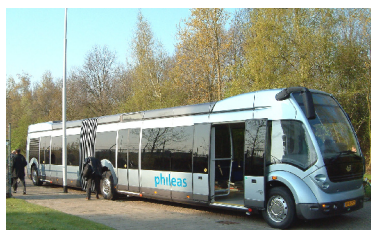




VINNOVA RAPPORT
VR 2007:03

AVANCERADE KOLLEKTIVTRAFIKSYSTEM UTOMLANDS - MELLANFORMER MELLAN BUSS OCH SPÅRVÄG

Tillämpningsförutsättningar i Sverige



Titel/Title: Avancerade kollektivtrafiksystem utomlands - mellanformer mellan buss och spårväg.

Tillämpningsförutsättningar i Sverige

Författare / Author: Sven-Allan Bjerkemo - Bjerkemo Konsult/Teknik och Samhälle LTH

Serie/Series: VINNOVA Rapport VR 2007:03

ISBN: 978-91-85084-75-3

ISSN: 1650-3104

Utgiven/ Published: Mars 2007

Utgivare/Publisher: VINNOVA - Verket för Innovatonsystem / Swedish Governmental Agency for Innovation Systems

Om/About VINNOVA

VINNOVAs uppgift är att *främja hållbar tillväxt* genom finansiering av *behovsmotiverad forskning* och utveckling av *effektiva innovationssystem*.

Genom sitt arbete ska VINNOVA tydligt bidra till att Sverige utvecklas till ett ledande tillväxtland.

I serien VINNOVA Rapport publiceras externt framtagna rapporter, delrapporter, kunskapssammanställningar, synteser, översikter och strategiskt viktiga arbeten från program och projekt som fått anslag av VINNOVA.

Forskning och innovation för hållbar tillväxt.

VINNOVA's mission is to *promote sustainable growth* by developing *effective innovation systems* and funding *problem-oriented research*.

I VINNOVAs publikationsserier redovisar bland andra forskare, utredare och analytiker sina projekt. Publiceringen innebär inte att VINNOVA tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat. Undantag är publikationsserien VINNOVA Policy som återger VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden.

VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa och ladda ner via www.VINNOVA.se. Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys, Forum och Rapport säljs via Fritzes, www.fritzes.se, tel 08-690 91 90, fax 08-690 91 91 eller order.fritzes@nj.se

VINNOVA's publications are published at www.VINNOVA.se

Avancerade kollektivtrafiksystem utomlands - mellanformer mellan buss och spårväg

Tillämpningsförutsättningar i Sverige

av

Sven-Allan Bjerkemo – Bjerkemo Konsult
Teknik och Samhälle LTH

Förord

Stort intresse finns på många håll för attraktiva kollektivtrafiksystem inklusive spårväg, automatiska bansystem mm. Sverige är dock ett litet land och relativt glest befolkat med undantag av våra största tätorter. Små möjligheter finns därför att skapa så stora resandeströmmar att spårvagnslösningar eller andra avancerade kollektivtrafiksystem än buss kan motiveras.

Samma problem finns dock även utomlands. Även i städer som Paris och London har man ytterområden, tvärförbindelser m m som man vill kunna ge högre standard än konventionell busstrafik men där spårväg anses för dyrt och komplicerat att införa.

Projektets syfte har varit att följa arbetet med att utveckla attraktiva kollektivtrafiksystem, främst i Europa, som alternativ och komplement till spårväg och andra tekniskt avancerade men också kostnadsmässigt dyrare system. Arbetet har mycket kommit att handla om fordonssystem men inriktningen av projektet har i grunden varit att finna bättre lösningar med hög miljö kvalitet och resenärens i centrum.

Projektet initierades under 1999 och en första rapport redovisades 2000. Ett offentligt seminarium på LTH med internationella föreläsare har genomförts.

En första rapport presenterades 2000, KFB Rapport 2000:61.

Många projekt pågick i Europa under denna period och ansträngningar gjordes av bl a RATP i Paris för att samla erfarenheter och koordinera insatserna via förarbetena till RUBIS - projektet. Rapportförfattaren har deltagit i detta projekt som givit många värdefulla erfarenheter och personliga kontakter. Utan dem hade inte detta projekt kunnat ges samma bredd och djup.

Av olika skäl har slutrapporten fördröjts. Det har dock inneburit att flera av systemen utvecklats samt att andra fallit bort. Idag kvarstår därför endast 3 á 4 väl utprovade systemtyper som var för sig fyller tydliga tillämpningar som kompletterar varandra. Samtliga systemtyper är möjliga att använda i Sverige för att stärka kollektivtrafikens standard, image och konkurrenskraft.

Projektet har finansierats av KFB och sedermera VINNOVA. Region Skåne, Skånetrafiken, Vägverket Region Skåne och Lunds kommun har förutom LTH deltagit i referens- och projektgrupperna. Professor Bengt Holmberg har haft vänligheten att läsa och ge synpunkter på slutrapporten. Ett varmt tack till alla er som har bidragit.

Lund september 2006

Sven-Allan Bjerkemo

Innehåll

Sammanfattning	5
Summary	9
Intermediate systems – “between Bus and Tram”	9
1 Bakgrund	13
1.1 Projektet inriktning, omfattning.....	13
1.2 Varför “Intermediate Systems”?.....	13
1.3 Tidigare studier	16
1.4 Utvecklingsriktningar	18
2 Phileas	19
2.1 Kommentarer, tillämpningsförutsättningar i Sverige	23
3 Kantstödsstyrda bussystem (O-bahn)	25
3.1 O-bahn/spårbuss.....	25
3.2 Essen 1980 – 1988. Samtrafik i spårvägstunnlar m m.....	28
3.2.1 Kommentarer.....	31
3.3 Birmingham 1983. TRACLINE 65 – Bussgata utan biltrafik	33
3.4 Adelaide 1986 – Expressbussbana med direktbussar (gaffellinjer)	34
3.4.1 Kommentarer.....	40
3.5 Mannheim 1992. Samdrift med spårväg för ökad framkomlighet.....	41
3.6 Ipswich (Kesgrave) 1995. Superoute 66 – avkortande bussluss	41
3.7 Leeds 1995. Superbus, framkomlighetsåtgärder mm i Scott Hall Road	43
3.7.1 Kommentarer.....	48
3.8 Leeds York Road 2001. The East Leeds Quality Bus Initiative “Elite”	49
3.9 Bradford 2002. A641 Manchester Road Quality Bus Initiative	49
3.10 Crawley Sussex 2003-2004. Fastway, regionalt busstråk som binder samman orter och större arbetsplatser (Gatwick m fl).....	54
3.11 Edinburgh 2004. Fastlink – bussbana även för andra busslinjer och planerad spårväg	57
3.12 Cambridges - St Ives 2008 (planerat). SuperCAM, världens längsta regionala bussbana på nerlagd järnväg.....	59
3.13 TRANSLINK, Luton - Dunstable 2009. Binder samman förorter med direktbussar till centrum, station och flygplats som i Adelaide	62
3.14 Tillämpningsförutsättningar för O-bahntechniken i Sverige.....	65
4 Enrälssystem (TVR/GLT, Translohr)	69
4.1 TVR/GLT-systemet	70
4.1.1 Caen 2002. Ett helt spårstyrt TVR – system	73

4.1.2	Nancy 2000/2002. TVR både som spårstyrt system och trådbuss.....	76
4.1.3	Kommentarer.....	77
4.2	Translohr – En äkta gummihjulsspårvagn	79
4.2.1	Clermond-Ferrand 2006	86
4.2.2	Padua Italien 2006.....	86
4.2.3	L’Aquila Italien	87
4.2.4	Venedig Italien	87
4.2.5	Kommentar.....	87
4.3	Tillämpningsförutsättningar i Sverige för enrälsystem	88
5	Systemjämförelser, tillämpningar	90
5.1	Teknisk lösning, kompatibilitet	90
5.2	Kapacitet	91
5.3	Resstandard, åkkomfort	92
5.4	Image, anpassning till stadsmiljö, införande	92
5.5	Kostnader	94
5.6	Marknad/intressanta tillämpningar i Sverige.....	95
6	Fortsatt FUD-verksamhet	97
	Referenser och litteratur	99
	Bilaga 1 Tillämpningsexempel i Skåne	104
	Regionala/lokala stråk.....	106
	Lund – Sjöbo – Simrishamn	106
	Stråk längs Lomma- och Lundåkrabukten.....	107
	Kristianstad – Åhus.....	108
	Helsingborg - Höganäs	109
	Malmö – Vellinge – Falsterbonäset	110
	Stads- och förortsstråk	110
	Lundalänken Lund C – Brunnshög – Dalby	110
	Uppgradering av busslinje 1 i Helsingborgs stad	111
	Uppgradering av stomlinjenätet i Malmö	111
	Ökad framkomlighet på infartsleder i Malmö	112
	Bilaga 2 Resedagbok från studieresa 29/9 – 3/10 2001	113
	Lördagen 29 september. Skåne och Paris	113
	Söndagen 30 september 2001. Rouen och Paris	113
	Måndagen 1 oktober 2001 Paris och Lyon	115
	Tisdagen 2 oktober 2001. Lyon, Nancy och Strasbourg.....	117
	Onsdagen 3 oktober 2001. Strasbourg och Malmö.....	118
	Bilaga 3 Deltagare i Referens- och projektgrupper.....	120
	Särskilda rådgivare/bollplank:	120

Sammanfattning

Samtliga här redovisade system medger en uppgradering av konventionella bussystem vad avser kapacitet, standard, komfort och image. De är också konkurrenskraftiga jämfört med traditionell spårväg vad avser kostnader och i flera fall även restidsstandard. Ett antal intressanta tillämpningar för systemen kan förutses även i Sverige.

Projektets syfte har varit att följa utvecklingen utomlands vad avser ”Intermediate Public Transport System”, d v s mellanformer mellan konventionell busstrafik och traditionell spårvagn vad avser kapacitet, standard, åkkomfort, attraktivitet och image, samt pröva om och hur denna utveckling kan tas till vara i Sverige.

Väsentliga ambitioner utomlands har varit att försöka finna lösningar som är enkla att införa och ekonomiskt rimliga i förhållande till det resande som kan förväntas. Samtidigt vill man naturligtvis öka kollektivtrafikens standard, image och konkurrenskraft. Uttrycket ”Between the Bus and the Tram” är en god sammanfattning.

Tankarna är i huvudsak desamma som i temat Bus Rapid Transit (BRT) i USA som drivs av federala myndigheter, kollektivtrafikorganisationer och huvudmän. I Storbritannien och Irland görs likartade satsningar under begreppet Bus Quality Initiative.

Ett nytt initiativ har nyligen lanserats i Frankrike, BHLS, Buses with High Level of Service (*Certu 2006*). Ambitionen är att

- 1 ta fram ett ”Bus Mass Transit” -lösningar som komplement till tunnelbana och lightrail/spårvägssystem som är ekonomiskt rimliga samt lämpliga att förlänga ut i ytterområden
- 2 väsentligt höja färdhastighet, pålitlighet och image för bussen för att vinna större marknadsandelar och minskade driftskostnader.

Bidragande till utvecklingen är bl a den franska planlagtiftningen SCOT som föreskriver samverkan mellan fysisk struktur och transportplanering. En särskild lag, Plan de Déplacement Urbains, PDU föreskriver att en strategi för långsiktigt hållbara transporter och samverkan mellan trafikslag ska tas fram för tätorter med 100 000 invånare eller mer.

I Storbritannien har tankesättet tagits upp och stöds i det nya regelverket för regionala Local Transport Plans, 5 åriga rullande investeringsplaner med krav på samma typ av kvalificerad samverkan mellan olika transportsätt och samhällsutveckling.

En mycket snabb utveckling inom området har skett de senaste åren sedan den inledande rapporten skrevs (*Bjerkemo 2000*). En tydlig konvergens mot några få systemtyper har skett. En tydlig ”rangordning” av systemegenskaper och tillämpningsområden kan också urskiljas:

- 1 Bussvägar och dubbelledade bussar
- 2 Banor för kantstödsstyrda bussar (O-bahntechniken) samt kringåtgärder för höjd framkomlighet, standard och image
- 3 TVR/GLT-fordonen i Caen och Nancy
- 4 Lätta gummihjulsspårvagnar (Translohr)

Nederländernas satsningar på **bussvägar** och utveckling av moderna energisnåla **bussfordon med hög kapacitet** får här representeras av Phileas-projektet i Eindhoven (kapitel 2).

Användningen av tvåledade bussar innebär att kapacitetstaket lyft med ca 50 % till 3600 passagerare per timme och riktning vid 3 minuterstrafik, d v s ganska nära den undre gräns (4000) som brukar anges för gatuspårväg.

Phileas har elmotorer i hjulnaven (finns även på Cavis-fordonet) som ger en intressant utvecklingspotential med drivning på samtliga axlar, lågt golv i hela bussen, ökade passagerarutrymmen samt flexibelt val av energikälla – batteri, bränsleceller, dieselelektriskt aggregat eller yttre kontaktledning.

Det ökar även kompatibiliteten med andra system och ger möjlighet till successiv uppgradering till högre standard och kapacitet.

Banor för kantstödsstyrda bussar (O-bahntechniken) har fått ett påtagligt genombrott i Storbritannien. Tekniken är nu väl beprövad både som lokala kapacitetshöjande åtgärder i ett busstråk och som kompletta bussbanesystem.

Teknikens strategiska och praktiska fördelar är

- utrymmessnål, ökad möjlighet till exklusivt kollektivtrafikutrymme
- utestänger oönskad trafik från bussbanan
- ger hög åkkomfort och kapacitet
- möjliggör nivåfritt insteg vid hållplatser
- enkel anläggningsteknik, kostnad i nivå med busskörväg/bussväg
- enkel anpassning av standardfordon till låg kostnad
- lätt uppgraderingsbar till/kompatibel med TVR/GLT, Translohr eller spårväg

Tillämpningsområden är

- kapacitetshöjande åtgärder längs infartsleder och huvudgator i större städer för ökad regularitet och kortade restider

- bussgator och bussbanor i tätorter samt helt eller delvis som regionala stråk, särskilt där det är angeläget att stänga ute annan trafik.

Påtagliga resandeeffekter har uppmätts, se exempel i kapitel 3. Även kollektivtrafikens image har stärkts. Ofta har bussbanesatsningarna kombinerats med andra åtgärder i gaturummet som bättre, mer påkostade hållplatser med nivåfritt insteg, realtidsinformation samt enklare och bättre gång- och cykelvägar till och från hållplatsen. Effekterna kan därför inte tillskrivas bussbanetekniken enbart.

En potentiellt intressant utveckling är om 24-metersfordon kan utnyttjas på bussbanorna. Kapacitet, standard och image ökar då ytterligare för detta system.

Bombardiers *TVR/GLT - fordon* utvecklades i syfte att kunna vara ”intermediära fordon” och kunna användas som bussar i gatenätet eller som rälstyrda, gummihjulsburna fordon på särskild bana som ett spårvägsfordon.

Endast två tillämpningar finns idag, i Caen och Nancy. I Caen körs systemet helt spårstyr, d v s det fungerar i praktiken som en gummihjulsspårväg. I Nancy där fordonen var en uppgradering av ett äldre trådbussnät är ca 60 % av linje 1 rälstyr. Efter inkörningsproblem i Nancy fungerar systemen som avsett och har gett kraftiga resandeökningar (se kapitel 4).

Fordonen finns i såväl 18 meters som 24-metersversion. Kapaciteten vid treminuterstrafik är 1800 respektive 3000 passagerare per timme och riktning. Åtgärder i gaturummen har också genomförts som bidragit till att öka resandet och kollektivtrafikens image. Systemen marknadsförs som (gummihjuls)spårväg.

Systemkostnaden anges vara 60 - 75 % av konventionell spårväg beroende på hur stor del av nätet som trafikeras spårstyr. Strategiska systemfördelar är

- både el- och dieseldrift
- kan användas som spårvagn eller vanlig buss.

Det senare ger möjlighet till linjeförgrening i ytterområden, ökad yttäckning och tillgänglighet till kollektivtrafiken i dessa områden samt spårvägsdrift i centrala områden. Det är också systemets väsentligaste tillämpningsområde.

Med utveckling av bussfordon för högre kapacitet och dieselelektrisk drift är det dock svårt att se väsentliga fördelar för TVR/GLT-systemet om O-bahntechniken kan användas.

Translohr är en modernt konstruerad gummihjulsspårväg med innovativa lösningar. Styrtekniken liknar TVR/GLT-fordonen men har konstruerats för

enkel gatubyggnad och tyst drift. Systemet har mycket hög smidighet och anpassbarhet till befintlig stadsmiljö inklusive enkel byggteknik av banan.

Fordonen är moduluppbyggda vilket ger reducerade tillverkningskostnader och enkel variation av kapaciteten från 2500 passagerare per timme och riktning till 4300 vid treminuterstrafik. Därtill finns möjlighet till multipelkoppling, d v s systemet täcker upp ett stort kapacitetsintervall utan ökade personalkostnader.

Translohr-system kommer att tas i drift i Clermond-Ferrand (Frankrike) och i Padua (Italien) under hösten 2006 samt i L'Aquila och Venedig (Italien) under 2007 (se kapitel 4).

Systemets strategiska och praktiska fördelar är

- mycket utrymmessnålt, hög anpassbarhet till befintlig stadsmiljö
- lågt insteg/hög anpassbarhet för nivåfritt insteg i stadsmiljö
- hög åkkomfort, låg ljudnivå
- enkel anläggningsteknik, litet behov av ledningsomläggningar
- enkla depåer utan kontaktledningar
- batteridrift kortare sträckor i känsliga miljöer
- systemkostnad ca 75 % av konventionell gatuspårväg

Systemnackdelar är att hela linjesträckningen måste ha rälstyrning samt kontaktledningar på merparten av sträckan som för konventionell spårväg.

Tillämpningsområden är

- uppgradering av stomlinjer med buss, äldre trådbuss- och spårvägsnät i större och medelstora svenska städer
- matarlinjer till tågstationer och stadscentra från större förorter
- högklassig kollektivtrafiklösning vid nyexploatering

Systemskiljande egenskaper är att kantstödstyrda bussar och TVR/ GLT – fordon kan användas i valbar omfattning för yttäckande busstrafik i ytterområden samt banstyrt i centrala områden där utrymmet är begränsat, hög åkkomfort, nivåfritt insteg och framkomlighetsbehoven är väsentliga. I detta avseende är de ”äkta” intermediära system.

Translohr har inte denna möjlighet idag men har en klar fördel med sitt stora kapacitetsområde, möjlighet till multipelkoppling för att reducera förarkostnaderna samt sin höga anpassbarhet till stadsmiljö.

Kantstödsstyrda bussar/O-bahntekniken har stora taktiska fördelar med låga initialkostnader, enkel etapputbyggnad/utvidgning samt möjlighet till framtida uppgradering till enrälssystem av typ CLT/TVR, Translohr eller konventionell spårväg.

Summary

Intermediate systems – “between Bus and Tram”

This report deals with the efforts abroad, mainly in Europe, to find Public Transport solutions between ordinary buses and trams regarding capacity, standard, comfort and modern image.

All types of vehicles reviewed here will meet these requirements and are competitive to traditional tram and light-rail systems. Several promising applications are foreseen for Sweden too.

The scope of study has been to follow up the international development in this field and to examine how these new findings can be applied for Sweden.

The ambitions abroad have been to find solutions that are easy to implement and economically realistic due to expected passenger flows and to increase the attractiveness of Public Transport.

The Public Transport Authorities in Paris, RATP, and Transport for London have been leading parts in this development in recent years. Formerly, EVAG in Essen and partners have made great contributions in the field of Kerb-Guided Buses.

Similar initiatives are the ongoing BRT project, Bus Rapid Transit in USA and Bus Quality Initiative in Great Britain. A new R&D initiative has been set up in France called BHLS, Buses with High Level of Service (*CERTU 2006*).

The development has been very fast and successful since the first report was written (*Bjerkemo 2000*). An interesting convergence to a few solutions with a clear rank order can be observed:

- 1 Separate bus-ways with high capacity, double-articulated vehicles
- 2 Kerb-guided buses based on the O-bahn concept including complementary measures for increased right-of-way, rider-ship standard and image
- 3 The special TVR/GLT-vehicles in Caen and Nancy that are able to act both as a Bus and Tram
- 4 Modern light-weight tram on rubber tyres (Translohr)

The bus-ways strategies in the Netherlands and the Phileas project are here chosen to represent recent developments in high capacity, double articulated buses with high comfort and low emissions.

Use of these buses provides an increased capacity of 50%, 3600 passengers per hour and direction at headway of three minutes. That is rather close to the minimum capacity of a tram system.

The use of wheel-mounted electric motors (also in the Civis vehicle) gives interesting development possibilities for all wheel drive, low floor everywhere in the vehicle and a large flexibility for use of environmentally friendly power system as batteries, fuel cells, diesel-electric hybrids or external catenaries.

It will also increase the compatibility with other systems for step by step upgrades to higher capacity and quality.

Kerb-guided buses based on the O-bahn concept have been very popular in recent years due to its flexibility, low investments and high performance. The option is nowadays well known and documented.

Strategic and practical advantages are

- reduced space requirements, increased options for exclusive PT right-of-way
- exclusion of car traffic
- high ride comfort
- at grade entrance at stops
- easy implementation and infrastructure, costs similar to bus-lanes/bus-ways
- easy adaptation of standard buses at low costs
- up-gradable, compatible with TVR/GLT, Translohr and/or tram systems

Successful areas of usage are

- increased capacity and right-of-way at downtown arterials in cities
- bus-streets, bus-ways and for regional bus-ways for non car use

Successful increase of rider-ship and strengthening of the Public Transport image have been noted. Complementary measures are often undertaken which have contributed to the good result. It is very promising if double articulated buses will be used in these systems to increase the capacity far more.

The TVR/GLT-vehicles of Bombardier were developed to be used as intermediate systems, i.e. to be possible to use both as buses and in guided mode as a tram.

There are only two installations at present, in Caen and in Nancy in France. In Caen, the system is running as a tram system in full guided mode. In Nancy, about 60 % are in guided mode. The number of passengers and

image of public transport has increased significantly. They are presented as Tram on Rubber Tyres - or only as the Tram.

The vehicles are available both in 18 meters (articulated) and 24 meters (double articulated) versions. The capacity at 3 minutes headway is 1.800 or 3.000 passengers per hour and direction. Measures have also been undertaken in the streets to strengthen the image and urban insertion.

The overall systems cost are said to be 60–75% of a normal tramway system due to the portion of guided mode. Strategic advantages:

- double powered, both electric catenaries and diesel-electric hybrid
- can be used either as a tram or bus, useful in outer areas where no electric or guide-rail installation are motivated

Translohr is a modern tram on rubber tyres with several innovative solutions. The steering technique is similar to TVR/GLT but developed for easy road construction and low noise. The system is very highly adapted for easy urban insertion.

The vehicles are built in modules that give low costs and easy variation of the capacity from 2.500 to 4.300 passengers per hour and direction at 3 minutes headway. They are also prepared for multiple uses that give unchanged personal costs at varied capacity.

Translohr systems will be in use in Clermond-Ferrand, France and Padua, Italy at the end of 2006. New systems are planned to be opened in L'Aquila and Venice in Italy in 2007.

Strategic and practical advantages are

- low space requirements and easy urban insertion
- low floor heights, non-level entrances at stops
- high comfort, low noise and emissions
- easy road construction and infrastructure
- simple depot facilities without catenaries
- battery power for short distances in historic areas
- system cost about 75% of a regular tram system

Disadvantages compared to a bus system are that guiding rails are necessary everywhere and catenaries most of the alignment as for tramways.

