i resonemang kring energi och klimatpåverkan. För ett utförligt resonemang hänvisas till förstudien "Elektriska vägar".

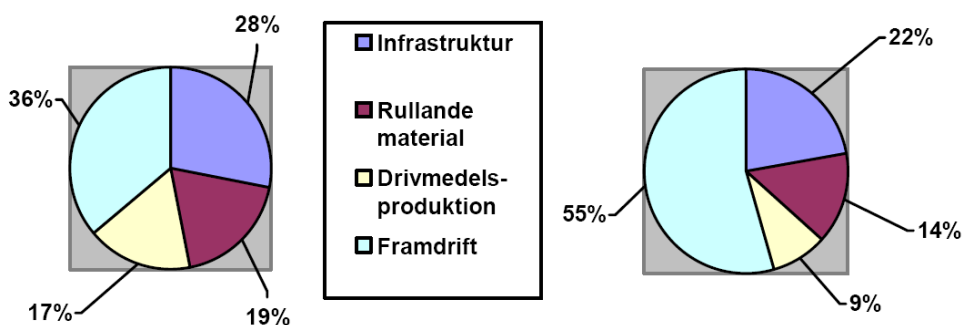


Diagram S1. Energianvändning i spårsektorn

Diagram S2. Energianvändning i vägsektorn

Indirekt energi⁹ står för en betydande andel av energi under ett systems livscykel.

5.2 Besparingspotential i driftskedet

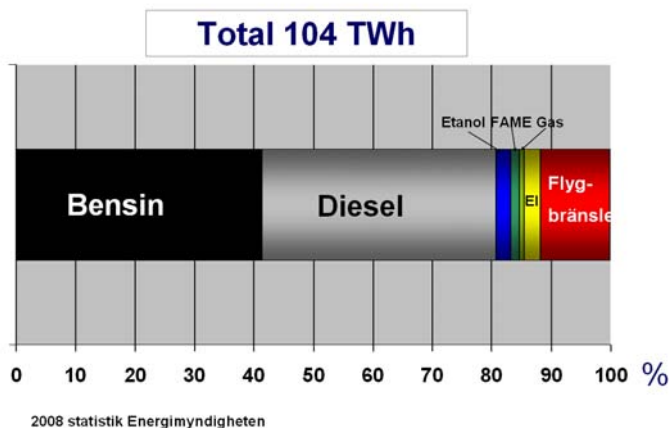
En elektrifiering av alla svenska lastbilar och bussar har följande besparingspotentialer:

- Energiförbrukningen kan minska med 15 TWh, ca 15 % av den nationella energianvändningen inom transportsektorn
- Dieselförbrukningen kan minska med 2 200 miljoner liter, ca 55 % av den nationella dieselförbrukningen inom transportsektorn
- Utsläppen av CO₂ kan minskas med 6,9 Mton, ca 15 % av de totala fossila koldioxidutsläppen

⁹ Daniel K Jonsson (2005) "Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter", FOI, ISSN 1650-1942

Ovanstående förutsätter 100 % elektrifiering av alla lastbilar och bussar, något som kan ta relativt lång tid, 20 år eller mer.

Energianvändning inom transportsektorn 2008

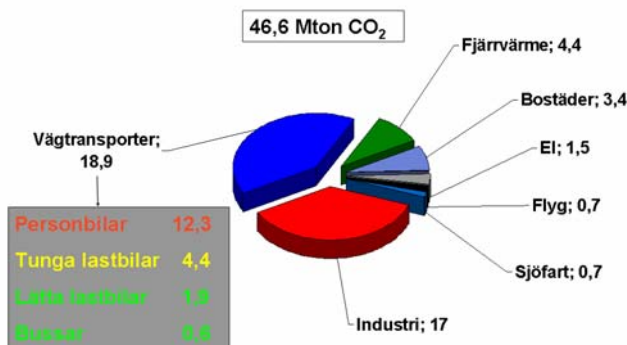


Den totala energiförbrukningen inom transportsektorn 2008 var 104 TWh. Totalt i Sverige förbrukades 4000 miljoner liter diesel varav lastbilar och bussar bedöms förbruka 2 200 miljoner liter diesel.