Applications are

- up-grading of trunk bus lines, old trolleybus or tram systems in big or medium-sized cities
- feeder-lines to train stations and to city centres from suburbs

- high quality public transport solutions in new areas/towns

System differences are that the O-bahn applications and TVR/GLT are possible to be implemented in a free extent and to be extended step by step. Therefore it is possible to avoid high initial investments in outer areas but they can also be combined with fixed guided facilities in central areas with low space demand and high ride comfort, similar to a tram.

This is not possible with the Translohr system today but the advantages of easy urban insertion and variation in capacity range are essential.

The O-bahn concept has huge advantages in its flexibility, performance, low initial costs and easy up-grading possibilities step by step.

1 Bakgrund

1.1 Projektet inriktning, omfattning

I Europa pågår omfattande arbete med att utveckla kollektivtrafikens standard, attraktivitet och effektivitet. Väsentliga inslag är att försöka finna mellanformer mellan buss och spårväg som ger högre standard, kvalitet men är enklare och ekonomiskt rimligare att genomföra än ett traditionellt spårvägssystem.

Väsentliga inslag i utvecklingsarbetet är också att skapa en god anpassning till befintlig och planerad bebyggelse samt samverka med andra trafikslag och kollektivtrafikformer.

Projektets överordnade syfte har varit att inventera och klarlägga aktuell utveckling utomlands samt pröva vilka nya trafikmedel och trafikeringsformer som kan vara intressanta att tillämpa i Sverige. Huvudsyftet är att klara ut om och hur de kan bidra till att stärka kollektivtrafikens attraktivitet, konkurrenskraft och stimulera till ökat kollektivt och intermodalt resande.

Projektets första del avsåg belysa mellanformer mellan konventionell buss och spårväg, Intermediate systems "Between the Bus and the Tram" vad avser standard, komfort, kapacitet, ekonomi samt andra för- och nackdelar. Såväl system i drift som prototypprojekt har klarlagts (*Bjerkemo 2000*).

Denna andra etapp avser belysa tillämpningsförutsättningar i Sverige, dvs vilka systemtyper som kan vara av särskilt intresse att implementera i Sverige.

Trots att projektet i hög grad berör olika fordons- och systemlösningar är dock inriktningen att klargöra vilka förutsättningar och fördelar de kan ge för kollektivtrafiklösningar i Sverige, dvs ett kundorienterat perspektiv.

1.2 Varför "Intermediate Systems"?

Behov av system med högre kapacitet, standard och image än vad traditionell busstrafik kan ge har särskilt tydligt efterfrågats av bl a RATP i Paris samt av Transport for London. Möjlighet till enkel etapputbyggnad och successiv uppgradering av andra system istället för stora initialinvesteringar är tydliga motiv.

De anser att kapacitetsgapet mellan buss och spårvagn är för stort samt att utbyggnad av traditionell spårväg i befintlig stadsmiljö är för dyrt vid måttligt stora flöden. Ofta innebär en spårvagnsutbyggnad att man måste

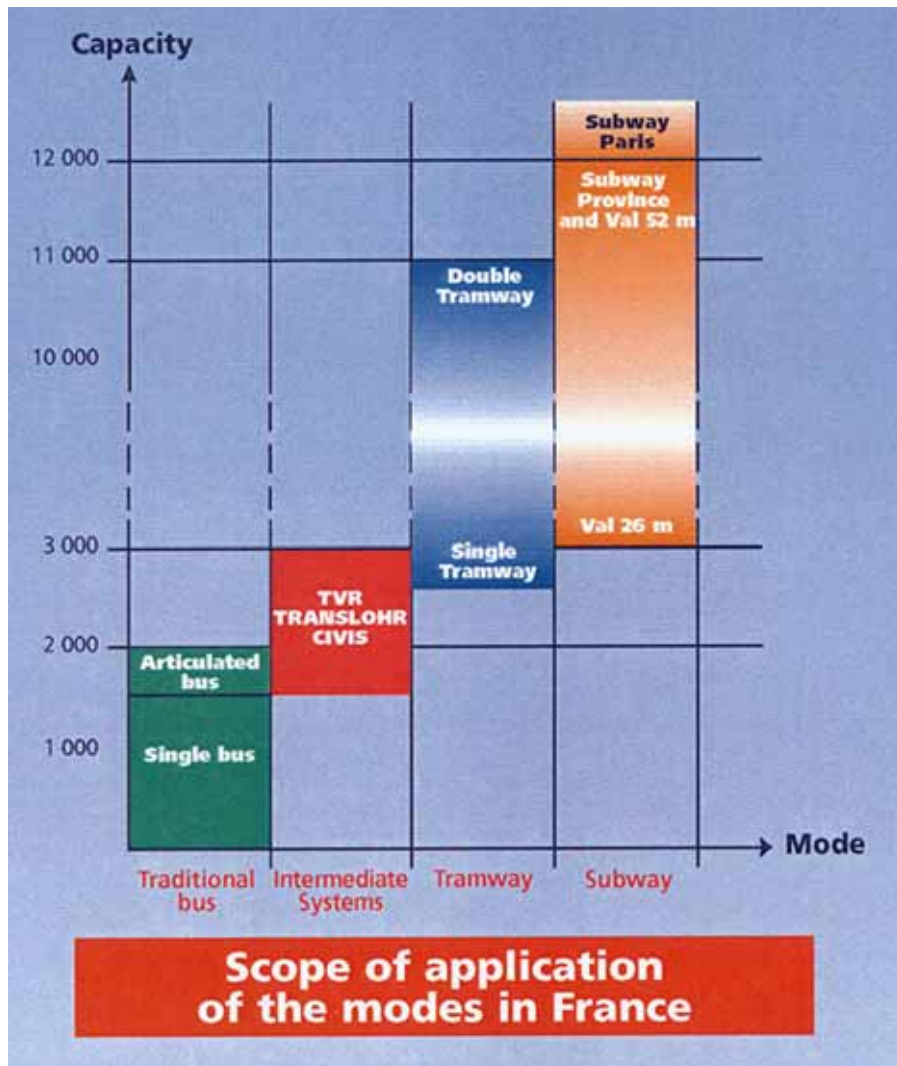
göra väsentliga intrång i stadsmiljön varför processen blir konfliktfylld och utdragen.

Kapaciteten i ett bussystem (ledbuss) är drygt 2000 passagerare per timme och riktning vid tre minuters turtäthet. Ett praktiskt problem vid så hög turtäthet är kolonnbildning för (även för spårvagn) i gatutrafik. Det beror på att de snabbare och mindre personbilarna kör om och bromsar upp de större fordonen vilket leder till att de kommer klumpvis till hållplatserna.

Man får då ett ineffektivt utnyttjande av fordonen som inte heller är till fördel för resenärerna eftersom de i verkligheten inte kan utnyttja den höga turtätheten.

Den praktiska kapaciteten för ett bussystem anses därför vara klart lägre, 1500 - 1800 passagerare/timme och riktning medan man enligt RATP och Transport *for* London måste ha flöden på ca 4000 pass/tim för att ett modernt spårvägs- eller LightRail-system ska kunna vara motiverat.

Man har också relativt dåliga erfarenheter av exklusiva busskörfält vad avser icke önskat utnyttjande av busskörfälten av andra bilister, särskilt i rusningstid då de behövs som bäst för kollektivtrafiken. I London har man dock på senare år vunnit ganska goda erfarenheter av automatisk kameraövervakning (typ biltullar) och höga straffavgifter.



Passagerarkapacitet för olika systemtyper enligt RATP i Paris. Bilden illustrerar även det kapacitetsgap man eftersträvar att kunna överbrygga med Intermediate systems.

Även om det mindre ofta förekommer så stora passagerarflöden och höga turtätheter i Sverige finns det ett behov av att kunna höja kapaciteten på vissa delsträckor i våra större och medelstora tätorter utan att behöva omotiverad hög turtäthet, bl a av kostnadsskäl.

Omfattande kartläggningar av sträckor där intermediate systems är angelägna har gjorts både i London och i Paris. Tillämpningarna finns främst i ytterområden och de halvcentrala delarna samt som matarsystem till tåg och tunnelbana som ofta finns även i svenska större och medelstora städer.

Gemensamt för de studerade systemen/utpekade stråken är också att man eftersträvat att höja standard och kvalitet, skapa en modern image men också god anpassning till stadsmiljön.

I korthet förekommer följande mer eller mindre uttalade mål i de systemkoncept som utvecklats:

- Utnyttja begränsat utrymme, ökad framkomlighet, exklusiva körytor
- Exakt läge i gaturummet och angöring av hållplatser med nivåfritt insteg
- Höjd åkkomfort, modern image
- Underlätta införande, frigör utrymme, bidra till stadsutveckling
- Ökad kapacitet per fordonsenhet ”Between the Bus and the Tram”
- ”Act as a Bus or Tram”, samnyttja infrastruktur

”Act as a Bus or Tram” avser möjligheten att kunna använda fordonen som matarbussar i glesa ytterområden men även kunna använda en mer exklusivt infrastruktur på gemensamma stråk, exempelvis spårvägstunnlar och spårvägsbanvall som i Essen eller särskild expressbussbana som i Adelaide.

Strategin kallas för fork-lines (gaffellinjer) och har varit mycket framgångsrik där den tillämpats i bussystem (*Cervero 1998*) eftersom den ger god direktrestandard för resenären. Tanken är att man ska slippa att göra dyra och komplicerade investeringar där resandet är lågt för att istället kunna satsa på hög standard och framkomlighet i gemensamma stråk där många fordon kan dra nytta av det.

En väsentlig aspekt är möjligheterna till en etappvis utbyggnad i betydelsen utbyggnad av själva linjenätet men även möjligheten till successiv uppgradering av standard, framkomlighet och komfort o/e övergång till ett spårburet eller annat system.

1.3 Tidigare studier

En översikt av befintliga system, prototyper och planerade tillämpningar finns i *Bjerkemo 2000: KFB-rapport 2000:61*. De systemtyper som redovisas är sammanfattningsvis

- Bussbana och bussar med styrhjul baserat på O-bahntechniken
- Gummihjulsburna mitträlsystem, TVR och Translohr
- Optiskt och induktionsstyrda bussystem

Av de ovan nämnda systemen är det främst de två första grupperna som har vidareutvecklats och redovisas i denna rapport.

London Transports försök med bussar som styrdes med induktionsslingor i gatan har lagts ner eftersom de inte blev godkända av brittiska järnvägsinspektionen (!).

STREAM-systemet med kombinerade ström- och styrskenor (induktionsstyrning) som utvecklades i Trieste har lagts ner av politiska skäl. Man hade

även vissa tekniska problem. Ansatsen var att använda raka betongelement för en gemensam ström- och styrskenan i gatan. Tillsammans med att strömvatagaren/styrdonet var placerat mitt under bussen gav det en något ryckig styrning.

Några system med den optiska styrning som utvecklats av Matra och Irisbus har testats i drift, bl a TEOR i Rouen med Agora- och Civisbussar samt Civisbussar i Clermond-Ferrand, Lyon, Grenoble samt Las Vegas.

TEOR står för Transport-Est-Ouest-Rouennais, dvs ett öst-västvästligt komplement till de nordsydliga spårvägslinjerna. De tre linjerna är tillsammans 26 km. Ca 65 % av sträckningarna är reserverade körfält eller bussvägar. Busslinjerna har varit framgångsrika (*Hass-Klau m.fl 2003*).

Den optiska styrtekniken bygger på att två streckade vita linjer målas på gatan. En kamera läser av linjernas läge och styr bussen. Tekniken bedöms dock vara mindre intressant för svenska förhållanden eftersom man inte kunnat ge svar på hur och om systemet fungerar i snöväder, vid is och slask på vägbanan.

Man medger dock att man har problem med styrtekniken om ett annat fordon ligger strax före och skymmer linjerna. Vid besök i Rouen konstaterades att bussarnas angöring vid hållplatser inte gav högre precision än vad som bedömdes vara normalt vid manuellt styrning. Man har inte kunnat minska körfältsbredden även om systemleverantören anger att det är möjligt.

Uppgifter finns att det skulle kosta £25 000 per buss (Stagecoach) att installera tekniken vilket är dyrt jämfört med andra system om uppgiften är riktig. Phillips (2006) har nyligen rapporterat att försöken med optisk styrning på MAX-line i Las Vegas (Civis-fordonet) lagts ner på grund av bristande tillförlitlighet.

Civis-fordonet är dock utrustat med ett intressant dieselelektriskt drivsystem med elmotorer monterade i hjulnaven. Det innebär att fordonet enkelt kan anpassas till yttre elförsörjning, (trådbuss- eller spårvägsteknik), partiell batteridrift eller bränsleceller.

Civis-fordonet bör därför kunna integreras med samtliga infrastruktursystem som diskuteras i denna rapport. Elmotorer i navet ger stora fördelar för låg- och moduluppbyggda fordon eftersom man slipper mekanisk transmission och kan anpassa drivkraften per modul.

Sammantaget har en hel del hänt sedan den tidigare rapporten (*Bjerkemo 2000*) skrevs. I de följande kapitlen görs därför en kort resumé och uppdatering av tidigare studier. De får även tjäna som exempel på olika typer av tillämpningar som kan vara intressanta för Sverige.

1.4 Utvecklingsriktningar

En påtaglig utveckling har under senare år skett inom två områden:

- Dubbelledade bussar, även för biogas- och trådbussdrift finns nu i reguljär produktion och används bl a i Göteborg
- Energisnåla fordon som Phileas i Eindhoven med elmotorer hjulnaven, dieselelektrisk drift ("hybriddrift") samt yttre styrning med permanentmagneter i körbanan.

En värdefull utveckling utomlands är också att man ser stadsmiljön som helhet och medvetet satsar på att även höja omgivningens kvalitet såsom hållplatser, information, anslutande gång- och cykelvägar mm. Ett intressant exempel är The Bus Way-satsningen i Nantes där man medvetet förändrar stadsmiljön längs ett nytt busstråk med hög kvalitet.

Hass-Klau (2003) påpekar också i sin rapport att kompletterande kringåtgärder (hållplatsstandard, pendlarparkeringar mm) i flera fall kan anses ha varit lika viktiga för framgången som val av rätt system.

2 Phileas

Phileas - fordonet och satsningen på bussvägar i Nederländerna får här representera utvecklingen av bussar mot större fordonsenheter samt motsvarande infrastruktur för högre kapacitet, komfort och attraktivitet.

Phileas har utvecklats under 2000-talets första hälft i holländska Eindhoven (ca 200 000 inv.). Namnet anspelar på Jules Vernes romanfigur Phileas Fogg som lyckades resa jorden runt på 80 dagar med en noggrann reseplanering.

Projektet är en del i regionens (SRE Samenwerkingsverband Regio Eindhoven) satsning på kapacitetsstarka och tydliga busstråk på separata bussvägar och busskörfält med prioritering i trafiksignaler. Det aktuella stråket är ett av fyra regionala huvudstråk för High Quality Public Transport tillsammans med två regionala järnvägslinjer.

Busstråken utformas så att de är möjliga att konvertera till spårvägssystem i framtiden. Motsvarande satsningar görs i många andra större städer i Nederländerna, se bl.a. *Hass-Klau et al 2003*.

Phileas är ett demonstrationsprojekt som finansierats till 50 % av staten (kommunikations-, närings- och miljödepartementet). Staden Eindhoven och grannorten Veldhoven har stått för 30 %. 10 % kommer från två EU-projekt. Resterande 10 % kommer från busstillverkaren Berkhof-Jonckhere m fl leverantörer och lokaltrafikföretagen i regionen. Den totala projektbudgeten var ca 800 Mkr (*Maasing 2000 m fl*).

Målet för projektet anges vara att

- visa att High-Quality Public Transport System tillgodoser både passage-rarnas och tranportföretagets behov och önskemål
- visa att HQ Public Transport System är realistiska att införa
- visa att de tekniska lösningarna fungerar
- skapa ett marknadsintresse och stärka regionens fordonsindustri



Phileas har en utmanande design, ger ett kraftfullt intryck – och är mycket behaglig att åka i!

Phileasfordonen finns i en 18-meters ledbussversion för 120 passagerare samt en 24-meters dubbelledad version för 180 passagerare. Lätta material samt kompositteknik har använts för att göra fordonet lätt. Samtliga hjul är styrbara samt har elmotorer monterade i navet med undantag för framhjulen.

Elmotorerna drivs av en naturgasdriven (LPG) dieselgenerator samt batterier för energiåtermatning vid elbromsning och extra energiuttag vid start från hållplats. Ett fordon har även ett svänghjul som energilagring-medium. Drivsystemet ger en enkel anpassning till extern strömförsörjning. Det är dock oklart om en sådan diskuterats eller förberetts.

Den låga vikten och det energioptimerade drivsystemet gör att energiförbrukningen är ca 30 % lägre än för en vanlig gasdriven (LPG) buss i samma storlek. Tillverkaren har garanterat en energikonsumtion på högst 1,3 liter naturgas (LPG) per kilometer vilket också infriats.

Fordonet har ett elektroniskt styrsystem baserat på samma teknik som används för att styra förarlösa truckar i Rotterdams hamn, FROG. Systemet används för att styra den förarlösa matarpendeln ParkShuttle till tunnelbanan i Rotterdam, se bl a *Bjerkemo 2000*).

Körvägen programmeras in i fordonets dator. Permanentmagneter på var fjärde meter i körbanan används som referenser för att korrigera den verkliga rutten. En intressant tillämpning är att samtliga hjul kan styras åt samma håll vilket används för att docka hela bussens längd snett in mot hållplatserna.

I en tidig artikel (*Maasing 2000*) anges precisionen vara 4-8 cm från kantstenen vilket inte är imponerande. Vid besök och provåkning av systemet 2004 var dock precisionen betydligt bättre. I nuvarande presentationsmaterial anges precisionen vara 1 centimeter vilket är mycket bra och likvärdigt med rälsstyrda system.



Den magnetstyrda angöringen mot hållplatsen är mycket god.

Instegshöjden är 32 cm. Hållplatserna görs därför 32 cm höga för att få nivåfritt insteg. I gengäld förses hållplatserna med ramper upp till hållplatsytan.

En 15 km lång bussbana/bussväg har byggts från Eindhovens centrum via Veldhoven till Eindhovens internationella flygplats. Målet är att restiden ska vara 25 minuter mellan Eindhoven centrum via Veldhoven till flygplatsen.

I befintlig miljö har utrymme tagits från biltrafiken. Förutom att hållplatserna har en särskild design har bussvägen försett med en parallell cykelväg med röd asfalt samt trädplantering med smala kinesiska Mammutträd som blir 25-30 meter höga.



Hållplatserna har en sober design och är konsekvent försedda med realtidsinformation

Bussbanan är 6,5 meter bred för att även kunna användas för ordinarie bussar. Betong används för att undvika spårbildning – magnetstyrningen gör ju att bussen alltid kör i samma spår. Projektsektariatet anser att bredden skulle kunna ha minskats till endast 5,5 meter och att två Phileas - bussar skulle ändå kunna ha mötts i 70 km/tim (*Maasing 2000*).

Eftersom bussarna är 2,55 meter breda förutsätts sannolikt att backspeglarna fälls in eller har en särskild konstruktion. Uppgifter har fn inte gått att få fram om det magnetiska styrsystemet verifierats och godkänts för denna precision. Man utestänger då också bussar i reguljär drift utan magnetiskt styrsystem från banan.

Medelhållplatsavståndet är 550 meter vilket ger en medelhastighet på 27 km/tim (30 km/tim var planerat).

Phileas togs i praktisk drift 2005, två år senare än planerat. Systemet är f n ur drift på grund av allvarliga problem med reglersystemet som styr batteriladdningen. Några uppföljningar och utvärderingar av teknisk funktion, resandeutveckling, förarnas och trafikanternas värderingar har därför ännu inte gjorts ännu (*Theo Dijk, SRE 2006*).

Totalkostnaden för projektet var 75,3 M€ Bussbanan kostade 43,3 M€(ca 60 %) inklusive en viadukt för 10 M€samt total ombyggnad av gator på ett par ställen. Genomsnittskostnaden var 3,6 M€/km (ca 34 000 kr/m). Styrsystemet kostade 265 000 €/km (ca 2 500 kr/m) (*Theo Dijk, SRE 2006*).

Kostnaden för fordon samt utvecklingskostnaderna uppgick till 32 M€. En 18-meters ledbuss kostar ca 725 000 € (ca 6,9 Mkr). 11 stycken finns av denna typ. Den dubbelledade varianten på 24 meter har bara tillverkats i ett exemplar och kostar 1 M€ (ca 9,5 Mkr). Livslängden beräknas vara 20 år.

Fordonen är prototyper och för närvarande avses inga nya Phileasfordon att byggas. Tillverkaren APTS (ett konsortium av fordonstillverkare) bygger dock flera likartade fordon åt den franska staden Douai (knappt 50 000 inv.) 200 km norr om Paris.

De har dieselektrisk drift av annan typ än i Eindhoven men är i övrigt lika Phileasfordonen och har magnetiskt styrsystem. De ska användas i deras nya busstråk och marknadsförs som Le Tram sur Pneu, d v s ”gummihjul-spårväg”.

I anslutning till Phileas-projektet arbetar man även med Transport Demand Management riktat mot företagen och deras anställda. Bl a finns en sökfunktion där man lätt kan se var närmsta Phileashållplats finns.

De anställda kan lämna in kvitto till sin arbetsgivare på sina kollektivresor till och från jobbet och få ersättning för dem, d v s arbetsgivaren subventionerar i praktiken kollektivresorna (men inte arbetsresor med bil) intill ett visst skattefritt maxbelopp. Det är oklart om arbetsgivaren får dra av kostnaden i sin tur.

2.1 Kommentarer, tillämpningsförutsättningar i Sverige

Magnetstyrningen anses vara pålitligare än optisk styrning vilket är troligt. Verifierade uppgifter saknas dock f.n. om systemets precision samt hur tillförlitligt systemet är i snömodd och samt fordonsegenskaper vid halka.

Det är dock troligt att styrsystemet vid normala förhållanden har en precision i styrningen på någon centimeter. Kostnaden för styrsystemet förefaller vara låg. Om styrsystemet har lika goda egenskaper i vinterväglag är det därför av potentiellt intresse även för Sverige.

Det intressanta i Phileas-projektet för svenska förhållanden är den konsekventa satsningen på miljön och kollektivtrafikens image längs hela sträckningen. De tekniska lösningarna och utformningen av bussbanan /busskörväg, signalprioritering mm är dock välkända tillämpningar som redan används i Sverige.

Phileasfordonet visar att det trots allt finns en klar utvecklingspotential av den nuvarande busstekniken såväl vad avser image som passagerarkomfort,

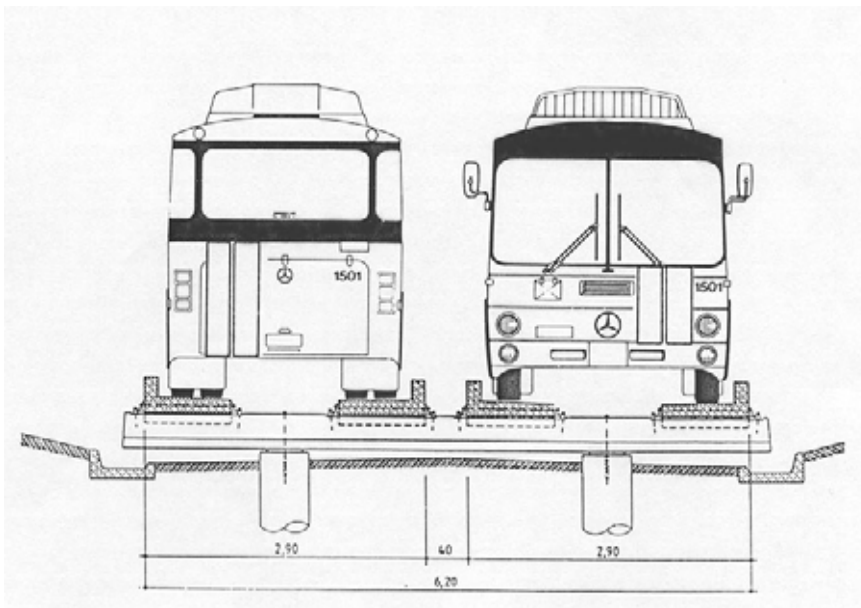
konstruktionsteknik, drivsystem, energiförbrukning och emissioner. Den lägre driftskostnaden anses väl kompensera den högre kapitalkostnaden.

De lärdomar vi i Sverige kan dra av Phileas - projektet är betydelsen av konsekvent uppbyggda bussvägar samt energisnåla, flexibla fordon med hög image.

3 Kantstödsstyrda bussystem (O-bahn)

3.1 O-bahn/spårbuss

Spårbusskonceptet bygger på att en konventionell buss förses med styrrullar framför framhjulen som styr bussen mellan kantstöd på ömse sidor om bussen. Styrtekniken kräver enbart ca 20 cm utrymme på var sida utöver bussens bredd för styrrullar och kantstöd, dvs. smalare än det utrymme som fordras för backspeglarna.



Tvärsektion bussbana baserat på O-bahntechniken (Essen, Adelaide)

Man kan då utnyttja ett mycket smalt utrymme. För dubbelriktad trafik behövs endast 6,2 m banbredd inklusive utrymme mellan fordonen för backspeglarna. Drar man in backspeglarna kan man teoretisk klara sig med 5,9 meter.

Kantstöden kan vara av stål eller betong. I det senare fallet kan de vara en del av prefabricerade betongelement (Essen, Adelaide, Cambridge), limmade betongkantstöd (Leeds), eller vara stränggjutna tillsammans med körbanorna.



Stödhjul och styrskena av stål (Essen, Mannheim, Adelaide)

Tekniken kan även användas för ledbussar vilka dock kan behöva extra styrrullar vid bakhjulen i snäva kurvor beroende på bussens konstruktion. Det är oklart om tekniken testats även för moderna 24-meters dubbelledade bussar men bedöms sannolikt vara möjlig att använda.



Tvåledat demonstrationsfordon för O-bahn med strömavtagare (pantograf) för spårväg. Fordonet en bussförarplats i ena änden och spårvägsförarplats i den andra – men får inte köra på gatunätet i Tyskland p g a sin längd - och kan inte köras utan kantstöd. (Reklam-broschyr från Mercedes)

Förkortningen O-bahn står sannolikt för Oberleitungsbusbahn, d v s ”trådbussbana”. Styrsystemet är dock helt oberoende av bussfabrikat och drivsystem vilket är ett av systemet strategiska fördelar.

I Sverige finns inget officiellt antaget namn på tekniken. Bland används Spårbuss som en direkt översättning av tyskans Spuhrbuss som syftar på att tekniken används till att köra buss spårstyrt på spårvagnsspår.

Spårbuss är dock ett olyckligt begrepp eftersom ”spår” i Sverige är så nära associerat till rälsystem samt även kan förväxlas med enrälstyrda gummihjulsfordon som TVR och Translohr (beskrivs i nästa kapitel).

På engelska används ordet Kerb-Guided Buses (KGB) eller Curb-Guided Buses (CGB). Den korrekta svenska benämningen 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.

Ordet ”bussar” kan vara rimligt att behålla eftersom det främst handlat om att använda vägfordon. Man kan dock tänka sig en utveckling där man har fordon som enbart kör på en bana av denna typ och är särskilt utvecklade för det.

I denna rapport används kantstödsstyrda bussar, bussbana eller O-bahn som kortare synonymer för längre språkkonstruktioner som Bussbana för kantstödsstyrda bussar eller liknande.

Idag finns ett 15-tal system/projekt som varit, är i drift eller är planerade:

- 1980 Essen, Fulerumer Strasse, Wickenburgstrasse
- 1982 Mannheim (0,8 km, nerlagd 2005)
- 1983 Birmingham, Tracline 65 (0,6 km, nerlagd 1987)
- 1985 Essen, Kray (4 km)
- 1986 Adelaide, North-East Corridor (12 km)
- 1988 Essen, trådbussar genom centrumtunnlar (nerlagt 1997)
- 1995 Ipswich, Kesgrave Superroute 66 (0,2 km)
- 1995 Leeds, Scott hall Road (1,75 km)
- 2001 Leeds, York and Selby Roads (2,1 km)
- 2001 Nagoya Japan (6,5 km)
- 2001 Bradford, Manchester Road (3,7 Km)
- 2003 Crawley, Southgate Avenue
- 2004 Crawley, London Road (2,5 km totalt I Crawley)
- 2004 Edinburgh, Fastlink (1,5 km)
- 2008 Cambridgeshire (planerat 23,5 km)

- 2009 Luton (planerat 13 km)

Systemet i Japan (Yutorito Line) är likartat men har större spårvidd och styrhjul som inte har kontinuerlig kontakt med styrskenorna. Det beskrivs dock inte vidare här.

O-bahntechniken har visat sig var mycket användbar för en rad tillämpningar som är av stort intresse för Sverige. Eftersom de haft varierande motiv och bakgrund beskrivs de här kortfattat nedan som exempel på tillämpningar som kan vara av intresse även i Sverige.

3.2 Essen 1980 – 1988. Samtrafik i spårvägstunnlar m m

Essen är en av de största tyska industristäderna i Ruhrområdet i Västtyskland, ca 611 000 inv. 1998. Essen har tappat 40 000 invånare de senaste 20 åren på grund av nedgång i industrisysselsättningen. Det dagliga kollektivresandet är ca 150 000 resor år 2000 (0,25 resor per invånare och dygn).

Liksom övriga städer i Ruhrområdet hade Essen ambitiösa planer för kollektivtrafiksystemets utveckling. Det traditionella spårsvägsnätet skulle uppgraderas från 1 meters spårvidd till normal spårvidd. Spårvagnssträckningarna genom centrum skulle dras i tunnlar under centrum (U-bahn) som i många andra tyska städer.

1979 träffades en överenskommelse mellan Essener Verkehrs AG (EVAG) och västtyska forskningsministeriet om finansiering av ett demonstrationsprojekt i syfte att pröva "guided buses" som kollektivtrafikmedel. O-bahn, eller Spuhrbuss som tekniken kallades, utvecklades i samarbete med Daimler-Benz AG och anläggningsfirman Ed Zublin AG.

Argumentet för att utveckla spårbusskonceptet var att kombinera

- den höga kapaciteten,
- gynnsamma hastigheten och
- punktligheten i ett spårtrafiksystem med
- bussens flexibilitet" (SNV 1981).

Det fanns också ett klart ekonomisk motiv. Det betydligt mindre utrymmesbehovet för en spårbuss skulle ge billigare tunnlar och annan infrastruktur kombinerat med fördelen av eldrift. Sannolikt räknade man också med att de seriebyggda bussarna skulle ge ekonomiska kostnadsfördelar fördelar framför spårvagnsfordon.

Det fanns också ett klart intresse hos busstillverkaren att utveckla duo-busskonceptet med både diesel- och eldrift som ett sätt att reducera dåtidens påtagliga buller- och avgasemissioner samt minska oljeberoendet.

Ett väsentligt motiv för projektet var också att man ville utnyttja de exklusiva spårvägstunnlar man byggt för att även slippa busstrafik i centrum.

Samma diskussioner hade förts i flera andra tyska städer där man även diskuterat att bygga särskilda busstunnlar under centrumområdena. Lönsamhetsstudier hade gjorts bl a i Regensburg, Trier, Paderborn och Heidelberg (*Hass-Klau m fl 2003*).

I Kaiserslautern (ca 100 000 inv.) hade en cost-benefitanalys visat att spårbussystem skulle ha 25 % högre effektivitet men bara 20 % högre investeringskostnad och 4 % högre driftskostnad än ett bussystem (*Hass-Klau m fl 2003*).

1980 startade de första försöken med O-bahnsystemet på en oanvänd spårvägssträcka på Fulerumer Strasse och Wickenburgstrasse i Haarzopf.

1983 påbörjades tester av ledbussar med duodrift på sträckan Wittenbergstrasse - Stadtwaldplatz. Duodriften innebar två skilda drivsystem på varje ledbuss, konventionell dieseldrift på bakre axeln och eldrift på den mellersta axeln. Det innebar en mycket tung och dyr lösning.

1985 byggdes en övergiven spårvägssträcka i mittremsan på motorvägen till Kray om till O-bahn (3,9 km). Skälet till att sträckan övergivits anges bl a vara säkerhetsproblem med spårvagnarnas kontaktledning. Sannolikt hade även uppgraderingen av spårvägen till normalspår betydelse. Eldrivna trådbussar var ett miljökrav från de boende i Kray varför banan trafikeras med duo-bussar.

Totalt var ca 9 km O-bahn i drift i Essen 1985. Ett stort antal olika byggmetoder testades under utvecklingsarbetet. 5,2 m långa L-formade betongelement samt tvärbalkar på borrade platsgjutna betongplintar ansågs ge den fördelaktigaste lösningen.



O-bahnállplats med ledbuss för duodrift i mittremsan på Kraymotorvägen

1988 drogs O-bahnbusarna ner genom spårvägstunnlarna under centrala Essen. Körytorna gjordes av träplank som skruvades fast på träslipersen. Stålprofiler monterades som sidostöd.

Trådbussar med separata kontaktledningar och elförsörjning användes. Signalsystemet anpassades så att bussarna kunde använda samma block- och säkerhetssystem som spårvägen. Efter anpassning och intrimning kvarstod inte några tekniska eller praktiska problem med samdriften (*Teubner 1992*).

November 1991 öppnades en ny 1,5 km lång tunnel, "Ost-West-Spange". Eftersom den underjordiska stationen hade mittplattform försågs de 18 bussarna med dörrar även på vänster sida.

Trafikledningssystemet klarade dock endast 36 fordon per timme och riktning varför spårbussarna oväntat fick tas ur bruk på denna sträcka. Kapaciteten var beroende av styrprincipen och blocksträckorna samt påverkades även av kolonnbildning för spårvagnarna. Spårbustrafiken på sträckan kunde därför aldrig återupptas av kapacitetsskäl (*Teubner 1992*).

1997 lades O-bahndriften genom de övriga citytunnelarna ner på grund av kapacitets- och drifttekniska problem. Eldrift var nödvändigt i tunnelarna eftersom de saknade tillräckliga ventilationssystem för dieseldrift. Träplanken slog sig med tiden och gav svajande gång som i sin tur gav problem för bussarnas strömvtagare i de trånga tunnelarna.

2001 ansågs duobussarna var uttjänta och ersattes helt med dieselbussar av låggolvstyp. Merparten av överflödiga kontaktledningarna togs bort fram till 2004.

Ett oväntat problem uppstod när 1993 års spårbussar med låggolv skulle ersättas. Ingen leverantör ansåg sig kunna leverera 2,5 m breda bussar som bussbanan är avsedd för eftersom moderna bussar är 2,55 meter breda.

Bussbytet har därför skjutits till 2009 medan man förhandlar med leverantörer respektive undersöker om stödrullarna kan klara 5 cm marginal tillsammans eller om banan kan breddas till rimliga kostnader.

3.2.1 Kommentarer

Blöt snö och is föll ner från fordonen och packades under hjulen vid påfarts- och avfartsramperna till Kray-linjen och citytunneln. Problemen löstes med eluppvärmning o/e saltning. Fordonen utrustades därför med egna salt och sandbehållare, Ett särskilt snöröjnings- och underhållsfordon (Unimog) togs fram. Några andra driftsproblem vintertid finns inte redovisade.

Passagerarnas och förarnas inställning till O-bahnsystemet var övervägande positiva (1981). 73 % uppskattade att åka spårbuss. Resenärerna ansåg att åkkomforten hade förbättrats. Endast en fjärdedel hade upplevt en stöt eller krängning när bussen körde in på banan.

Förarna var också nöjda och ansåg att det tekniska systemet och separationen från annan trafik hade gjort deras arbete lättare. Mer än 95 % av förarna upplevde inga svårigheter att utnyttja bussbanan.

Förarnas önskade signalprioritering vid infarterna till banan samt att de bakre styrhjulerna skulle placeras högre upp än 10 cm. Alternativt borde befintliga kantstenar sänkas för att hindra att de körde sönder styrhjulerna. Olämpliga kantstentyper och olämpligt utförande är dock ett generellt problem för låggolvsfordon med lågprofildäck (*Gusinde 1992*).

Hass-Klau et al (2003) drar slutsatsen att O-bahnsystemet i Essen har varit i drift i 20 år men endast fått en marginell betydelse för kollektivtrafikförsörjningen i Essen. Systemet har inte byggts ut ytterligare medan spårvägs-systemet finns kvar och utvecklas.

Argumentet är delvis ologiskt. Även om skisser fanns på utveckling av de aktuella spårbusssträckorna är det inte klarlagt att tanken var att ersätta spårvägstrafiken generellt med ett annat system. Huvudmotivet för spårbussutbyggnaden var ju i första hand samdriften i tunnlarna och på gemensamma spårvägssträckor som fick överges av praktiska/tekniska skäl.

Eftersom man inte kunde utnyttja systemet där det var som mest angeläget reducerades motivet kraftigt för att bygga ut andra sträckor med mindre framkomlighets- och standardbehov.

Vidare anser Hass-Klau et al (2000) att den längsta försökssträckan i Kray-motorvägen innebar en nergradering av den tidigare spårvägstrafiken. Man anger dock att skälet var säkerhetsproblem med spårvagnarnas kontaktledningar.

Flera av de andra försökssträckorna för O-bahn var också sträckor där man lagt ner spårvägstrafiken. Exakt varför den lagts ner är oklart men det framgår att resandet var lågt och att behov fanns av ett enklare (läs billigare) och mindre kapacitetsstarkt system än spårväg. Det kan i sin tur också ha varit en effekt av att man lämnade 1 meters spårvidd till förmån för normalspårig spårväg.

Man kan därför lika gärna se O-bahnförsöken som ett sätt höja kvaliteten på busstrafiken – vilket man också lyckades med - som annars hade varit det kvarstående alternativet.

Valet av duobussar baserades på att man ville kunna använda eldrift på befintliga trådbusssträckor, bl a till Kray. Det ledde till två kompletta drivsystem i fordonen (el och diesel) och förutsatte ledbuss. Konstruktionen fördyrade fordonen och ökade vikten med ett ton samt slitaget på banan (*Teubner 1992*).

Demonstrationsprojektet får trots praktiska problem dock anses ha varit en framgång. I verkligheten lyckades man kombinera

- tre olika drivsystem (strömförsörjning för spårväg respektive trådbuss + dieseldrift)
- två olika bansystem (O-bahn + spårväg)
- två olika fordonstyper och reglementen (vägfordon respektive spårväg)
- två olika plattformshöjder i tunnlarna

i en infrastruktur (tunnlar mm) som inte var avsedd för detta.



Kantstödsstyrda tråddledbussar på spårvägsspår i Essen. Observera de dubbla kontaktledningssystemen. Med en extra spårvägsantograf och spänningsomformare i bussen kunde installationen gjorts enklare.

3.3 Birmingham 1983. TRACLINE 65 – Bussgata utan biltrafik

Birmingham (ca 1 milj. inv.) ligger i södra England, nordväst om London.

Den första bussbanan i Storbritannien kallades TRACLINE 65 och var 600 meter lång och hade 6 hållplatser (3 par). Hållplatserna var väl utformade med väderskydd, uppfällbara stolsitsar och realtidsinformation.

Banan var av betong med stålprofiler som sidostöd. Ytan mellan hjulspåren gjordes mycket grov för att avskräcka bilister. Banan hade status som bussgata med endast busstrafik tillåten.

Statusen som allmän bussgata medförde att bussarna med styrhjul måste ha särskilt tillstånd eftersom styrhjulen överskred den tillåtna fordonsbredden.

Krav ställdes också på utmärkning med vita respektive röda reflexer fram och bak samt gula positionsljus på sidorna.

Banan togs ur drift tre år senare som följd av avregleringen av kollektiv--trafikmarknaden. Det f d kommunala bussbolaget ville inte ta ansvar för att underhålla den (*LRA 1997*).

Bussgatan var dock avsedd som ett tidsbegränsat försök för att se hur en satsning på lokala förbättringar i restid och högre kvalitet kunde attrahera fler resenärer. Parkeringsrestriktioner, väderskydd mm infördes på resten av sträckan som även gavs god publicitet.

Bussresandet ökade med 29 % på sträckan jämfört med genomsnittet i West Midlands på drygt 4 %. Styrsystemet fungerade väl, var pålitligt och gav goda erfarenheter. Befarade risker för och konflikter med fotgängare visade sig vara ogrundade.

Testbanor för Guided Buses byggdes även i Stockton-on-Tees, Rotherham och Leeds.



Busshållplats på TRACLIN 65

3.4 Adelaide 1986 – Expressbussbana med direktbussar (gaffellinjer)

Adelaide vid Australiens sydkust är huvudstad i Sydaustralien. Staden med förorter har ca 1,1 miljoner invånare. Antalet kollektivtrafikresor är ca 29 miljoner per år (2000). Kollektivtrafiken svarar för 6-7 % av resandet i regionen.

Tillväxtsektorn i nordöst var helt beroende av ett överbelastat bilnät och förväntades ha en befolkning på ca 100 000 invånare omkring år 2000. Drygt 30 % av resorna bli riktade mot centrum. Området har främst villa-bebyggelse med ca 2 hushåll per hektar (*Volvo 1990*).

Omfattande utredningar gjordes av behov och utformning av kollektivtrafiken. Två alternativ kvarstod, spårväg på egen bana eller bussväg med hög kapacitet. Spårvägen rekommenderades med hänsyn till mindre markbehov och emissioner samt antogs bli tystare och ge högre komfort.

Spårvägsprojekteringen inleddes 1979 men lades ner som följd av kraftigt ökade kostnader. Arbetet inriktades istället på en bussväg efter ingripande av den australiske transportministern. 1980 togs beslut om att satsa på den då nyutvecklade spårbusstekniken.

En väsentlig grund för beslutet var att en spårväg endast skulle kunna försörja begränsade, glesa områden runt stationerna. Ca 80 % av de presumtiva resenärerna beräknades behöva transporteras till stationerna om ett LRT-system hade byggts.

Eftersom samma bussar används i uppsamlingslingor, matarlinjer och som expressfordon kunde man kraftigt minska både bytes- och restiderna (*STA a*).

Andra fördelar angavs vara (*STA a*):

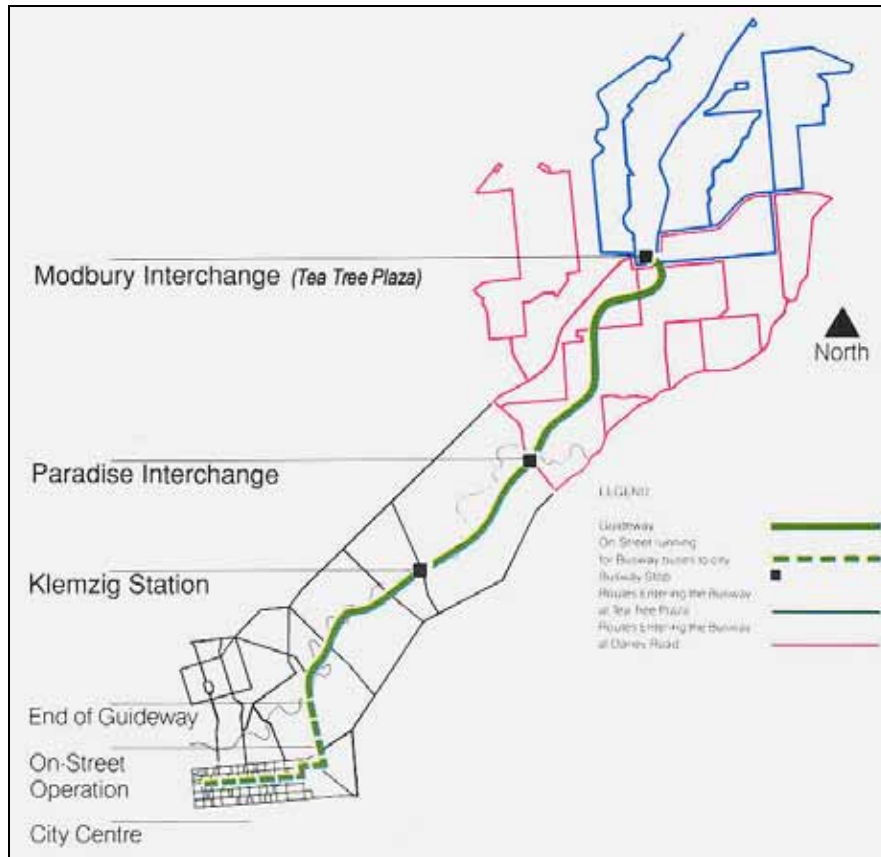
- Mjuk färd och hög passagerarkomfort
- Ökad säkerhet, eliminerad risk för att föraren styr fel
- Smal transportkorridor, obetydligt bredare bana än fordonen
- Minskat buller och intrång
- Kostnadsfördelar jämfört med spårssystem, etapputbyggnad
- Möjlighet till framtida elektrifiering eller konvertering till spårtrafik

Den första etappen på 6 km, från Park Terrace 3 km utanför centrum till Paradise, öppnades 1986 och blev mycket uppskattad. Målet var att resandet skulle öka med 13 %. De första tolv månaderna ökade resandet med över 30 %.

Den andra etappen på ytterligare 6 km mellan Paradise och Tea Tree Plaza (Modbury Interchange) öppnades 1989. Resandet ökade med ytterligare 17 %. Banan utnyttjas idag av 18 linjer med ca 4500 resande/timme i en riktning under rusningstid, sammanlagt ca 27 000 resande per vardagsdygn och riktning (*Cervero 1998*).

De 18 linjerna används som lokallinjer i förortsområdena och kör på och av bansystemet vid två stationer, Tea Tree Plaza (Modbury Interchange) 15 km från centrum samt Paradise Interchange, 9 km från centrum. Kantstöden slutar och börjar därför före respektive efter hållplatserna för att även medge omkörning för expressbussar. Inga plankorsningar med annan trafik förekommer utmed banan.

Stationerna är omsorgsfullt utformade med hög standard, bl a med plattformstak som går ut över bussarna och låsbara cykelboxar och gångsignaler för korsande fotgängare. Pendlarparkeringar finns i direkt anslutning till dem. De har även omfattande pendlarparkeringar som byggs ut i takt med behovet (STA a).



Linjenätet i Nordostsektorn i Adelaide (STA a)

Ytterligare en station, Klemzig Station, finns 5 km från centrum men används enbart som bytespunkt utan på- och avfartsmöjlighet. Stationen passeras utan stopp i rusningstid av de längsta linjerna (Cervero 1998).

Fordonen utnyttjar banan i hastigheter upp till 100 km/tim vilket ger mycket korta restider. De sista 3 kilometrarna in till centrum kör bussarna på normala stadsgator. I rusningstid går samtliga linjer hela vägen in till city. Vissa linjer körs endast som matarlinjer i mellantiderna.

Trafikeringsstrategin beskrivs som ”drive close to the customers in outer areas, slow and gently in the city area - but fast between”.