Varje liter diesel innehåller 10kWh vilket innebär att alla lätta och tunga lastbilar förbrukar totalt 22 TWh energi. En elektrisk motor bedöms vara ca 3 ggr effektivare än en förbränningsmotor. Detta innebär att vid 100 % elektrisk drift av alla lastbilar och bussar åtgår ca 7,3 TWh elenergi.

Energibesparingspotentialen är således totalt $22 - 7,3 = 15$ TWh och samtidigt kan 2 200 miljoner liter diesel sparas.

Totala fossila koldioxidutsläppen i Sverige 2008



De totala fossila CO₂-utsläppen i Sverige 2008 uppgick till 46,6 Mton varav lastbilar och bussar stod för 6,9 Mton. Svensk el-mix innebär 97% CO₂-fri el vilket innebär en nationell besparingspotential omfattande 6,9 Mton CO₂ d.v.s. 15 % av de totala fossila koldioxidutsläppen.

6 Sammanfattning och förslag till aktiviteter

Sammanfattning

- Elfordon minskar energiförbrukningen, klimateffekterna och de politiska riskerna jämfört med fossila drivmedel
- Fordon som får el längs vägen, likt trådbussar och spårvagnar, är redan idag de mest kostnadseffektiva elfordonen
- Stor potential för nya tjänster och produkter.
- Nationellt initiativ för kraftfull framdrift av projektet

Samhällsvinster

- Minimal CO₂ och \$-investering i byggskedet
- Stora energibesparingar och utsläppsminskningar i driftskedet
- 1+2+snabb utbyggnad ger snabba & stora miljövinster
- Stödjer befintliga logistiklösningar (dörr-till-dörr)
- Utnyttjar överkapacitet på vägnätet (Sverige) – bättre utnyttjande av transportinfrastrukturen om vägtransporter kan ersätta tågtransporter som annars skulle medföra kostsam utbyggnad
- Frigör flytande biobränsle för användning inom flyg och sjöfart

Möjligheter

En industrigrupp bildas för att leverera kompletta transportsystem samt affärskritiska produkter och tjänster:

- Elektrisk infrastruktur
- Tunga elhybridfordon
- Kritiska elfordonskomponenter
- ICT lösningar för debitering, drift & övervakning
- Underhåll och support

Hot

Att någon annan hinner före och att Sverige tvingas "hänga med"

Nationellt samverkansinitiativ

- Samhället driver eller uppdrar till neutral part att driva projektet
- Kraftfull framdrift av projektet
- Förankrar gemensam affärs- och handlingsplan för industrigruppen
- Förankrar en gemensam teknisk utvecklingsplan för systemet
- Information kring projektet till allmänheten, även internationellt
- Information och deltagande vid transportmässor, etc.
- Deltagande vid vetenskapliga konferenser
- Ekonomistyrning

Avslutningsvis

Elektrifiering av lastbilar och bussar är en viktig del i samhällets omställning till fossilfria drivmedel och det förestående teknikskiftet till elektriska

vägfordon. Stora samhällsvinster i form av minskad energiförbrukning, minskade utsläpp av växthusgaser samt minskade politiska risker. Samtidigt tillgodoses samhällets behov av tillförlitliga transporter av människor, gods och livsmedel. Möjlighet finns att utveckla innovativa produkter och tjänster som har ett stort internationellt intresse och kan stärka den svenska industrins konkurrenskraft.

7 Fotomontage

Upphovsmannen är Carolina Ekelund, Grontmij.



Trådbuss som delar utrymme med spårvagn



Trådbuss som drivs som delar utrymme med spårvagn



Trådbuss med traditionell kontaktledning



Distributionslastbil som försörjs med el via traditionell kontaktledning



Distributionslastbil som försörjs med el via traditionell kontaktledning



Distributionslastbil som försörjs med el via traditionell kontaktledning

8 Källor

<http://www.tbus.org.uk>

<http://www.trolley-motion.com>

<http://www.nrel.gov>

<http://www.wikipedia.org>

<http://www.banverket.se>

<http://www.vv.se>

<http://www.trafikverket.se>

<http://www.trolleytruck.de>

<http://www.scania.com>

<http://www.volvo.com>

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

**Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35
www.elforsk.se**