Den höga färdhastigheten och få stationer med stora avstånd (6 km) har minskat den genomsnittliga restiden från ytterområdena till centrum från 40 minuter till ca 25 minuter (-38%, STA b). Restiden från Tea Tree Plaza till

centrum (15 km) är 18 minuter inklusive hållplatsstopp och den sista sträckan på gatunätet i centrum.

Medelhastigheten i systemet är (Volvo (1990):

- Bussar med hållplatsuppehåll 35 km/tim
- Expressbussar 48 km/tim

På bussbanan enbart:

- Bussar med hållplatsuppehåll 60 km/tim
- Expressbussar 70 km/tim

Mellan 1986 och 1996 minskade kollektivresandet i regionen med 23 %. Resandet ökade med 75 % på de 18 linjer som använder O-bahn. Resandeförökningen har varit betydligt snabbare än befolkningstillväxten på 18 % i upptagningsområdet. Kollektivtrafikandelen i regionen var 1991 7 % för radiella resor medan nordostkorridoren hade en marknadsandel på 42 %.

Kostnaden per resa på bussbanan sjönk med 27 % under de sju första åren men ökade med 5 % i regionen i övrigt.

Mellan 1986 och 1996 ökade resandet på bussbanan 3 gånger snabbare än på pendeltågen i nordväst-, sydväst och sydostkorridorerna. Antalet påstigande per fordonskm ökade med 36% för bussbanan men minskade med 14 % för tågtrafiken mellan 84/85 och 91/92.

Cervero (1998) förklarar detta med att tågtrafiken endast har ett begränsat upptagningsområde runt stationerna och att ingen tillväxt i dem förekom under perioden. Bussbanan har ett betydligt större upptagningsområde med sina matarlinjer och erbjuder dessutom högre dörr-till-dörrservice än tågtrafiken.

Ca 40 % av rusningspendlarna åkte tidigare åkte bil (Chapman 1992). De första åren bestod den största resandeförökningen av inköpsresor till centrum. Förutom möjligheten till direktresa uppskattade man utsikten över flodlandskapet samt den bekväma färden. Bussbanans komfort var den fördel som angavs mest i undersökningen (Johnston & Ass 1988).

Banan är intensivt utnyttjad. Turtätheten i rusningstid är ca 1 minut och ca 5 minuter under mellanperioderna. Minimivstånd mellan bussarna är 550 m (20 s) vid 100 km/tim (STA b).

Den praktiska kapaciteten begränsas sannolikt av stationernas kapacitet som dock har en mycket hög standard. Trafikledningen anser att banan kan klara mer än 9000 passagerare/timme utan problem. Cervero (1998) bedömer banans praktiska kapacitet vara ca 150 000 resor per dygn vilket ger en betryggande framtidsmarginal.

Ca 110 bussar utrustade med styrhjul används för trafiken, varav merparten är dieseldrivna låggolvsledbussar av märket MAN med styrd bakaxel. Fordonen är utrustade med starkare motorer än normalt samt treväxlad automatväxellåda för god acceleration och för att klara den höga marschhastigheten. Bussbanan är förberedd för eldrift.

Fordonen kör in på bussbanan i 40 km/tim och kan sedan utnyttja en marschhastighet på upp till 100 km/tim. STA (a) redovisar mätningar som visar att åkkomforten på bussbanan i 100 km/tim är bättre än i en standardbuss i 40 km/tim på en stadsgata. Luftkonditionering i fordonen ökar komforten ytterligare.

Fordonen har låsningsfria ABS-bromsar. Framhjul och yttre bakhjul har reservhjul av metall inuti däcken som tillåter att fordonet vid punktering körs i 60 km/tim. Om ett fordon havererar sänder föraren ett meddelande ”bus stopped” som automatisk visas på en display på övriga bussar. De måste då stanna i väntan på klartecken från trafikledningen att köra vidare.

En bakomvarande buss kan knuffa ett havererat fordonet framför sig med en tryckstång tills det kan lämna banan men oftast behövs inte den heller. Särskilda servicefordon finns som kan köra i båda riktningarna.

Systemet är enkelt och driftsäkert med hög tillgänglighet. Mycket få incidenter, haverier och olyckor har inträffat. Trafikledningen anser systemet vara ca 9 ggr säkrare än ett motsvarande järnvägssystem.

Banan går i stora delar i Torrens River Valley. I flera avsnitt finns svämmlera som höjer sig eller sjunker ihop beroende på fukthalten. Därför har banan lagts ca 30 cm över markytan och till stora delar grundlagts på friktionspålar. Man har avsiktligt valt att låta konstruktionen synas som ett strukturellt element i landskapsbilden.



The Northeast Busway i Torrens River Valley, Adelaide (källa Mercedes)

O-bahnsystemet är detsamma som i Essen och även byggt av samma entreprenör. Samma teknik som för Kray-banan i Essen har använts med 12 m långa betongelement på tvärbalkar var fjärde meter, vid behov grundlagda på 6 - 20 m långa friktionspålar (ca 50 % av sträckan).

Kostnaden för banan anges endast ha blivit ca 10-15 % högre än vad en 7 m bred bussväg beräknades ha kostat (*FTA 2000a*). Dock skulle marschhastigheten 100 km/tim på en så smal bussväg inte ha varit realistisk. Man var också orolig för att man skulle ha tvingats släppa in andra typer av fordon eller att de ändå skulle använt bussvägen.

STA (a) anger följande kostnadsuppgifter (löpande priser i miljoner australiska dollar):

Konstbyggnader	17,0	17 %
Markarbeten	10,5	11 %
Banbyggnad	18,9	19 %
Stationer	6,3	6 %
Marklösen	5,8	6 %
Landscaping	4,6	5 %
Fordon	22,0	22 %
Servicebyggnader	2,5	3 %
Utredning, projektering	1,3	1 %
Administration och kontroll	8,9	9 %
TOTAL	97,8	100 %
Landscaping Torrens Riverbed	6,4	

Kostnaden för själva bussbanan var således ca en femtedel av totalkostnaden och i samma storleksordning som kostnaden för konstbyggnader (främst broar) respektive fordon.

Omräknat till kronor (1 A\$ = 5 kr) blir kostnaden för infrastrukturen ca 29 Mkr per km exklusive marklösen, parkanläggning och fordon.

En utförligare beskrivning finns bl. a i *Bjerkemo 2000*.

3.4.1 Kommentarer

O-bahnsystemet i Adelaide är det hittills mest omfattande i världen. Det är också ett bra exempel på ett välplanerat bussystem med hög kvalitet i en förortssektor till en större stad.

Den valda utformningen av trafiksystemet och O-bahntechniken har blivit mycket framgångsrik. Restiderna har minskats kraftigt och resandet ökar fortfarande trots att kollektivresandet stagnerat eller minskat i andra delar av regionen.

En väsentlig förklaring är att trafiklösningen har anpassats till bebyggelsen. Man har i kombinerat spårtrafikens komfort och snabbhet med bussens möjlighet att använda lokalgator för att minska bytesbehov och skapa möjlighet till direktresor, för hög tillgänglighet och snabba, komfortabla resor. Detta sätt att kombinera expressbana med lokal upptagning är en av de viktigaste strategiska fördelarna med kantstödsstyrda bussar.

Få stationer med långa avstånd (6 km) bidrar också starkt till den höga kapaciteten och korta restider. Turintervallet (1-5 minuter) är högt. Resstandarderna och resandet skulle sannolikt minska med matarbussar till en spårväg eftersom bytena troligen skulle förta fördelarna med själva spårvägssträckan.

Samspelet mellan olika planeringsaktörer och samordning med annan samhällsplanering har också varit mycket god. Den yttre ändpunkten Tea Tree Plaza är ett regionalt subcentra med extern stormarknad. En högskola har lokaliserats dit med hänvisning till de goda kollektivtrafikförbindelserna.

En ny högkapacitetsförbindelse från Adelaide till Darlington har studerats där kantstödsstyrda bussar var ett alternativ samt för att ersätta spårtrafiklinjer. Förslag till ett O-bahnstråk har även väckts som en tvärförbindelse mellan Tea Tree Gully och Port Adelaide i öster (*Cervero 1998*). Inget av dessa alternativ är dock aktuella för närvarande.

3.5 Mannheim 1992. Samdrift med spårväg för ökad framkomlighet

Mannheim (ca 320 000 inv.) ligger i Sydtyskland mellan Frankfurt och Karlsruhe. Antalet kollektivresor är drygt 60 miljoner/år (2000).

En ca 800 m lång O-bahnsträcka togs i drift i maj 1992. Sträckan var gemensam med spårvägen på egen bana.

Motivet för att införa samdriften var att bussarna hade framkomlighetsproblem i vägnätet, utrymmesbrist samt önskemål att skapa bättre bytesmöjligheter mellan buss och spårvagn. Lösningen innebar att man inte behövde ta nytt utrymme i anspråk och minimal inverkan på vatteninfiltrationen (*Balschbach 1992*).



Bussbana och spårväg i Mannheim

Banan består av ledskenor av stål samt plank på spårvägssyllarna som i Essen men med högre kvalitet. Bussbanan togs ur drift 2005 då bussparken behövde förnyas. Det är oklart om det berodde på att nya fordon eller banan skulle behövt anpassas till den nya fordonsbredden för bussar på 2,55 m.

Tillämpningen är ett exempel på O-bahntechnikens utrymmesfördelar och enkla kompatibilitet.

3.6 Ipswich (Kesgrave) 1995. Superroute 66 – avkortande bussluss

Kesgrave är en förort öster om Ipswich i Suffolk, England. En 200 m lång bussbana öppnades i januari 1995 och är fortfarande i bruk. Busslinjen passerar Tesco stormarknad och Kesgrave lokalcentrum på sin väg från

bostadsområdena i östra Kesgrave in mot Ipswich centrum och järnvägsstationen.

Banan har endast en hållplats vid stormarknaden/kommunhuset. En gång- och cykelväg utmed bussgatan samt ett övergångsställe vid hållplatsen har byggts. Banan är byggd med samma typ av L-formade betongelement som i Essen. Den ursprungliga sektionen byggdes för 2,4 meter breda bussar.

Resandeutvecklingen var dock så stor att banan breddades för att normalbreda Scaniabussar skulle kunna användas. Resandeutvecklingen fortsatte och 2005 ersattes de i sin tur av 20 Volvobussar med tvåvåningskaross.

Utbyggnaden var en del i en rad andra åtgärder som 80 väderskydd för de övriga hållplatserna, busskörfält, transponderstyrd bussprioritering i trafiksignaler, GPS-baserad realtidsinformation i bussen, stormarknaden och på Internet. Även hastighetsbegränsningar infördes i området.

Lättlästa tidtabeller i färgtryck delades ut till de boende och kollektivtrafiken ”såldes in” som en ny produkt tillsammans med Stormarknadsreklamen. Framgångarna kan därför inte enbart tillskrivas själva ban-systemet (*LRTA 1997 m fl*).

Åtgärderna marknadsfördes som Superroute 66 av Eastern Counties Omnibus Ltd i samarbete med Suffolk County Council. Den är en del av Ipswich Transport Strategy och är ett demonstrationsprojekt i den nationella kampanjen ”Buses Means Business” 1991 som drevs av Bus and Coach Council, numera The Confederation of Passenger Transport.

Bussbanan mm är en ”kommersiell service” och får därför användas av konkurrerande bussföretag vilket dock inte ännu skett. Skälet till att man valde O-bahntechniken var att man ville skapa en avkortande bussförbindelse med god kontakt med stormarknaden och lokalcentrumet utan att riskera genomsilande biltrafik.

Strategin har fungerat mycket bra. Man har också visat att man inte riskerar få fotgängare och cyklister i bussbanan genom att placera en gång- och cykelväg utmed bussbanan, göra tydliga övergångsställen och i övrigt utforma omgivningen väl.

Den korta bussbanan har fått en del spydiga kommentarer för att man kastat ut pengar på en obetydlig sak och lika gärna kunde ha byggt en vanlig bussgata. Kommentarererna förklaras med att man inte inser att man valt O-bahntechniken för att kunna stänga ute biltrafik.

3.7 Leeds 1995. Superbus, framkomlighetsåtgärder mm i Scott Hall Road

Leeds (drygt 700 000 inv) är beläget i mellersta England. Närområdet till Leeds, West Yorkshire, utgör en tätortsregion med sammanlagt ca 2 millioner invånare.

1992 tog Leeds City Council fram en trafikstrategi. Den rekommenderade två radiella korridorer för "guided buses" (Scott Hall Road och York Road) samt tre spårvägslinjer, "Supertram" som komplement till den regionala järnvägstrafiken. Lightrail-förslagen har drabbats av upprepade motgångar (*Hass-Klau 2000*).

Strategiplanen (*Leeds 1999a*) är utformad som ett antal nyckelåtgärder, bl a:

- Öka kollektivtrafikens effektivitet, gör den till ett alternativ till bilen
- Utveckla centrum för att främja kollektivtrafiken, ekonomisk livskraft och centrummiljön
- Korridorprogram för samlade åtgärder som förbättrar säkerhet, hållplatsmiljö och framkomlighet för bussar och cyklister
- Förbättrad tillgänglighet för äldre och funktionshindrade

Bussarnas färdtid mellan ytterområdena och centrum tredubblades i rusningstid på grund av otillräcklig korsningskapacitet. O-bahntechniken valdes för på ett effektivt sätt leda bussarna förbi bilköer utan de problem och konflikter för busskörfält som man tidigare hade mindre goda erfarenheter av (*Leeds 1999b*).

Fördelarna med "guideways", kantstödsstyrda bussar, anges även vara utrymmesvinsten jämfört med extra busskörfält i dubbelriktad trafik eller vid motriktad trafik på enkelriktad gata. Även om vinsten i enkelriktad trafik är liten anser man att separationen från övrig trafik och bekväm tillgänglighet för via nivåhållplatser motiverar åtgärden.

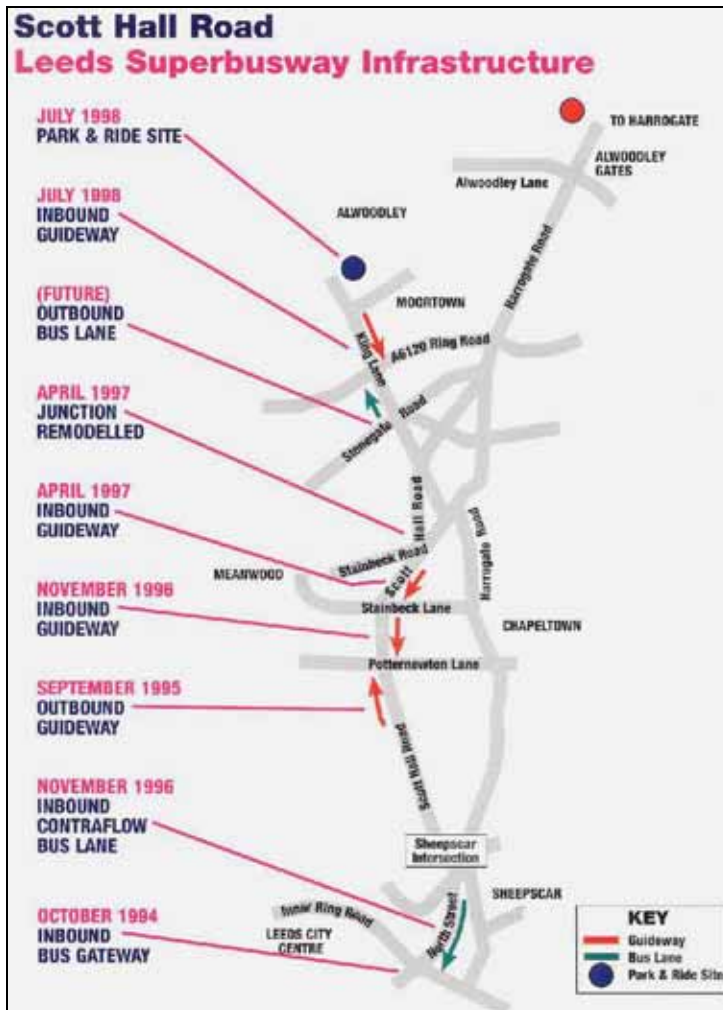
Busskorridoren i Scott Hall Road används f.n. av 11 busslinjer med totalt 11 turer i timmen i varje riktning (må - fre kl. 9 - 16). Busstråket är ca 6 km långt och förbinder de norra förorterna med centrum. Sträckorna där O-bahntechniken används är sammanlagt 1750 m och finns enbart i en riktning.

September 1995 öppnades den första, 450 m långa sektionen i riktning ut från centrum samtidigt som nya låggolvsbussar togs i bruk. Fem månader senare fick turtätheten på en av linjerna dubbleras för att klara kapaciteten.

November 1996 öppnades en 400 m lång sektion i riktning mot centrum samt ett 500 m långt motriktat busskörfält på en enkelriktad gata mot centrum.

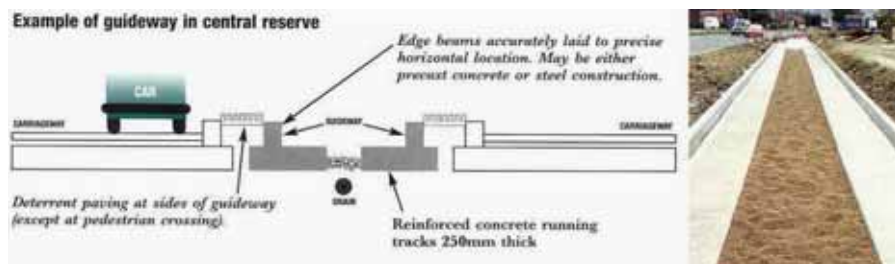
I april 1997 togs ännu en 400 m lång sträcka i bruk i riktning mot centrum. Samtidigt byggdes en anslutande korsning om.

Juli 1998 öppnades ytterligare 500 m bussbana i riktning mot centrum tillsammans med 157 parkeringsplatser för Park and Ride. Samtidigt togs en ny generation låggolvsbussar i bruk. Signalprioritering för bussarna används. Ytterligare ett busskörfält samt fler bilplatser för Park and Ride är föreslagna.



Översiktskarta Scott Hall Road (FirstGroup Leeds)

Bussbanorna är byggda på ett annorlunda sätt än i Essen. Körbanorna är av plattsgjuten armerad betong, 25 cm tjocka. Utrymmet mellan körbanorna är fyllt med grov singel för dränering och viss ljuddämpning. Även gräs kan användas för att minska bullernivån och göra banan visuellt tilltalande.



Bankkonstruktion (FirstGroup Leeds)

Sidostöden är gjorda av 1 m långa betongelement som limmats på körbanorna.

Bussbanan är 2,6 m mellan sidostöden. Kommunens utformningsregler kräver en 0,5 m bred, kullerstensbelagd säkerhetszon utanför bussbanan som avses hindra fotgängare att korsa bussbanan. Avståndet har senare ökat till 1 m.

De enkelriktade bussbanorna i gatans mitt är så långa att bussarna kan passera förbi bilköerna. Banan slutar vid en rondell med ljussignaler för bilarna. När bussen närmar sig korsningen stoppas bilarna av trafiksignalerna så att bussen kan köra förbi köerna och bli först in i cirkulationsplatsen.



Bussprioritering i Leeds med hjälp av O-bahnsystemet (FirstGroup Leeds)

Hållplatser finns endast undantagsvis på de sträckor som är avsedda att ge prioritet förbi bilköerna. Där gångbanor korsar bussbanan är sidostöden borttagna. Även utanför bussbanorna drar man nytta av styrhjulen på bussen för att kunna angöra tätt intill hållplatskanten.



Hållplats i Scott Hall Road inklusive "fotgängarvänliga" ytor (FirstGroup Leeds)

Scaniabussar av låggolvstyp (ca 60% låggolv) används. Bussarna har försetts med styrhjul framför framhjulen enbart. Superbus-fordonen ska förnyas vart tredje år för att hela tiden hålla högsta standard. De utbytta bussarna ersätter då äldre bussar på andra linjer i regionen.

De bussar som togs i bruk 1998 har låggolv, nigfunktion och utfällbara rullstolsramper för att underlätta påstigning vid ej ombyggda hållplatser. Motorerna är av lågmissionstyp, Euro2-klass för naturgasdrift (CNG). Ledbussar har även testats men har medfört problem på grund av för små radier i anslutning till rondellerna.

FirstGroup 2000 anger kostnaden för att förse bussarna med styrhjul till ca £3000, drygt 40 000 kr eller högst 5-10% av inköpspriset samt hävdar att merparten av alla bussar på marknaden kan förses med styrhjul.

FirstGroup genom FirstLeeds är trafikutövare på Scott Hall Road, finansierar fordonen och genomför trafiken. FirstLeeds ingår även i "A Quality Partnership" för utvecklingsprojektet tillsammans med Leeds City Council och West Yorkshire Metro.

Leeds City Council har lett och utformat bussprojektet som även finansierats av Department of Transport. Utöver bussbanan och sidostöden har nivåhållplatser, väderskydd, övergångsställen och gångvägar ingått i entreprenaderna.

Flera skilda entreprenörer har anlitats genom anbudsförfarande. Banans standard har därmed blivit beroende av entreprenörens skicklighet. På minst en sektion anses därför åtkomforten inte ha fått tillräckligt hög standard.

Den första etappen kostade £ 750 000 (1995), dvs. ca 23 000 kr/m (1 pund = 13,50 kr) och omfattade även förnyelse av gatubelysningen, bussprioriterad trafiksignal vid cirkulationsplatsen, miljöanpassning samt två närliggande - hållplatser (*First Group 2000*).

FirstGroup (2000) uppskattar kostnaden för bussbanan till £1000 per meter (ca 15000 kr/m) för enkelspår samt £1800 per meter (ca 25 000 kr/m) för dubbelspår.

De efterföljande tre etapperna kostade £ 2,6 milj. inklusive kringåtgärder, ca 19 500 kr/m bussbana och busskörfält (*Leeds 1999b*). Totalt kostade åtgärderna i Scott Hall Road £ 4 million, d v s ca 55 Mkr (*Hass-Klau et al 2000*).

FirstLeeds (1998) och Leeds (1999b) anger tidsvinsten vara 5 minuter per tur in mot centrum på morgonen och 3 minuter ut från centrum på eftermiddagen. De största vinsterna anges vara att man fått likvärdiga körtider i högtrafik och lågtrafik samt förbättrad regularitet och punktlighet.

Daugerty & Dalcombe (1999) hävdar att tidsvinsten per tur är högst 2 respektive 2,5 minuter som följd av bussbanan eftersom andra åtgärder även genomförts.

Baserat på undersökningar maj 1996 - mars 1997 uppskattade Steer, Davis & Gleave (1997) den årliga resandeökningen till 25 %. FirstGroup (2000) anger att resandeökningen var 9 % redan efter fyra veckor och ökade 2-3 % per månad jämfört med andra linjer i centrum.

Totalt anges resandeökningen vara 45 % efter ett år och nästan 75 % sammanlagt efter 2,5 år. Den initiala resandeökningen på 9 % anges vara tillräcklig för att betala merkostnaden för fordonen inom två år.

Daugerty och Balcombe (1999) menar att resandeökningarna endast är 6 % under vardagar som följd av framkomlighetsförbättringarna enbart.

Car Free Cities Network har tagit fram webbsidor om Leeds Guided Busway i samarbete med Leeds City Council. De refererar bl.a. följande undersökning av passagerarnas attityder till Superbus innan sista sektionen öppnades:

- 52 % tyckte kollektivtrafiken blivit bättre, 8 % att den blivit sämre
- 29 % reser mer än tidigare, 10 % har blivit dagliga pendlare
- 29 % använde inte kollektivtrafiken, 11 % använde bil tidigare

400 passagerare tillfrågades. De mest önskvärda förbättringarna var turtäthet, komfort och hastighet. 13 % hade tillgång till bil dagligen, 7 % på kvällar och helger, 30 % tillfälligtvis. 50 % hade ingen tillgång alls till bil.

3.7.1 Kommentarer

Bussarna har endast en dörr vid föraren, vilket är vanligt i Storbritannien för att minimera risken för gratisåkare. Med fler dörrar och förvisering av färdbevisen skulle påstigningstiderna minska och restidsvinsterna bli ännu större.

Det är oklart varför man krävt skyddsremсор på 0,5 respektive 1 meter, vilket normalt inte krävs för vanliga busskörfält eller annan trafik. Hass-Klau (2000) menar att man därmed missar poängen med bussbanorna och att 3,5 m breda busskörfält då blir billigare.

Men man tappar då fördelen att effektivt kunna utestänga andra fordon från bussbanan, stabil färd och komfort, precisionsangöringen av nivåhållplatserna samt enkel, säker detektering av bussarna för signalprioritering.

Hass-Klau et al (2000) påpekar också att O-bahntillämpningarna i Leeds i första hand är ett sätt att skapa bussprioritering i rondeller och skiljer sig påtagligt från Essen, Adelaide, Edinburgh m fl. Å andra sidan är Leeds Superbus ett bra exempel på de egenskaper som eftersträvat för "Intermediate Systems" - möjligheten att använda deras fördelar där de behövs utan krav på att ett komplett system byggs ut.

Om utrymme för dubbelriktade bussbanor inte finns kan den en enfältig bussbana i gatumitt användas i omkastade riktningar morgon och kväll (som exempelvis för HOV-systemet i Madrid). Den bör då sträcka sig mellan två korsningar och ha hjälp av trafiksignaler vid utfarten som ger bussarna prioritet genom korsningen. Alternativt kan bussbanan ha infartsöppningar mitt emellan korsningarna och ge prioritet i båda riktningarna.

Sidostöden kan i detta fall ses som en naturlig mittbarriär och ge en viss trafiksäkerhetseffekt genom att förhindra omkörningar och konflikter mellan mötande fordon. Bussbanan är ett avskilt utrymme och kan tillåtas ha högre hastighet än gatutrafiken.

Samma prioriteringsprincip kan användas med bussbanan närmst gatans /trafikledens ytterkant. Den förhindrar då kantstensparkering vilket ändå är önskvärt för att minska störningar för busstrafiken. Banan kan då inte användas i omkastad riktning morgon respektive kväll men kan i gengäld ha hållplatser på traditionellt sätt.

Lösningarna är analoga med busskörfält och s.k. busslussar vid trafiksignaler som redan används i Sverige. Fördelarna med banor för kantstödsstyrda bussar är mindre utrymmesbehov, effektiv utestängning av andra fordon samt enklare och säkrare detektering av bussarna vid bussprioritering.

3.8 Leeds York Road 2001. The East Leeds Quality Bus Initiative "Elite"

Åtgärderna har utarbetats av Leeds City Council tillsammans med West Yorkshire Metro samt FirstLeeds och Arriva som är de två bussoperatörerna. De är det andra steget i utveckling av ökad framkomlighet och standard för busstrafiken samt en del i Leeds överordnade trafikstrategi:

"Ett, integrerat transportsystem som ger

- ökad tillgänglighet till utbud och service för hela befolkningen
- som förändrar resursbalansen från biltrafik till kollektivtrafik samt att gå och cykla
- en genuin och likvärdig valmöjlighet för bilister och icke bilister"

Elite innebär att 2,1 km bussbana och 2,6 km busskörfält byggts ut i York Road och Selby Road i östra Leeds. 330 hållplatser har byggts om och 150 väderskydd har satts upp.

Kantstenshöjden har höjts till 16 cm för bättre tillgänglighet för funktionshindrade. Väderskydden har modern design, realtidsinformation, belysning och är genomsiktliga för att öka trygghet och komfort. Informationen är märkt med "Elites" särskilda logo som kvalitetsmärkning.

Förbättringar har också gjorts i två korsningar. Kostnaden uppgick till £16 million varav ca hälften var statliga bidrag inom ramen för Leeds Local Transport Plan. Projektet innefattar också ett ovanligt inslag – de två största konkurrerande bussentreprenörerna investerade stort i mer än 40 dubbel-däckare med styrhjul för att kunna erbjuda resenärerna hög kvalitet i bussresandet.

3.9 Bradford 2002. A641 Manchester Road Quality Bus Initiative

Strax efter "Elite" i Leeds öppnades i Bradford 2,3 km enkelriktade bussbanor samt 1,2 km busskörfält. De utgör en 3,7 km lång sträcka med åtgärder för att höja framkomlighet och standard för busstrafiken. Restiden in mot centrum angavs tidigare vara tre gånger så lång på morgonen som under resten av dagen.

Åtgärderna är en del i West Yorkshire Quality Bus Initiative med en budget på £12 millioner. £7 miljoner avsåg fysiska åtgärder. Paketet omfattar bussbanor, busskörfält, moderna busshållplatser och nya låggolvsbussar - som resenärerna varit med om att inreda! Syftet är att erbjuda resenärerna snabb och pålitlig kollektivtrafik, bättre komfort, omgivning och miljö.



Busshållplats i York Road (First Group Leeds)

I åtgärderna ingick även 11 nya signalreglerade övergångsställen, gång- och cykelvägar för ökad tillgänglighet till kollektivtrafiken, åtgärder på ömse sidor om infartsleden samt plantering av träd och iordningställande av den yttre miljön.

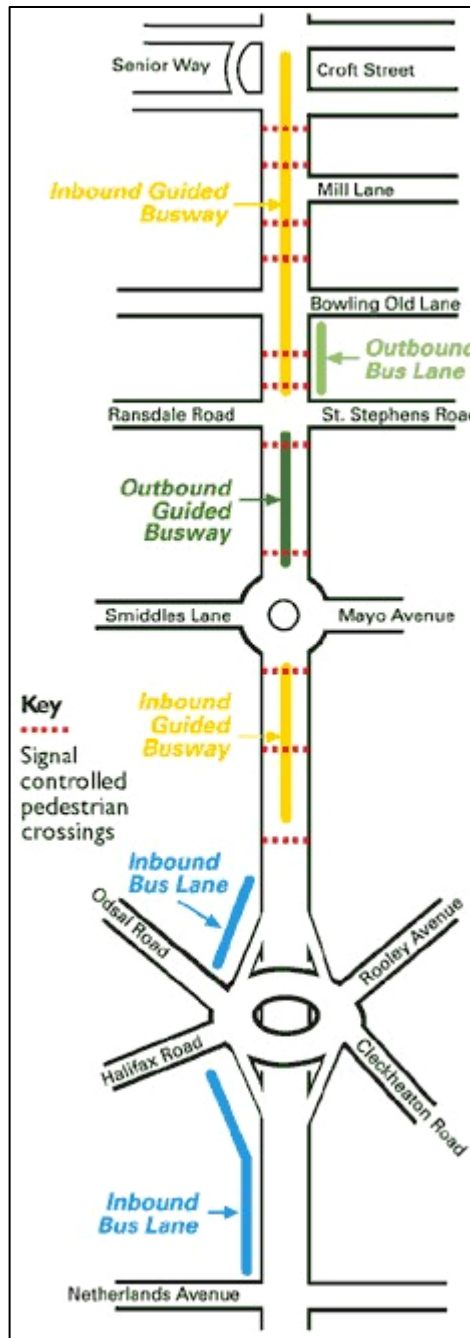
Samtidigt sänktes tillåten hastighet på sträckan från 40 mph (ca 70 km/tim) till 30 mph (ca 50 km/tim), troligen även av säkerhets- och miljöskäl. Två gång- och cykeltunnlar och två gångbroar togs bort och ersattes med signalreglerade övergångsställen för ökad tillgänglighet för fotgängare och cyklister.

Bild (FirstGroup):

Framkomlighetsåtgärder mm på Manchester Road Bussbanorna (Guided Busway) är placerade i mitten av infartsleden för att ge bussarna exklusiv prioritet i riktning in mot centrum (uppåt i bilden).

En bussbana för bussar ut från centrum finns också för att ge bussarna prioritet in i cirkulationsplatsen vid Mayo Avenue (jfr Leeds ovan).

Busskörfältet från Netherlands Avenue används bara i morgonrusningen, övriga busskörfält är permanenta. Busshållplatser finns både utmed busskörfälten och längs de mittplacerade bussbanorna.



First Group, den största entreprenören, har investerat (en mindre del) i anläggningarna samt köpt helt nya låggolvsbussar (med styrhjul) som har inretts i samarbete med resenärerna.

Samtliga bussar som använder bussbanorna ska ha denna höga "Sovereign" standard. Förarna har fått särskild utbildning både i att köra på bussbanan samt i kundbemötande. FirstGroup står också för en resegaranti.

En intressant del i Bradfords Quality Bus Initiative är också satsningen på hållplatser och komplement för resenärerna.

Man har byggt sex särskilt designade hållplatser med påkostade väderskydd/väntutrymmen som är större än normalt och har bullerabsorbenter. Två av dem är "Superstops" med vindturbiner på 12 m höga master som producerar el för att värma stolsitsarna i väderskydden.

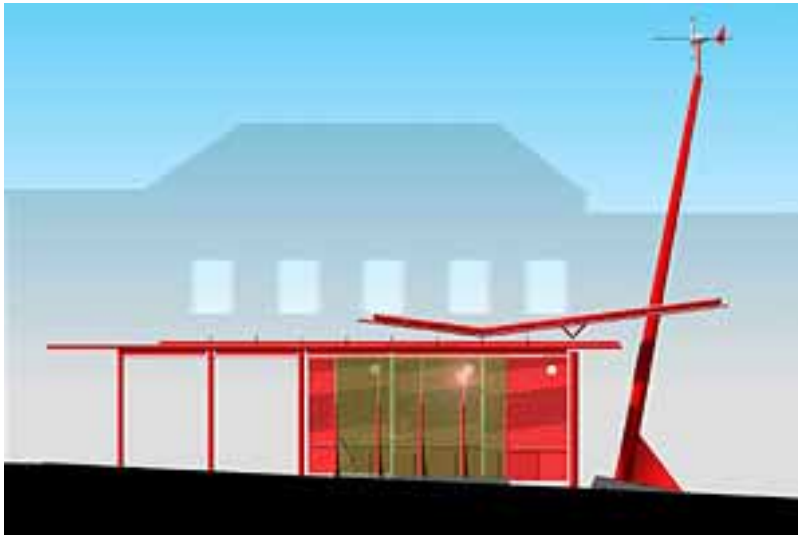


Bild (FirstGroup): Konstnärsdesignat väderskydd med av vindturbin eluppvärmda sitsar

De sex hållplatserna/väntutrymmena är designade av olika konstnärer och är tänka som både "Landmarks" för resenärerna och för att sälja in kollektivtrafiken och satsningen på bussbanor men även som ett inslag i Bradfords ambitioner på att bli kulturhuvudstad 2008. De har delvis finansierats av den 1-procentiga avgiften till utsmyckning som vi också har för byggnadsverk I Sverige.

Två av hållplatserna ska få kameror som fångar färgerna från resenärernas kläder, trafiken och ankommande bussar. Musik och ord spelas upp som styrs av färgerna.

En av The Super Shelters har utrustats med digital klocka, realtids-information och dynamisk tidtabellsinformation som i Londons tunnelbana. De digitala skyltarna visar även evenemang och andra aktiviteter som förekommer i staden.

Projektet är resultatet av och finansierat genom ett samarbete mellan Bradford Council, Metro, First Group Bradford (den största buss-entreprenören) samt statliga bidrag. Metro är West Yorkshire Passenger Transport Authority (PTA, trafikhuvudmannen) och dess verkställande organ (PTE), motsvarigheten till våra länstrafikhuvudmän.

Även The Culture Company, West Yorkshire Police och huvudentreprenören Alfred McAlpine deltog i arbetet med att ta fram åtgärderna.



Superstop i Bradford

Projektet är kopplat till South Bradford Integrated Transport Scheme med en budget på £20 miljoner som under femårsperioden avser att radikalt förbättra trafikförhållandena i omgivande gatunät inklusive pendlar-parkeringar m m.

Den är i sin tur en del av West Yorkshire Local Transport Plan (www.wyltp.com) som varje ”grevskap” numera är skyldiga att upprätta för varje femårsperiod. Höga krav ställs på planens innehåll, kompetens, samverkan mellan alla trafikslag samt lokal aktörer. I gengäld ges omfattande statliga bidrag inklusive viss bonus för de planer som anses hålla hög kvalitet (www.dft.gov.uk, Bjerkemo 2006).

The City of Bradford Metropolitan District Council beskriver fördelarna med det nya arbetssättet jämfört med tidigare arbetssätt så här:

- Större samverkan mellan transportplanering och markanvändningsplanering
- Upprättande av integrerade transportstrategier som täcker en 5-årsperiod i samarbete med lokala organ
- En budget som omfattar alla transportinvesteringar inklusive säkerhet, infrastruktur och drift.

3.10 Crawley Sussex 2003-2004. Fastway, regionalt busstråk som binder samman orter och större arbetsplatser (Gatwick m fl)

Fastway är två delvis gemensamma busstråk som förbinder Crawley och ett par mindre orter med Gatwick Airport och Horley. Även ett större arbetsplatsområde, Manor Royal Industrial Estate betjänas av ett av stråken.

30 % av de boende i Crawley och Horley arbetar på Gatwick. 80 % kör bil till sitt arbete, 65 % av resorna är kortare än 5 km. Dock saknar 23 % av hushållen tillgång till bil.

I 1996 års Urban Transport Plan lyftes behovet av förbättrad kollektivtrafik fram. Valet av kollektivtrafiklösning föregicks av flera års utredningar och utfrågningar där även gatuspårväg och light rail ingick. De resulterade i att busstrafik på partiella bussbanor (O-bahn) och busskörfält ansågs passa bäst.

Bussarna kunde lätt nå bostadsområden, var inte begränsade av kostsam, oflexibel infrastruktur och elförsörjning, krävde litet ytbehov utan att tillföra mer slammer i gatumiljön, var kostnadseffektiv och kunde utökas och anpassas för att möta lokala förändringar och behov.

Den kunde också genomföras snabbt med låg detaljplaneringsinsats. ”En spåravnslösning skulle ha tagit 10 år att bygga och kostat 10 gånger så mycket”.

Busstråken omfattar en rad åtgärder för att höga framkomlighet och attraktivitet för kollektivtrafiken:

- nya, tysta lågemissions- och låggolvsbussar med hög standard
- busskörfält och bussbanor (O-bahn) för framkomlighet och regularitet
- signalreglering och bussprioritering i korsningar
- nya busshållplatser
- anpassade rutter mellan Crawley - Horley via Gatwick och Manor Royal
- förbättrade restider och regularitet
- GPS-baserad realtidsinformation på hållplatser, bussar och Internet (!)

Utbyggnaden påbörjades 2002. Hela stråket är ca 24 km långt. Bussbanorna är sammanlagt ca 2,5 km. De finns i Southgate Avenue och London Road och togs i bruk 2003 respektive 2004. Fas 1 av Fastway (service 10) togs i bruk i september 2003 ca fyra månader försenad. Budgeten överskreds med £50 000.

Den andra fasen (Fastway service 20) togs i bruk augusti 2005 och beräknas vara helt färdigställd i oktober 2006.



Scania OmniCity-buss på Fastway I Southgate Avenue

Bussarna är lätta att känna igen, väl utrustade och inredda med bekväma stolar och utrymme för rullstolar och rullatorer, dubbla dörrar för enkelt insteg samt har videokameror av säkerhetsskäl och för förarens uppmärksamhet. De silver- och blåfärgade Scaniabussarna valdes i samråd med de potentiella användarna, pendlare, skolbarn och funktionshindrade.

Fastway service 10 trafikeras hela dygnet med 10-minuterstrafik dagtid samt 20-30 minuterstrafik tidiga morgnar, kvällar och söndagar. Linjen går från Bewbush i söder via stationerna Crawley och Gatwick South till Gatwick North.

Fastway service 20 har 20-minuterstrafik dagtid, 30-minuterstrafik tidiga morgnar och sena kvällar samt timmestrafik på söndagar. Man räknar med att kunna höja turtätheten när resandet stabiliserats. Linjen går från Broadfield Barton i söder via stationerna Three Bridges och Gatwick South till Gatwick North och vidare till Horley station med vändpunkt i Langshott.



Linjenätskarta Fastway

Totalt har över 200 träd och 8000 buskar och växter planterats längs Fastway till en kostnad av £150 000. Projektet stöds av Department of Transport och har tagits fram i samarbete mellan

- West Sussex County Council
- Surrey County Council
- Reigate & Banstead Borough Council
- Crawley Borough Council
- British Airways
- BAA Gatwick
- Metrobus (bussentreprenör)
- Go-Ahead Group (bussentreprenör)

Metrobus har rapporterat en resande ökning på 10 % varav 35 % avser resor till och från Gatwick. Metrobus' prognos för 2008 är att resandet ska öka med 29 % till ca 9000 resor per dygn. Under det första året hade man 1,74 miljoner resor, ca 4800 per dygn i genomsnitt vilket är mer än man väntat.

I en undersökning som West Sussex County Council gjort angav 21 % av de tillfrågade att skulle kunna ha använt sin bil men valt Fastway. Fastway är på väg att nå sina mål att öka bussanvändningen med 60 % i rusningstid och den dagliga med 29 % fram till 2008 samt att ta bort 1000 bilar i rusningstid Fastway – korridoren.

Projektet finansieras genom Public - Private Partnership. Den totala kostnaden beräknas bli £35 miljoner varav 32 avser investeringar i trafiknäten och 3 avser fordon. Över £14 miljoner finansieras via den privata sektorn. Statliga bidrag utgör också en stor del.

Ursprungligen budgeterades projektet kosta £27 miljoner. Såväl kostnadsöverskridandena som förseningarna har kritiserats.

3.11 Edinburgh 2004. Fastlink – bussbana även för andra busslinjer och planerad spårväg

Det ursprungliga förslaget omfattar ett 9 km långt busstråk från Edinburgh Airport via ett affärsområde till Princess Street Station. Merparten föreslås vara separata bussvägar och busskörfält/bussbanor. Det har kostnadsberäknats till £40 miljoner och tänktes kunna bli privat finansierat.

Sträckningen ingår i ett övergripande projekt, Transport Edinburgh, som syftar till att höja framkomlighet och attraktivitet för kollektivtrafiken. Även andra busslinjer samt ett framtida spårvägssystem antas kunna utnyttja stråket.

December 2004 öppnades 1,5 km lång dubbelriktad bussbana mellan Stenhouse och Broomhouse. Busskorridoren är 8 km lång varav 3,5 km är busskörfält. Den går mellan Edinburgh City Centre och Edinburgh Park station där en bytespunkt byggts ut.

Fyra hållplatser har byggts ut längs bussbanan. Samtliga busshållplatser längs stråket har anpassats för att medge nivåfritt insteg med hjälp av bussarnas styrhjul.

Busskörfälten utmed befintliga gator är reserverade för bussar enbart 07.30 – 18.30 vardagar och 08.30 – 18.30 på lördagar. Videokameror finns för hela bussbanan. Realtidsinformation på bussarna och hållplatserna ska införas successivt.

Investeringarna har kostat £10 miljoner och färdigställts i tid. De har samfinansierats av Scottish Executive's Public Transport Fund och City of Edinburgh Council.

Operatören Lothian Buses har därutöver köpt 30 nya bussar för £4 miljoner utöver 20 befintliga bussar. Med styrhjul, utbildning mm har Lothian Buses investerat mer än £5 miljoner. Omläggningar och utbyggnad av cykelstråk har också genomförts men finansierats på annat sätt.

Busstråket/bussbanan planeras bli använt även av andra busslinjer på kortare sträckor samt för den framtida (ca 2009) planerade spårvägens linjegren 2.



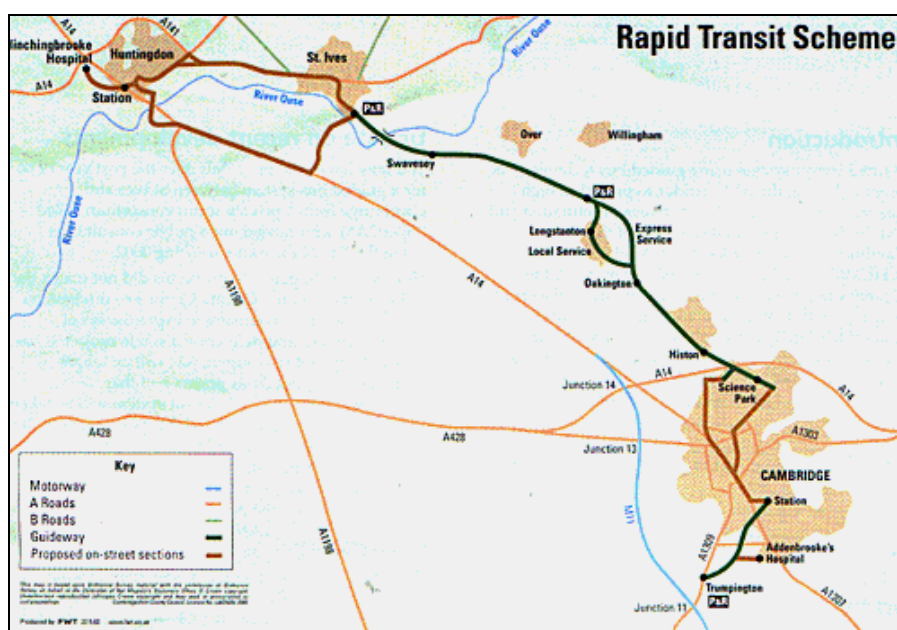
Buss på den dubbelriktade bussbanan. Man har haft problem med gjutskarvar vilket lett till kritik av att färden varit svajig och skumpig och att hastigheten begränsats till 30 mph (50 km/tim). Felet anges bero på bristande kvalitetskontroll vid gjutningen. Därför stängdes banan av efter 7 månader medan entreprenören inom sitt garantiåtagande slipade bort ojämnheter.

3.12 Cambridges - St Ives 2008 (planerat). SuperCAM, världens längsta regionala bussbana på nerlagd järnväg

I slutet av juni 2006 beviljade regeringen tillstånd till och anslog £92,5 miljoner för att bygga en tvåfältig bussbana mellan St Ives och Cambridge i samma sträckning som en nedlagd järnväg parallellt med A14-korridoren. Exploatörer som ges möjlighet att bygga bostäder förutsätts bidra med £23,57 miljoner, dvs totalt £116,2 miljoner.

Fram till 2016 beräknar man att över 47 000 nya bostäder kan komma att byggas i Cambridgeregionen. Northstowe, Cambridgeregionens nya New Town, kommer att betjänas av bussbanan. Bebyggelsen förväntas ge ökade framkomlighetsproblem i vägnätet i regionen.

Busstråket går från St Ives i den nedlagda järnvägens sträckning till Cambridge. Bussarna fortsätter sedan på gatunätet genom Cambridge och kör in på bussbanan igen på Cambridge Railway Station och vidare till Addenbrooke's Hospital och Trumpington Park & Ride.



Översiktskarta (Cambridge City Council)

Det 40 km långa busstråket kommer att ha 23,5 km bussbana med kantstöd. Knappt halva sträckan, 17 km kommer bussarna att köra i väg- och gatumiljö. På tio delsträckor kommer man att göra särskilda framkomlighetsåtgärder som

- nya busskörfält
- bussprioritering i trafiksignaler
- motriktat busskörfält i enkelriktad sträcka

- en bussgata (enbart)
- förbättrade hållplatslägen
- kantstensparkering tas bort

I St Ives och Longstanton kommer man att bygga särskilda anläggningar för Park & Ride. Restiden mellan Huntingdon och Cambridge beräknas minska från 54 – 90 minuter till 44-45 minuter. Idag tar det ca 10 minuter att åka från Histon & Impington till Cambridge Regional College. När bussbanan öppnas beräknas det ta 2-3 minuter.

Förutom bättre framkomlighet och kortare restid ser man pålitlighet och regularitet som en av de viktigaste fördelarna för resenärerna. Systemet kommer även att ha realtidsinformation på samtliga hållplatser. År 2018 beräknas resandet uppgå till 20 000 resor per dygn och den maximala turtätheten vara 3 minuter, minimum 15 minuter dagtid. Körhastigheter på upp till 90 km/tim (50 mph) avses användas.

Bussbanan kommer att vara ”Public facility”, dvs den kommer att vara öppen för andra operatörer/busslinjer som är beredda att utrusta sina fordon med styrhjul och hålla stipulerad Bus Quality. Det innebär att lokala bussar kan användas i bostadsområdena för att ta upp passagerare och sedan utnyttja bussbanan som expressbana in till Cambridge.

En 1,5 km lång testsektion kommer att byggas vid Longstanton för att pröva ut den bästa byggtekniken. Banan har föreslagits bli byggd med samma teknik som utprovades i Essen och Adelaide, dvs med 12 m långa prefabricerade betongelement på borrade, platsgjutna pålar. Övriga banor i England har hittills varit platsgjutna och sedan 2001 utförts med glidformsteknik.



Fotomontage, dubbelriktad bussbana på befintlig järnväg. Illustrationen visar på möjligheterna att utnyttja O-bahn teknikens smala utrymmesbehov

Omfattande kritik har förekommit, dels mot detaljlösningar i förslaget men också mot att man inte satsar på utbyggnad av vägnätet istället o/e behåller och rustar upp den gamla järnvägen för pendeltåg o/e Lightrail.

I korthet motiverar man projektet och vald lösning så här:

Regionen har vuxit betydligt under de senaste 50 åren, bl a som följd av framgångsrik forskning och utbildning, högteknologiska avknopningsföretag m m. Särskilt A14 - korridoren har fått stora framkomlighetsproblem.

Mellan 1987 och 1998 övervägdes ett stort antal lösningar för att förbättra kollektivtrafiken inklusive järnväg, lightrail, spårbuss och vanlig busstrafik men de ledde ingen vart.

Introduktionen 1998 av en ny, integrerad och strukturerad planeringsfilosofi i Storbritannien (GOMMMS, Guidance Of the Methodology for Multi-Modal Studies) och införandet av Local Transport Plans innebar att man genomförde en särskild studie CHUMMS (Cambridge to Huntingdon Multi-Modal Study) 1999-2000.

I denna belyste man allsidig effekterna av en fortsatt trendutveckling och satsning på biltrafik ur framkomlighets- säkerhets-, miljösynpunkt m fl aspekter. Ett stort antal strategier studerades inledningsvis och mynnade i fyra huvudstrategier.

Efter fördjupade studier och samråd valde man en strategi som innebar satsning på kantstödsstyrda bussar kombinerat med andra åtgärder. Förslaget antogs preliminärt 2001 av transportdepartementet som en del i regionens Local Transport Plan med ett reserverat statsbidrag på £65 miljoner.

Bussbana med kantstödsstyrda bussar valdes för sin flexibilitet och förmåga att ge god tillgänglighet till bebyggelsen i båda ändar av stråket men ändå kunna utnyttja en expressfunktion däremellan.

Förslaget förenar också nationella strategier om samordnad markanvändnings- och transportplanering och är i linje med målen i regionens Local Transport Plan:

- öka valmöjligheterna mellan färd sätt för alla, särskilt möjligheten för bilister att välja kollektivt färd sätt
- stöd hållbart resande med kollektivtrafik med hög kvalitet
- öka tillgängligheten för områden med svagt kollektivtrafikutbud
- öka samverkan mellan olika kollektivtrafiknät
- arbeta för social integration genom god tillgänglighet till arbete, handel, samvaro och utbildning

- ökad trafiksäkerhet med förbättrad kollektivtrafik med hög kvalitet som alternativ till bilen.

3.13 TRANSLINK, Luton - Dunstable 2009. Binder samman förorter med direktbussar till centrum, station och flygplats som i Adelaide

Med åren har de tre tätorterna Houghton Regis, Dunstable och Luton vuxit samman längs A105 till en sammanhängande tätortsbildning. Orterna har tillsammans ca 230 000 invånare. Ca 76 % av hushållen äger en eller flera bilar.

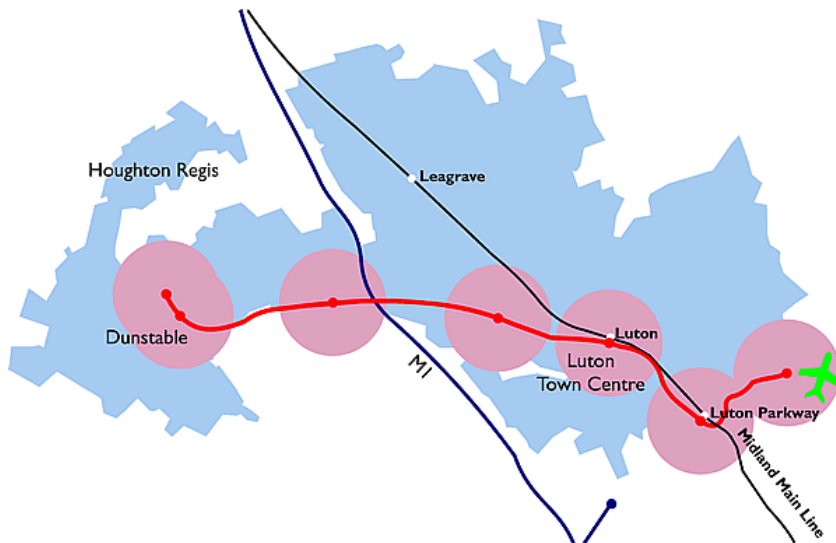
Dagligen pendlar 4000 personer med buss in till centrala Luton. Färdhastigheten med bil mellan Dunstable och Luton kan i rusningstid vara under 20 km/tim – för bussarna ännu lägre.

Luton Bus Strategy som togs fram 2003 har 18 delstrategier för att förbättra kollektivtrafiken. Translink är en del i denna strategi och innebär att ett 13 km långt busstråk byggs ut i en nerlagd järnvägssträckning mellan Luton och Dunstable och att en tidigare gods bana till Houghton Regis omvandlas till en bussväg. Vissa bussturer förlängs till Luton Airport.

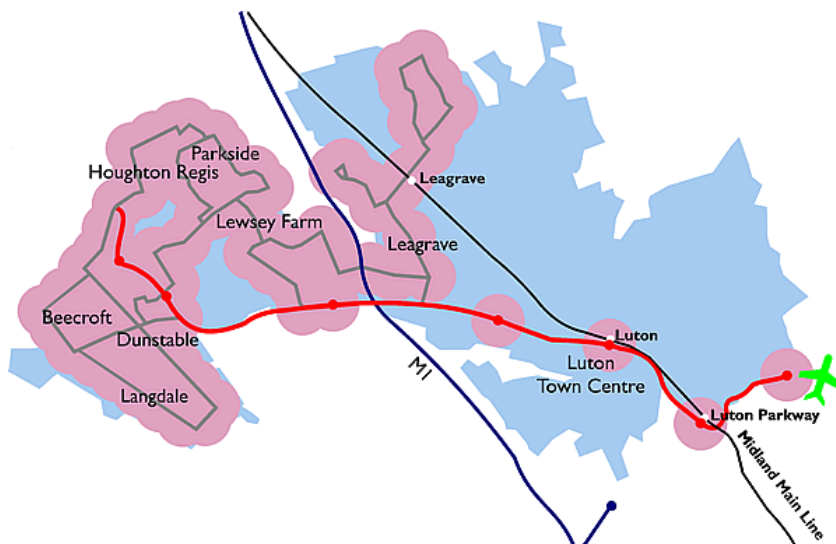
Många röster har höjts mot att ta järnvägssträckningarna i anspråk och hävdar att man istället borde utveckla person- och godstrafiken på dem och koppla dem till Londons genomgående Thameslink - system. Intresset från järnvägsintressenter anges dock vara obefintligt varför busslösningen antas bli genomförd.

Det offentliga samrådet (Public Inquiry) avslutades efter sommaren 2006. Det har sammanfattats av en oberoende expert och har lämnats till Department of Transport.

En rad utredningar har genomförts från 1980-talet och framåt av utomstående experter. Såväl olika former av spårtrafik (Thameslink, Diesel-shuttle, Lightrail) och konventionell busstrafik med bussprioritering på väg A105 har studerats. Omfattande konsekvensbeskrivningar inklusive miljö, effekter på stadsbild, omgivning, vatten mm har gjorts.



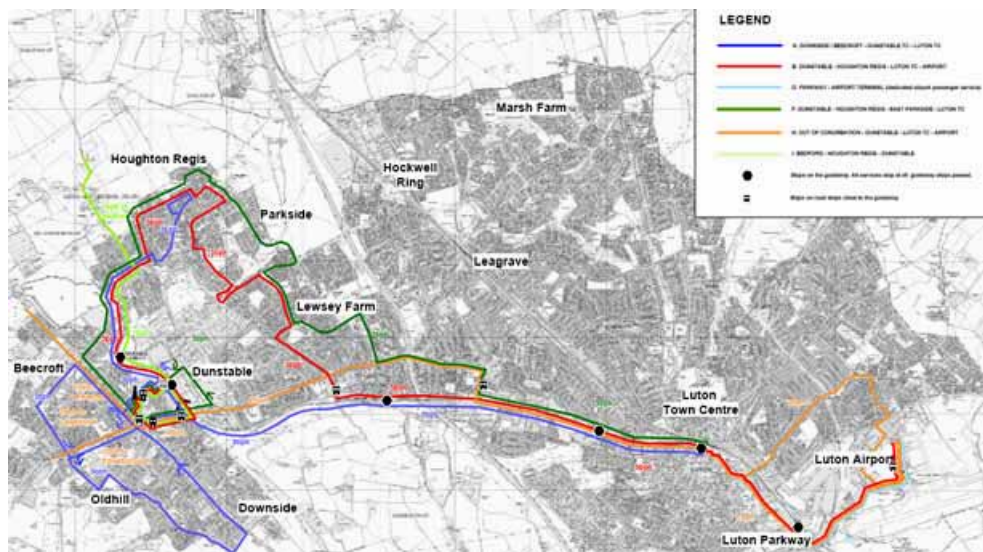
Strukturbild för spårtrafikalternativet. Ca 38 000 personer beräknas bo inom 800 m från hållplats. Källa: Luton



Strukturbild för Guided Bus- alternativet, Translink. Nästan 90 000 personer beräknas bo inom 400 m från hållplats, få högre turtäthet och i praktiken samma restid som för spårtrafikalternativet. Källa: Luton

Bussbanan är tänkt att användas som en kombinerad expressbana för lokala linjer som betjänar olika delområden som man gjort i Adelaide. Man vinner då både hög tillgänglighet och yttäckning i ytterområdena samt korta restider till viktiga målpunkter. Turtätheten beräknas bli i genomsnitt 5 minuter dagtid med upp till 38 turer per timme för vissa relationer.

Guided Bus -lösningen valdes för att den gav väsentligt större tillgänglighet och restidsstandard. Den höga tillgängligheten och underlaget för Translink är en följd av de lokala busslingorna som fungerar både som matarbussar och direktbussar för bussbanan, en av bussbanesystemets/O-bahnteknikens strategiska fördelar.



Linjenät – lokala sträckningar med god kontakt med bebyggelsen samt expressbana till viktiga målpunkter (källa: Luton)

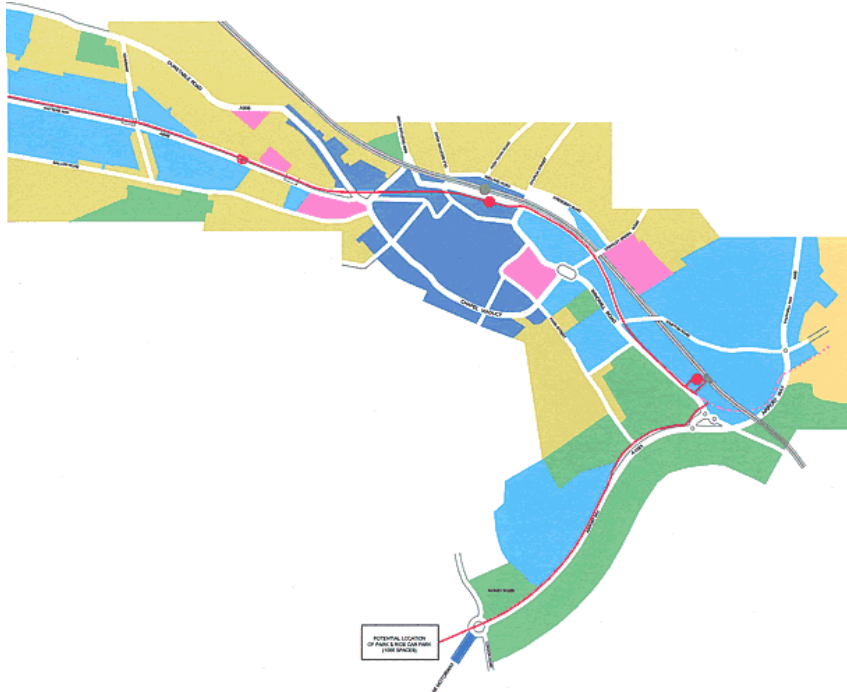
En enkät till hushållens genomfördes i de tre tätorterna i slutet av år 2000. Av de 3400 som svarade angav 70 % att de samtyckte eller samtyckte bestämt till att Translink var den bästa lösningen. I en utvald medborgarpanel på 1200 personer angav 65 % samma prioritering.

Translink har också planerats för att kunna ge ett bidrag till stadsförnyelse och stadsutveckling, bl a i

- Dunstable centrum för att stoppa centrumutarmning och utflyttning av arbetsplatser
- Vauxhall arbetsområde för förnyelse och ersättning av 30 000 arbetstillfällena som försvann när bilindustrin lades ner
- Marsh Farm som också fått särskilda bidrag för att reducera arbetslöshet, förbättra utbildning, minska brottslighet, öka tillgänglighet och sjukvård

Bussbanan kommer naturligtvis att ha lokala Park & Ride - anläggningar, nivåhållplatser med realtidsinformation mm. Själva bussbanan kommer troligtvis att stränggjutats och göras 2,6 meter bred mellan 18 cm höga kantstöd.

Anläggningskostnaden har beräknats till £38,5 miljoner (1999). De samhällsekonomiska transportvinsterna beräknades uppgå till ca £102,9 miljoner.



Översiktsplan för Luton med bl a planerad utvidgning av Translink till en Park & Ride – anläggning vid motorvägen M1. Samspel mellan fysisk planering och transportlösningar samt ökad intermodalitet är väsentliga krav vid utformningen av Local Transport Plans samt för finansieringsbesluten i Storbritannien.

3.14 Tillämpningsförutsättningar för O-bahntechniken i Sverige

Sedan den tidigare rapporten skrevs (*Bjerkemo 2000*) har ett antal system tillkommit, främst i England. Tekniken får idag anses vara väl känd, tillämpningarna kan inte bara betraktas som ”udda” exempel och försök i Essen och Adelaide. Råd och anvisningar med exempel på tekniska lösningar har även tagits fram (*British In-situ Paving Association 2004*).

Följande aspekter är idag väl klarlagda:

- Rationell byggteknik för bankonstruktionen inklusive kvalitetskontroll mm
- Kostnader för bankonstruktion och fordon
- Lämplig utformning av hållplatser för nivåfritt insteg
- Möjlighet att använda styrhjul för hållplatsangöring utan bussbana
- Utformning av korsande övergångsställe
- Mittförlagd bussbana, enkel eller dubbelfältig, med eller utan hållplats
- Bussbana i ytterkant utan kantstensparkering
- Motriktad bussbana i enkelriktad gata
- Samtrafik med spårväg

- Möjligheter till eldrift
- Tillämpbara hastigheter
- Effekter på resandet av framkomlighetsåtgärder, kortare restid samt standardhöjning genom kompletterande åtgärder
- Tillämpning och kombination av olika åtgärder i busstråken
- Driftserfarenheter

Två byggmetoder är dominerande idag

- platsgjutning av busskörspåren samt kantstöd eller limning av kantstöd
- montering av industriellt prefabricerade betongelement med kantstöd

Phillips (2006) anger att modern glidformsgjutning ger samma bankostnad som för busskörfält. Han anger också att åtminstone 8 tillverkare (inklusive Volvo och Scania) har levererat bussar med styrhjul samt att de bussar som säljs i Storbritannien idag är förberedda för montering av styrarmar. Styrhjulen kommer från samma leverantör.

Leeds har varit föregångare och visat på möjligheterna av att skapa nivåfritt insteg för hållplatser på bussbanan samt att använda styrhjulstekniken för tät angoring även mot andra hållplatser inklusive nigning. Erfarenheterna är goda och förarna har inga svårigheter att ta till sig tekniken.

Farhågor fanns inledningsvis i Storbritannien för att konflikter med gång- och cykeltrafik skulle uppstå. Erfarenheterna har visat att de är ogrundade förutsatt att tydligt markerade övergångsställen finns samt att parallella gång- och cykelvägar byggs ut.

Mindre öppningar upp till ca 3 meter kan göras i kantstöden utan att förarna behöver sänka hastigheten om de inte kör fortare än 50 km/tim. Passagen kan då ske helt i samma plan som bussbanan vilket är en fördel för funktionshindrade, cyklister m fl.

Om öppningen behöver vara större än 3 m rekommenderas att kantstöden utformas som en tratt för att leda in bussen på banan igen. Det är ingen teknisk svårighet eller kostsam åtgärd.

Erfarenheter finns av såväl enkelriktade som tvåfältiga bussbanor i stadsmiljö och som exklusiva bussträckor i de redovisade exemplen. Goda erfarenheter finns även av korta sträckor.

Mittförlagda bussbanor ger även trafiksäkerhetsfördelar som mittbarriär. Bussbana utmed en gatusida förhindrar kantstensparkering men omöjliggör infart till fastighet. Motriktad bussbana anses vara en bättre lösning än motriktat busskörfält.

I samtliga fall anses bussbana med kantstöd utestänga biltrafik till skillnad mot ett busskörfält. En nackdel är att bussbanan inte lika enkelt kan användas temporärt för annan trafik vid exempelvis gatuarbete och olyckor.

Bussbana med kantstöd kombinerat med spårväg finns i Essen sedan mer än 20 år inklusive trådbussdrift.

Hastigheterna på banorna i Storbritannien är vanligtvis desamma som för omgivande biltrafik. På bussbanan i Adelaide är tillåten marschhastighet 100 km/tim, bussgatorna i Cambridge och Luton planeras få sträckor där 90 km/tim är tillåtet.

Som regel rapporteras resandeökningar som effekt av införandet av bussbanan. Oftast har även andra åtgärder genomförts som höjt standarden och attraktiviteten för busstrafiken. Det är därför svårt att skilja ut vad som är en effekt av ökad framkomlighet och kortare restid. För Leeds har dock sådana skattningar utförts, se avsnitt 3.8 ovan.

Utöver reducerade fördröjningar anges väsentligt bättre regularitet samt minskade variationer i restid under dagen vara de väsentliga förbättringarna. Några svårigheter att kombinera bussbanorna med andra åtgärder som busskörfält, signalprioritering eller annat verkar inte finnas.

Några väsentliga driftsvårigheter i vinterväglag finns inte redovisade. Dock fordras lämpliga eller särskilt anpassade snöröjnings-, renhållnings- och servicefordon för bussbanan. Antal rapporterade incidenter, olyckor eller haverier är mycket få.

De tillämpningar för kantstödstyrda bussar som nu finns utomlands är också av stort intresse för och tillämpbara i Sverige. De kan sammanfattas i:

- 1 Framkomlighetsåtgärder i gatunätet före korsningar samt på delsträckor, kombinerat med effektiv utestängning av biltrafik o/e utnyttjande av begränsat utrymme
- 2 Särskilda (avkortande) bussgator och för utestängning av biltrafik
- 3 Bussbanor med nivåfritt eller starkt reducerat insteg, oftast kombinerat med andra tillgänglighetshöjande åtgärder o/e utnyttjande av begränsat utrymme
- 4 Image- och kvalitetshöjande åtgärder tillsammans med andra fysiska åtgärder i gaturummet samt höjd fordonsstandard
- 5 Del i bussystem som medger expressbusstrafik med hög framkomlighet och komfort på gemensamma sträckor kombinerat med direktbussar från glesare områden ("gaffellinjer")
- 6 (Del i) busstråk med hög kvalitet som sammanbinder bostadsområden, med centrum, större arbetsplatser, sjukhus, högre utbildning och stationer för att ge en sammanhängande kollektivtrafikstruktur

De två sista punkterna är särskilt strategiskt viktiga för att utveckla kollektivtrafikens användbarhet, tillgänglighet och resandeunderlag (se Adelaide, Crawley, Edinburgh, Cambridge, Luton).

De två huvudinriktningarna ovan, ökad lokal framkomlighet, standardhöjning och image respektive ökad lokal/regional tillgänglighet kan naturligtvis uppnås med andra systemlösningar också. O-bahntechniken strategiska fördelar är främst

- enkel och snabb att införa, enkel etapputbyggnad
- utrymmessnål; betydelsefullt i befintliga miljöer
- låg kostnad för infrastruktur och fordon
- lätt anpassbar till olika förutsättningar/förändringar
- standardfordon kan användas med enkel anpassning
- flexibelt val av drivmedel; lågemissionsdiesel, RME, biogas, el
- flera fordonsleverantörer

Potentiella nackdelar är begränsade fordonsstorlekar och avsaknad av multipelkopplingsmöjlighet för ökad passagerarkapacitet. Sannolikt kommer dock 24-metersbussar att kunna köras på bussbanorna.

Multipelkoppling av bussar är möjligt men fordrar då att dessa förses med koppel eller att särskilda fordonstyper tas fram. Men i så fall tappar man en av systemets strategiska fördelar, att kunna använda serieproducerade standardfordon.

Sammantaget finns inget som talar emot att samma fördelar inte skulle kunna utnyttjas i Sverige som tillämpningarna i Tyskland, Australien och Storbritannien hittills visat.

4 Enrälsystem (TVR/GLT, Translohr)

Två kommersiella system finns på marknaden,

- Bombardiens TVR/GLT (Transport en Voie Reservée/ Guided Light Transit) samt
- Lohr Industries fordon Translohr.

Båda systemen styrs av en mitträäl av stål i gatan medan fordonen bärs och drivs med gummihjul direkt mot gatan.

TVR/GLT-fordonen kan användas både spårstyrda och som buss i gatutrafik, dvs. ”Act either as a bus or tram”.

TVR/GLT är huvudsakligen en modern trådbuss med batterier och diesel-elektriskt aggregat så att den kan köras rälsstyrd, som trådbuss utan räls eller som vanlig buss utan kontaktledningar.

Translohr-systemet finns endast i helt spårstyrd version och presenteras som Tram on Tyres, dvs ”gummihjulsspårvagn”. Fordonet var ursprungligen tänkt att även kunna köras utan rälsstyrning men den möjligheten övergavs mycket tidigt.

Translohr förutsätter yttre strömförsörjning av spårvägstyp för huvuddelen av sträckan. Det är idag ett modern konstruerat ”spårvägssystem” med skillnaden att gummihjul används för att bära och driva fordonet. Därmed behövs bara en räl för styrning och som jordskena för strömmatningen.

De fördelar man vill uppnå med rälsstyrningen i dessa system är

- stabil, ”trygg” färd, komfort
- exakt läge i gaturummet, reducerat utrymmesbehov
- precis angöring längs hållplats för nivåfritt insteg

De fördelar man vill uppnå med att använda gummihjul är

- gummihjulens tystare gång
- bättre friktion för branta lutningar och bromsning
- lägre fordons-, anläggnings- och driftskostnader
- enklare/billigare depålösningar och underhåll

De fördelar man vill uppnå med att kunna lämna rälsstyrningen (TVR/GLT) är

- lägre anläggningskostnader, etapputbyggnad
- flexibilitet vid gatuumläggningar, havererat fordon etc.

4.1 TVR/GLT-systemet

Fordonet och styrsystemet har utvecklats av ett industrikonsortium med Bombardier som huvudpart. Redan 1985 testades GLT-systemet i Rochefort i sydöstra Belgien. Två delsträckor ingick i testet, 5 km för guided mode med eldrift på en ombyggd järnväg samt 10 km i un-guided mode med dieseldrift.

Den ombyggda järnvägen var försedd med en körbana av betong i vilken mitträlen för styrning av fordonet var infäst. Två prototyper testades i kommersiell drift under tre år. Testerna omfattade mer än 200 000 km.



Testfordonet på försöksbanan i Rochefort (Bombardier)

Fördelarna presenteras i Bombardiens reklambroschyr (1999) bl a som

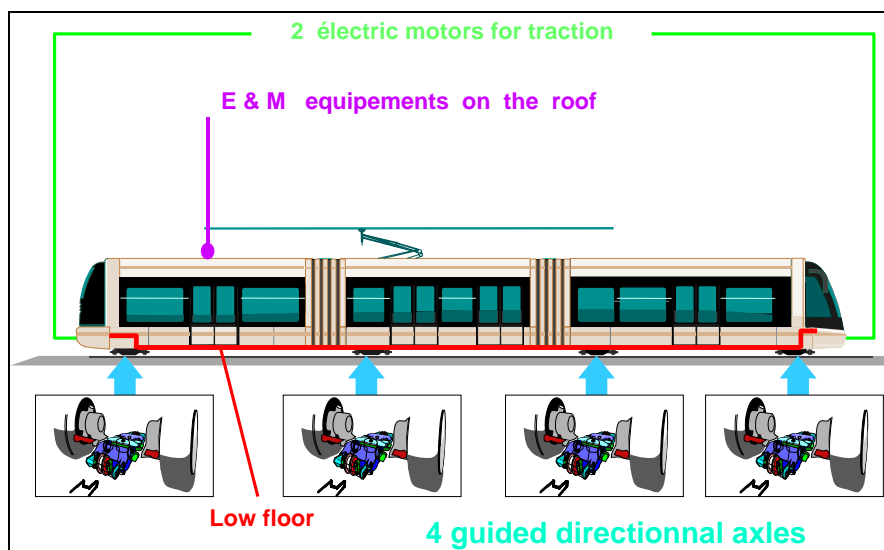
- den ideala kombinationen av spårvagn och buss - säker, tyst och stabil som spårvagn, fjädringskomfort men flexibilitet som en buss
- låggolv och nivåfritt insteg
- fordonet kan lämna skenan för att köra om felparkerade fordon, vid olyckor och byggarbetsplatser
- installations- och driftskostnader nästan 40 % under kostnaderna för spårväg, lägre kostnader för ledskenan, möjlighet att utnyttja befintliga bussdepåer
- lätt att anpassa till stadsmiljön; lutningar upp till 15 %, mindre radier och svepareor än för spårvagn och buss, kurvradie 12 m
- bimodal drift; som spårvagn med luftledning eller som ledbuss med förbränningsmotor (elhybridrift)
- lättare än spårvagn, förbrukar mindre energi

- livslängden överstiger avsevärt bussens - ca 30 år

GLT/TVR-fordonet utvecklades i två versioner:

- 2-delat (en led) 17,1 m långt
- 3-delat (två leder) 24,5 m långt

Det längre fordonet har en 7,4 m lång mellandel men är i övrigt identiskt med den kortare versionen. Den främre delen av fordonet (9,3 m) har två axlar, övriga sektioner har enbart en axel placerad långt bak under vagnkorgen.

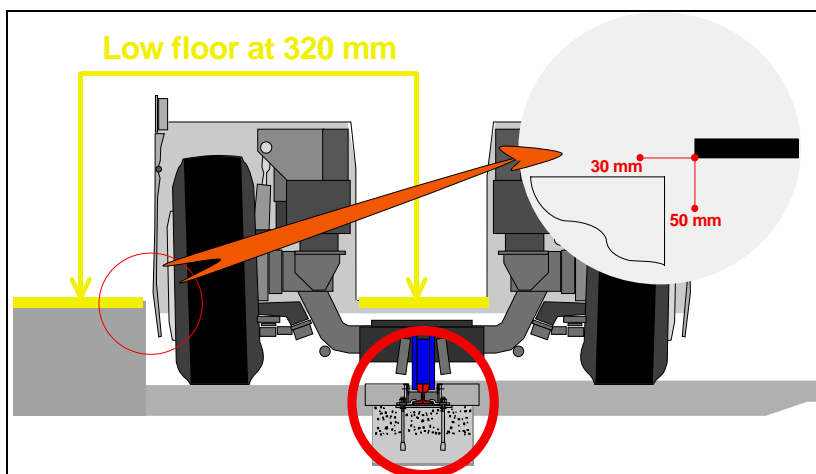


GLT/TVR-fordonets moduluppbyggnad (Bombardier)

Fordonen har endast en förarplats (enriktningsfordon). Elmotorerna driver på det främsta och bakersta hjulparet. Fordonen kan valfritt drivas med yttre strömförsörjning, batterier, bränsleceller eller dieselelektriskt aggregat. Det är placerat längst bak i fordonet och är väl ljudisolerat. Elbromsar finns för återmatning av bromsenergin.

Samtliga hjulpar är styrda vid spårdrift. Styrmekanismen är självcentrerande över mitträlen vilket ger ett mycket exakt läge och styrning av fordonet med liten sveparea i gaturummet. Själva kontakten mot styrrälen sker med ett vertikalt stålhjul med dubbla flänsar. Stålhjulens tryck mot rälen är 750 kp.

Karossen är av låggolvstyp (320 mm över mark). Avståndet mellan hjulhusen i kupén är 700 mm. Lagesprecisionen mellan golvets kant och plattformskanten är 3-5 cm.



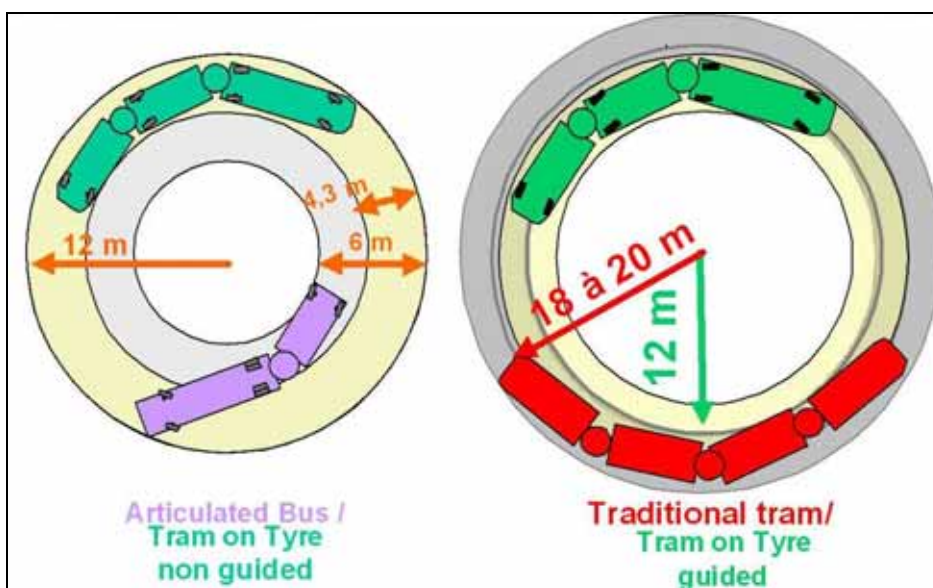
Tvärsektion genom hjul och styrmekanism (Bombardier)

Följande data anges för fordonen:

	3-delat	2-delat		3-delat	2-delat
Längd	24,5 m	17,0 m	Dieselaggr	175 kW	175 kW
Bredd	2,5 m	2,5 m	Drivaxlar	2	1
Höjd	3,3 m	3,3 m	Max hast	80 km/h	80 km/h
Kapacitet	150 pass	90 pass	Max acc	1,3 m/s ²	1,3 m/s ²
Sittplatser	45	36	Elbroms	1,0 m/s ²	1,0 m/s ²
Ståplatser	105	54	Nödbroms	5,5 m/s ²	5,5 m/s ²
Tomvikt	25 ton	18,5 ton	Max stign*	15%	15%
Elmotorer	2x150 kW	2x150kW	Min radie	12 m	12m
Livslängd	30 år	30 år (ram, vagnkorg av aluminium)			

*/ I senare presentationer anges 13% stigning med hänsyn till friktion och motorstyrka.

Styrskennans minsta radie är 12 m. I "un-guided mode" kan fordonen svänga ännu snävare med ca 6 m innerradie och ca 12 m ytterradie.



Körspår för olika fordon och driftsätt (Bombardier)

Kapaciteten anges vara 1500 - 3500 passagerare per timme och riktning vid turintervall på 2,5 - 4 minuter.

Fordonen har testats av RATP på demonstrationssträckan Trans Val de Marne i Paris. Resenärernas uppfattning om fordonet som modernt, miljövänligt och ekologiskt fick höga betyg (*RATP 1999*):

- Energiförbrukning samma som för spårvagn. Även bullernivån i "guided mode" är likvärdig med en spårvagns
- 81 % angav att de inte var störda av fordonets skakningar när det framfördes i guided mode. Motsvarande andel var 72 % när fordonet framfördes som buss
- 88 % angav att de ej var berörda av skakningar och krängningar i guided mode respektive 67 % när fordonet framfördes som buss
- 4 % av resenärerna höll inte med om att fordonet passande in i en modern stad
- 9 % höll inte med om att fordonet gav en äldre stad ett mer modernt intryck

Rapportförfattaren har provåkt fordonet både på Trans Val de Marne och i Nancy. Komforten var mycket god vid eldrift och guided mode. Vid dieseldrift kunde man ana motorn om man satt bak i fordonet. En tydlig smäll hördes när ledhjulen fälldes ner.

Fordonet kan lämna rälsstyrningen var som helst och övergå till manuell styrning. Övergång till rälsstyrning kan dock bara ske i punkter där en särskild tratt finns installerad i gatan, vanligen direkt efter en hållplats. Fordonet måste framföras långsamt tills alla ledhjulen har fått rätt inpassning till styrskenan.

4.1.1 Caen 2002. Ett helt spårstyrt TVR – system

Caen är beläget vid Atlantkusten väster om Paris och har 160 000 invånare inklusive förorter (centralorten drygt 70 000 inv.). Staden hade på 1900-talets början både spårvagn och trådbussar. De sista trådbussarna lades dock ner 1937 och ersattes med busstrafik.

Beslutet att införa ett nytt kollektivtrafiksystem togs av CAC, le Commune de l'Agglomération Caennaise som består av 18 kommuner med tillsammans 202 000 invånare. Motivet var att bättre binda ihop staden och dess yttre områden som en del i den PDU, Plan de Déplacement Urbains som också antogs 1991.

PDU:n föreskriver gemensamt utnyttjande av gatuutrymmet. Alla sätt att förflytta sig ska underlättas och samordnas, särskilt spårväg, buss och att gå, cykla samt att åka bil.

Målen för ett nytt kollektivtrafiksystem var

- vitalisera kollektivtrafiken
- minska utrymmesbehovet för fordonen i centrum
- frigöra utrymme för fotgängare och cyklister

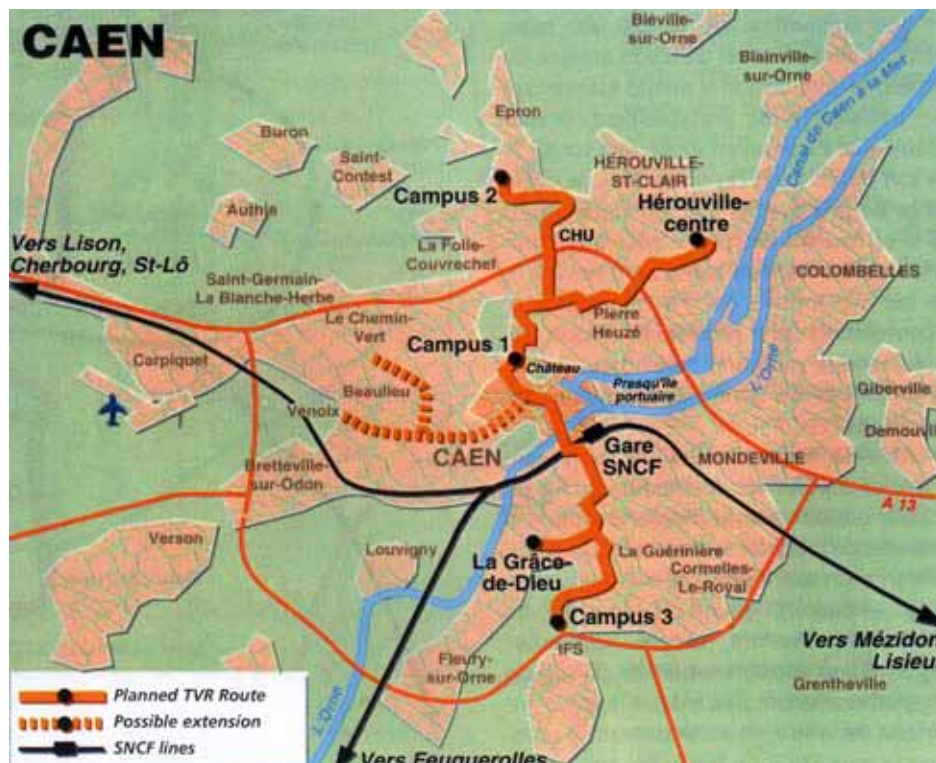
Man anger att TVR liksom alla eldrivna fordon har väsentliga ekologiska fördelar genom minskade emissioner. TVR tar bort emissionerna från 450 (diesel)bussturer per dag.

Motivet för att välja ”spårväg på gummihjul” angavs vara:

- TVR är ett modernt fordon som uppfyller de krav på som trafikhuvudmannen Viacités hade ställt upp,
- bäst klarar den kraftiga topografin i Caen och som
- svarar mot agglomerationens (200 000 inv.) ekonomiska resurser.

Kostnaden för TVR uppges ha varit 75-80 MF/km jämfört med 110-140 MF/km för en klassisk spårväg (50-75 % högre kostnad) inklusive infrastruktur och fordon.

Låggolv och nivåfritt insteg ansågs också vara väsentliga fördelar. Fordonen har en livslängd på 30 år och beräknas ha en kapacitet på 3000 passagerare per riktning och timme vid en turtäthet på 3 minuter.



Planerad utbyggnad av TVR-stråk i Caen (RATP 1999)

Första kontraktet om att utveckla nya fordon skrevs med Bombardier 1994. Fordonstypen blev godkänd av myndigheterna 1996. Utbyggnaden av infrastrukturen startades år 2000 och var färdigställd 2002.

Till skillnad från Nancy använder man samma typ av strömförsörjning som för spårväg med en kontaktledning och styrskenan som återledning. Fordonen körs därför spårstyrt utmed hela linjen, dvs. i praktiken som en spårväg på gummihjul fast med enriktningsfordon. Dock körs de med batteridrift som vanliga bussar från och till depån.

Det nordsydliga linjesystemet togs i bruk i november 2002, är 15,7 km långt och har 34 hållplatser. Banbredden är 6,2 meter. Banan passerar på bro över den yttre Ringleden samt har tre pendlarparkeringar. Hållplatsavstånden är 300 - 450 meter, medelavståndet är 400 meter.

Ca 70 000 personer bor och ca 60 000 arbetstillfällen finns inom 500 meter från linjen.

Det totala turutbudet till ytterområdena har ökats med 12 %. Linjen ska ta hand om 40 % av kollektivresandet. Turtätheten är 19 turer/timme med turintervall 3 minuter och 30 sekunder på den gemensamma sträckan. Turintervall på linjearmarna är 7 minuter. Färdhastigheten är 30 % högre än för busstrafiken.

Antalet kollektivtrafikresenärer antas öka med 20 % till 23 miljoner resor per år. Den totala kostnaden för spårvägsystemet var 1,246 miljarder franc.



TVR-fordon vid hållplats i Caen samt interiörbild.

Fordonen är dubbelledade, 24,5 meter långa och rymmer drygt 140 passagerare. De är av samma typ som i Nancy men har modifierats med hänsyn till de erfarenheter man fått i Nancy. Endast en urspårningsincident har inträffat i Caen.

4.1.2 Nancy 2000/2002. TVR både som spårstyrt system och trådbuss

Nancy är beläget öster om Paris, ca 10 mil väster om Strasbourg och har ca 250 000 invånare. 1998 beställde Nancy 24 TVR-fordon från Bombardier för att uppgradera sitt trådbussnät.

TVR-systemet valdes för att det skulle

- ge låg initialkostnad (35-40 % lägre än för ett spårvägssystem),
- ersätta befintliga trådbussar och
- kunna byggas ut etappvis.

Även möjligheterna att använda små radier och lutningar upp till 13 % ansågs vara en fördel.

Fordonen har ett futuristiskt utseende. De är 24,5 m långa, 2,5 m breda, 3,38 m höga och väger 25,5 ton.

De rymmer maximalt 143 passagerare varav 48 sittande. Det låga antalet sittplatser ger generösa utrymmen för barnvagnar, rullstolar och rullatorer.

Fordonen har 1,3 m breda dubbeldörrar vilket ger en enkel och snabb på- och avstigning.

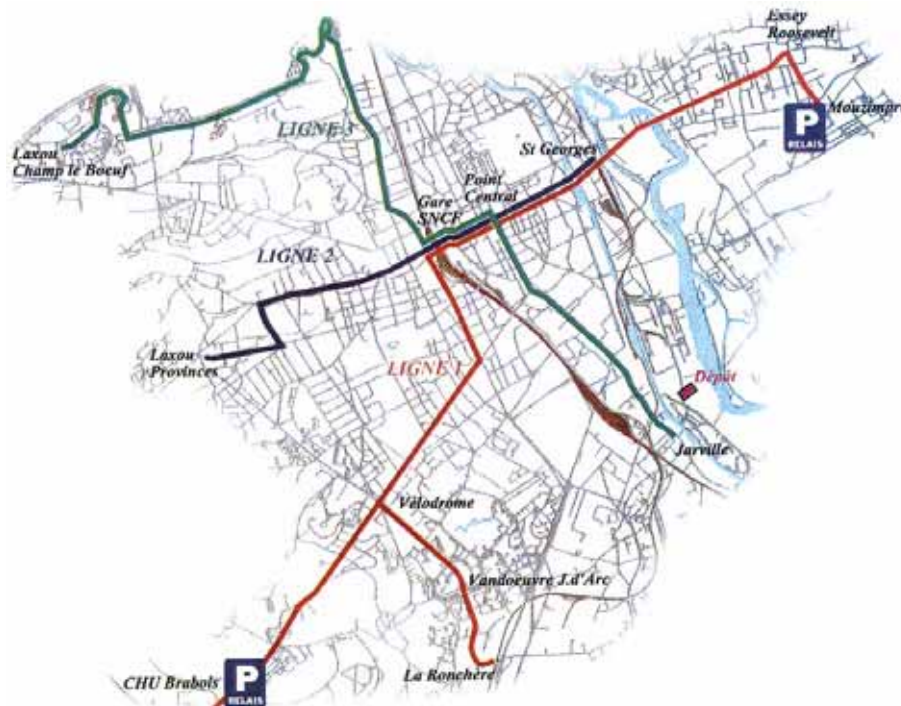


Det första fordonet på plats i Nancy i maj 2000 (Bombardier)

Tre linjer är planerade med en sammanlagd längd av 25 km:

- Linje 1 Vandœuvre - Essey år 2000
- Linje 2 Laxou - Nancy/Saint-Georges år 2003
- Linje 3, Maxéville/Champ le Beuf - Jarville år 2006

Årtalen ovan anger de år som ursprungligen var avsedda. De drifts- och säkerhetsproblem man haft på linje 1 har inneburit en påtaglig förskjutning av tidplanerna.



Planerade TVR-linjer i Nancy (RATP 1999)

De fyra första fordonen för Linje 1, Vandoeuvre - Essey, levererades i maj 2000. Linjen togs i kommersiell drift i december samma år.

Fordonen använder dubbla strömvtagare av typ trådbuss eftersom man redan hade ett trådbussnät. De har två elmotorer har en sammanlagd effekt på 300 kW vilket ger en acceleration på $1,2 \text{ m/s}^2$ och maxfart på 70 km/tim. Dieselmotorns effekt är 200 kW. Breddbehovet är 3,42 m i kurvor med 12 m radie.

Ca 60 % av linjenätet är idag spårstyr. På resterande del används fordonen som dubbelledade bussar eller dieslbussar. Det är oklart i vilken omfattning dieseldrift används.

Resandet idag är 5,8 miljoner per år på linje 1. Den presenteras som le Tram sur Pneu, dvs. spårvagn på gummihjul eller bara som "le Tram".

4.1.3 Kommentarer

Två missöden hände inledningsvis där bakänden svängde ut på ett okontrollerbart sätt. När fordonet lämnar styrskenan måste de bakre axlarna låsas så att fordonet motsvarar en vanlig dubbelledad buss. Missödena

berodde på handhavandefel hos föraren vilket nu har mötts med bättre förarutbildning samt ökade kontrollsistem.

Vissa källor anger att tre personer skadades lätt av glassplitter vid ett av tillfällena, andra källor anger att en person skadades. Incidenterna hände med kort mellanrum varför fordonets trafikstillstånd drogs in ett helt år mellan mars 2001 till mars 2002.

Andra driftstörningar var att elektroniken slogs ut på grund av läckströmmar och statisk elektricitet p.g.a. trådbusstekniken. Konventionellt elsystem för spårväg som TVR - fordonet ursprungligen är utvecklat för är mer robust eftersom fordonet är jordat via markskenan.

Totalt har sex incidenter av olika slag inträffat varav tre avser ”normala” trafikolyckor där föraren försökt väja för en cyklist, kolliderat med annat fordon osv. Detta har oftast skett när styrskenans radie varit mindre än 15 meter, dvs. i anslutning till korsningar där de flesta olyckor inträffar även för annan trafik.

Incidenterna och driftstoppet gav systemet i Nancy dålig publicitet. Spekulationer och insinuationer från hängivna buss- eller spårvägsfantaster förekom också.

Ett av de mer kuriösa går ut på att TVR - fordonen är förklädda trådbussar där man plagierat designen av spårvagnen i Strasbourg. Likheten med spårvagnen i Strasbourg är medveten och inte alls långsökt – det är ju samma tillverkare, Bombardier.

En annan kuriös synpunkt är att en spårvagn skulle ge en bättre anpassning till stadsmiljön i fotgängarzoner – det är svårt att förstå varför dubbelt så många räler i en torgyta skulle innebära en högre stadsmiljö kvalitet.

Sammanfattningsvis har man trots driftsproblem lyckats nå de mål man eftersträvat i Nancy:

- modern image
- god anpassning till stadsmiljön
- hög, ”spårvägsliknande” komfort
- reducerade investeringskostnader
- minskat körutrymme
- noggrann hållplatsangöring
- nivåfritt insteg

vid spårstyrning

Genuina fördelar jämfört med konventionell spårväg kan sägas vara lägre kostnader. Bombardier hävdar att man bör se till hela systemkostnaden

inklusive att enklare depåer kan användas. Enligt Bombardier ligger systemkostnaden på ca 75 % av ett spårvägssystem vid fullt utbyggd spårstyrning.

Nackdelar jämfört med spårväg är att möjlighet till att köra hopkopplade fordon i högtrafik saknas. Då behövs dock längre hållplatser vilket är ett känt praktiskt problem i samband med spårväg. Förväntar man inte detta behov i nämnvärd omfattning under fordonens livslängd försvinner denna nackdel.

Kapacitetsgränsen kan numera även nås av serietillverkade, dubbelledade bussar. Förutom spårstyrningens fördelar kan man se den som en investering i riktning mot kapacitetsstarkare fordonssystem som Translohr.

En annan nackdel som man framhållit är att man är bunden till en leverantör. Om system av detta slag blir vanligare kommer sannolikt en anpassning ske och fler leverantörer dyka upp.

Translohr-systemet anges fn inte vara kompatibelt med TVR/GLT eftersom man använder en annan spårprofil för styrningen. Det är oklart men sannolikt att Translohers styrhjul kan anpassas till denna profil. Byte av spårprofil är en annan möjlighet men innebär en ökad investeringskostnad. Den är dock sannolikt ändå lägre än byte till spårvägsräls.

TVR-systemet i Caen skulle exempelvis därför kunna ”uppgraderas” med Translohr-fordon. I Nancy behöver sträckor där styrräl saknas byggas ut. I båda fallen behöver rälsanslutning till depån skapas.

TVR-systemets flexibilitet, möjlighet att reguljärt köra fordonet både som spårstyrt och som ledbuss utnyttjas endast i Nancy. I Caen valde man att bygga ut ett komplett spårstyrt system från början och verkar ha haft mindre problem och större acceptans av systemet som en spårvagn på gummihjul.

Jämfört med ett vanligt bussystem är de genuina fördelarna noggrann anläggning av hållplats, högre komfort samt smalare körutrymme i spårstyrd drift.

Driftserfarenheter från vinterväglag är inte kända. Slitaget på styrhjulen anges vara relativt högt (Hass-Klau et al 2003).

4.2 Translohr – En äkta gummihjulsspårvagn

Translohr - konceptet har utvecklats och tillverkas av ett industrikonsortium med Lohr Industrie S. A France som huvudpartner. Lohr är en av Frankrikes största fordonstillverkare inom området arbetsfordon, transportfordon och militärfordon med ca 1700 anställda.

Huvudkontoret ligger i Strasbourg i nordöstra hörnet av Frankrike. Man har sju fabriker i Frankrike, Europa, USA, Mexico och Kina samt kontor i ytterligare 5 länder i samtliga världsdelar med undantag för Australien.

Translohr är ett mycket genomtänkt och komplett system. Fordonen är primärt konstruerade som kollektivtrafikfordon med mycket goda miljöegenskaper, hög passagerarkomfort, tillgänglighet och mycket goda anpassningsmöjligheter till befintlig stadsmiljö.

Systemet är väl genomarbetat och innehåller även växlar (som blir mycket enkla med en skena), dimensioneringsanvisningar för körytorna samt depålösningar.



Röntgenbild Translohr

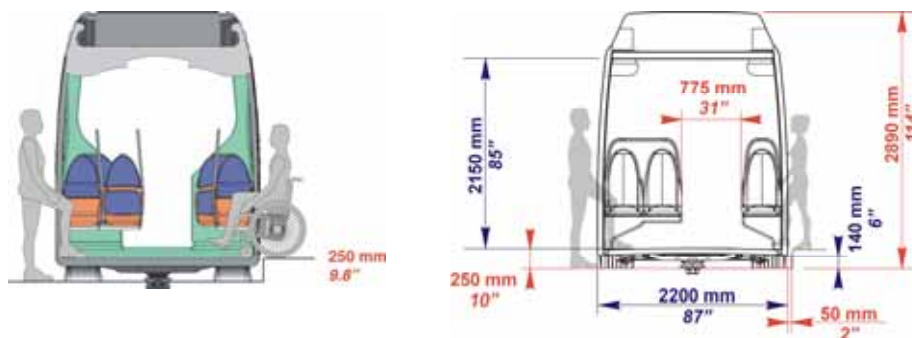
Utvecklingen inleddes 1990. Fordonen är gummihjulsburna men styrs av en central styrräl i körytans nivå.

De fördelar man särskilt lyfter fram är

- lätt, tyst, inga vibrationer, naturlig fjädring, miljövänligt drivsystem
- enkel anpassning till stadsmiljön
- god friktion mot underlaget vid bromsning och stigningar
- låga investeringskostnader, litet behov av ledningsomläggningar
- låga underhållskostnader

Fordonens låga instegshöjd på endast 250 mm medger att man lätt kan skapa nivåfritt insteg i befintlig gatumiljö och enkel anpassning för funktionshindrade. De enkelmonterade hjulen ger brett utrymme mellan hjulhusen till fördel för personer med väskor, rullatorer, rullstolar och barnvagnar.

Translohr skiljer sig från andra fordon i ett påtagligt avseende – fordonsbredden är endast 2,2 meter. Tillsammans med de korta vagnkorgarna ger det en extremt god möjlighet till att anpassa systemet till befintliga stadsmiljöer.



Translohr har lågt insteg, bred mittgång och plant golv i hela fordonet (Lohr)

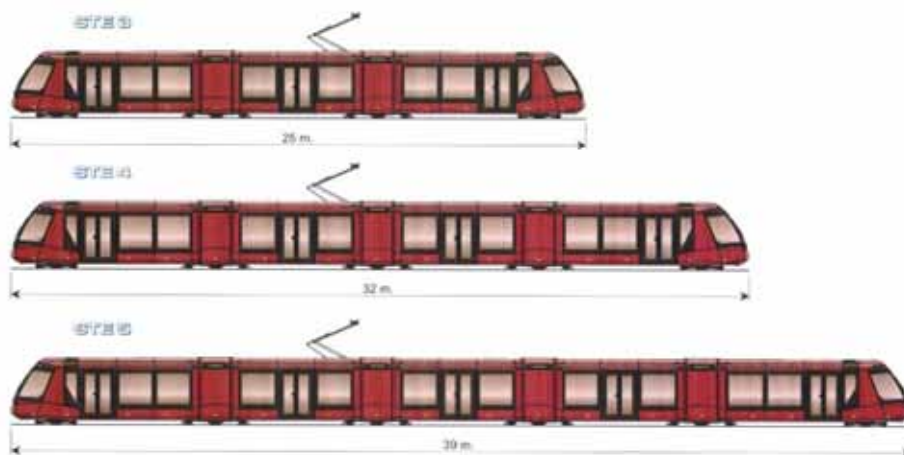
Fordonshöjden är 2,89 m vilket är lägre än för en normal stadsbuss. Erforderlig tvärsektion med automatiskt nerfällda strömavtagare (batteri- eller hybriddrift) är därför inte mycket större än en större gång- och cykel-tunnel. Den goda förmågan att klara lutningar (13 %) innebär att man kan trafikera de flesta gatunät och ta sig över eller under en väg eller järnväg med mycket korta ramper.

Fordonen skisserades ursprungligen i två grundversioner. En version med två eller tre vagnkorgar men endast en förarplats (enriktningsfordon) som var tänkt att kunna användas även utan rälsstyrning som Intermediate System. Längst bak fanns ett dieselelektriskt aggregat för att fordonet skulle kunna köras utan yttre elförsörjning likartat med Bombardiens GLT/TVR.

Idag marknadsförs systemet endast som spårväg på gummihjul (Tram on Tyres) med eldrivna tvåriktningsfordon med tre, fyra eller fem vagnkorgar. Antalet vagnkorgar kan lätt ändras ner till två och upp till fem totalt.

Gemensamt för de tre grundtyperna är:

Bredd	2,20 m (upp till 2,65 m bredd är möjlig)
Höjd	2,89 m
Golvhöjd	0,25 m
Markfrigång	0,14 m
Hjulbas	7 m
Hjultryck	7 ton
Motoreffekt	2 x 200 kW
Acceleration max	1,3 m/s ²
Retardation max	5,0 m/s ²

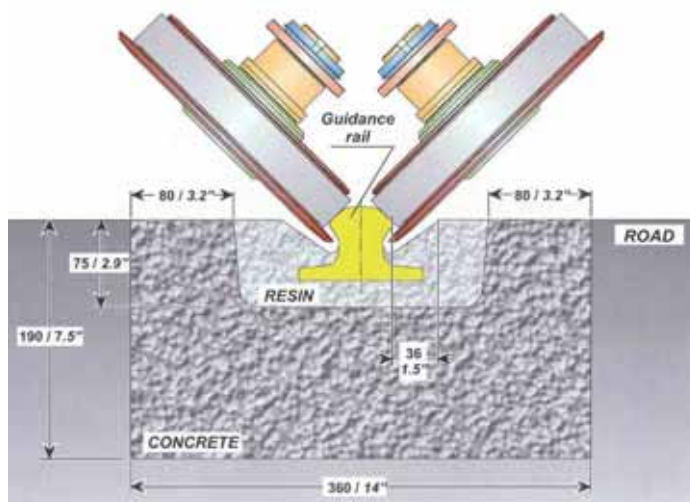


Translohrs standardmodeller

Modell	STE3	STE4	STE5
Passagerare	127	170	213
Passagerarmoduler	3	4	5
Totallängd, m	25	32	39
Tomvikt, ton	21	25	29
Max marschhastighet, km/tim	70	70	60
Energiförbrukning, kWh/km	2,1	2,37	2,43 (vid konstant fart)
Max lutning, %	13	13	13

Samtliga modeller har batterier för kortare sträckor utan yttre strömförsörjning. De är monterade på taket vilket gör det enkelt att byta ut dem mot exempelvis bränsleceller. Fordonet växlar automatiskt mellan batteridrift och yttre strömförsörjning samt laddar batterierna vid elbromsning och när yttre strömvtagare är inkopplad.

Fordonen har flera innovativa lösningar. Styrhjulen är monterade parvis och snedställda mot ledskenan. Betydligt mindre vertikalt tryck fordras (150 kp) än för Bombardiernas fordon (750 kp). Styrhjulen har en plastbeläggning för att minska buller och vibrationer.



Translohrs styrhjul (Lohr)

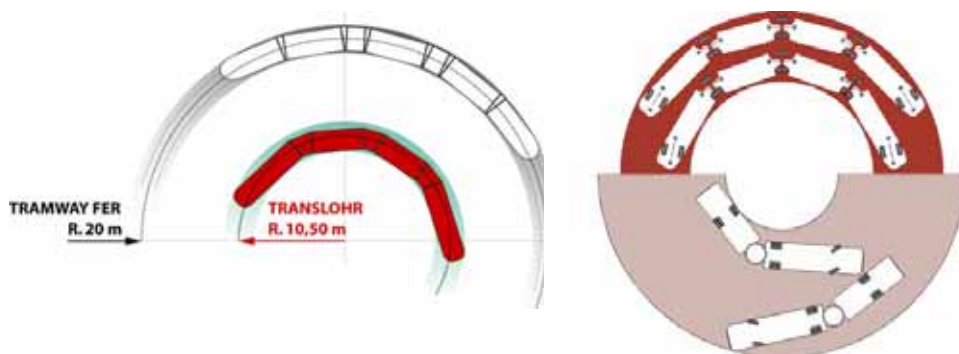
Styrskena är lätt att installera. För att minska buller och vibrationer gjuter man fast styrskenan i plastkomposit i en prefabricerad eller platsgjuten betongränna.

Varje hjulaxel styrs av dubbla par styrhjul. Styr- och bärhjulen är infästa i en ram som utgör både bäraxel och led i fordonet. Axlarna i respektive ände är styrda på samma sätt men drivs av elmotorerna under förarplatserna, lättåtkomliga för service från fronten.



Translohrs styr- och bärhjulramar (Lohr)

Med de korta vagnkorgarna och kort hjulbas, 7 m, får man mycket hög framkomlighet i trånga gaturum, snäva radier och litet breddökning i kurvor. Minimiradien för styrskenan är 10,5 meter vilket ger en innerkurva för sveparean på drygt 8 meter och en ytterkurva på knappt 12 meter. Svepareans bredd blir 3,3 meter, mindre än ett normalt bilkörfält.

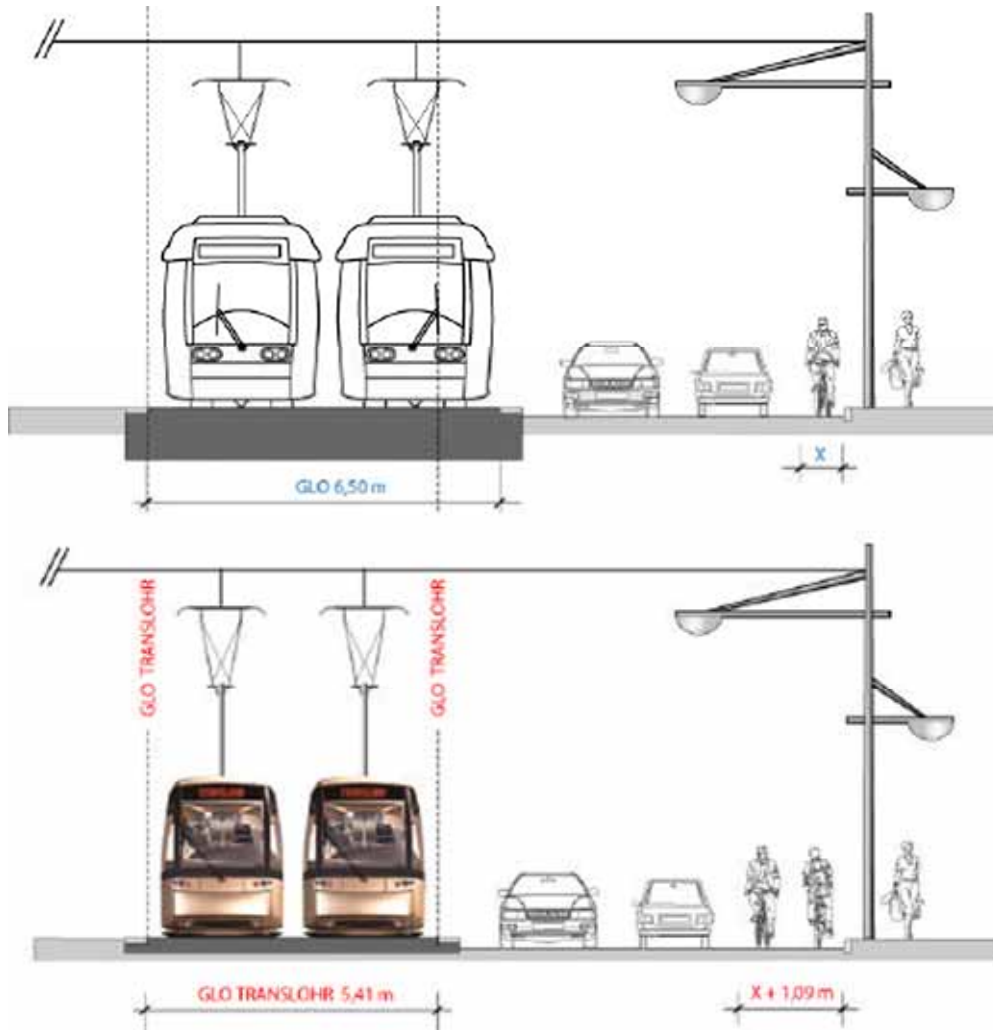


Jämförelse mellan Translohrs körspår och modern stadsspårvagn respektive ledbuss

Translohr-fordonen är starkt moduluppbyggda och består endast av tre huvuddelar, förar- och motordel, bärhjulsenhet och mellandelar/vagnkorgar. Vagnkorgarna är raka, rektangulära delar av aluminium som är inhängda mellan hjulenheter.

Den smala bredden på 2,2 m anser man med fördel kan kompenseras med ökad fordonslängd. Man erbjuder även fordonen i 2,5 - 2,65 m bredd.

Fordonets dimensioner gör det lättare att få plats för andra trafikanter i gaturummet. Jämfört med traditionell dubbelriktad spårväg är Translohr-systemet nästan 1,1 meter smalare vilket exempelvis kan användas för att förbättra för cyklister.



Jämförelse mellan traditionell spårväg och Translohr (Lohr Industrie)

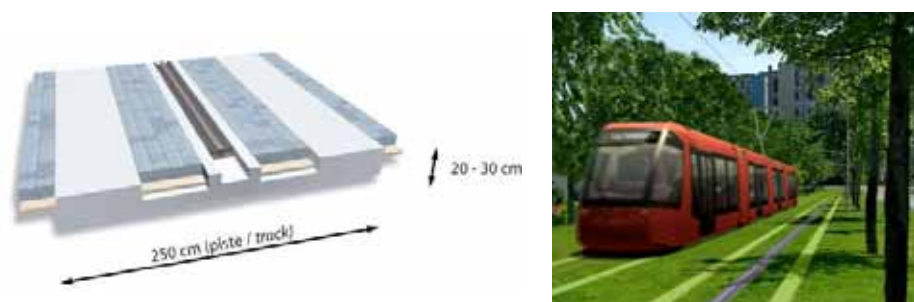
Traditionell gatuspårväg innebär ofta att gatan behöver grävas ur 70-100 cm för att få plats med syllar, förstärka bärlagret, lägga skyddsror eller byta ledningar. I olyckliga fall kan även läckströmmar uppstå som fräter sönder vattenledningar av stål eller korroderar armeringen i broar.



Spårväg med slippers och gaturäler till vänster, Translohr-bana till höger

Det låga hjultrycket 7 ton (ca 11 ton för framhjulet på en stadsbuss) gör att befintliga gatubärlager kan användas och att befintliga ledningar inte behöver läggas om. Något förenklat behöver man bara fräsa tre 25 cm djupa spår i körbanan, armera och gjuta betong.

Translohr rekommenderar 24-30 cm tjock betongkörbana. Eftersom hjulen alltid följer samma spår deformeras även hård asfalt med tiden. Körytorna föreslås vara 48 cm breda med 2,5 meter mellan ytterkanterna. Zonerna intill kan fyllas med asfalt, gatsten eller kullrig betongsten för att hålla andra fordon borta eller besås med gräs. I det sistnämnda fallet får man en mycket attraktiv stadsmiljö.



Bansektion med kullrig betongsten resp. gräsbesådd yta

Fordonen täcker ett stort kapacitetsområde från ca 1600 (STE2) till 4300 (STE5) passagerare per timme och riktning vid 3 minuters turtäthet. Kapaciteten är likvärdig med ett konventionellt spårvägssystem. Med dubbelkopplade vagnar kan kapaciteten fördubblas. En ytterligare kapacitetsreserv är att fordonen kan levereras i en bredare version.

Prisnivån för fordonen bedöms komma att ligga på ungefär samma nivå som för Bombardiers TVR-fordon, ca 60-75% av kostnaden för en konventionell spårvagn av jämförbar storlek.

Den primära målgruppen är städer med 80 000 - 400 000 invånare. Tillämpningarna är primärt förnyelse och uppgradering av äldre tråd-

bussystem, stomlinjenät i mindre orter och samt huvudnät o/e sekundära nät i större orter.

Translohr har hittills sålts till följande städer i Europa och Asien (2006-06):

	Linjelängd	Antal
Clermond-Ferrand (140 000 inv.)	14 km	20 st STE4
Padua (210 000 inv.)	10,5 km	14 st STE3
L'Aquila (70 000 inv.)	5,7 km	10 st STE3
Venedig (300 000 inv.)	12,5 km	20 st STE4
Tianjin (Kina)	8 km	8 st STE3

Japans första Translohr-system testas för närvarande på en experimentbana nära Osaka i samarbete med Mitsui.

4.2.1 Clermond-Ferrand 2006

Clermond-Ferrand ligger i södra Frankrike. Anläggningsarbetena påbörjades i april 2004. De seriebyggda rubinröda fordonen har levererats och ska tas i bruk i oktober 2006 på Linje 1 mellan le Croit de Neyrat och la Pardieu.



Clermond-Ferrands nya gummihjulsspårväg är 14 km lång och passerar över Place de Jaude i city (Lohr 2006).

4.2.2 Padua Italien 2006

Bytespunkten i Paduas historiska centrum är redan klar och ska vara en nod för tre linjer i framtiden. Den första linjen är 10,5 km lång och ska tas i bruk hösten 2006.



De första fordonen introducerades i Padova redan juni 2004 i sin Giotto-blå färg.

4.2.3 L'Aquila Italien

Sju Translohr-fordon ska trafikera den 6,5 km långa linjen. De branta och krokiga gatorna i centrum var en avgörande faktor för valet av gummihjuls-spårväg.

4.2.4 Venedig Italien

Den 12,5 km långa linjen ska binda samman den vattenomgivna delen med fastlandet och ha hållplats bl a i trafikknutpunkten Mestre.

4.2.5 Kommentar

Translohr bedömer den totala marknaden vara drygt 3500 fordonsenheter fram till 2020 varav ca 15 % i Parisregionen och 35 % i övriga Frankrike, ytterligare 35 % i Europa samt 15% utanför. Marknaden bedöms vara värd ca 35 miljarder Franc. Lohr siktar på en total marknadsandel på ca 35 %, drygt 1200 enheter till ett värde av ca 12 miljarder Franc.

De modelltyper som man nu inriktar sig på och marknadsför under begreppet Tramway on Tyres kan med fog betecknas som spårvägsfordon som har alla egenskaper utom stålhjul som kännetecknar ett modernt spårvägssystem:

- stabil komfortabel färd
- exakt läge och litet utrymmeskrav i gaturummet
- exakt hållplatsangöring, lågt golv, nivåfritt insteg
- uppgraderingsbar passagerarkapacitet
- möjlighet till dubbel/multikoppling av fordonen
- tvåriktningsfordon (man slipper vändslinga)

Genuina fördelar jämfört med klassiska spårvägssystem är

- enkel banbyggnad
- fordonens smidighet, lågt utrymmesbehov
- mindre vibrationer, buller utan kurvskrik

vilket ger mycket goda förutsättningar för inpassning i stadsmiljön.

Möjligheten till batteridrift och låg fri höjd (3 m) utan strömvtagare i känsliga och svåra partier är också en stor fördel. Utbyggnaden kan därför ske relativt snabbt med små störningar och behov av trafikomläggningar.

Sammantaget ger det förutsättningarna för en lägre systemkostnad genom

- enklare banbyggnad och depåanläggningar
- något billigare fordon.

En nackdel är att motorstyrkan är densamma för de små och största modellerna vilket ger sämre acceleration, lutnings- och fartegenskaper vid stora passagerarflöden. Nackdelen kan mötas med dubbelkoppling av mindre fordonsenheter. En möjlig utveckling är att bärhjulen mellan vagnkorgarna får elmotorer monterade i hjulnaven som på Civis och Phileas.

I Sverige finns ett klart intresse för spårvägsliknande lösningar, stads- och miljöanpassade fordonskoncept samt behov av höjd kapacitet i vissa stråk. Translohr får primärt anses vara ett stadsfordon men kan även vara av intresse för förortstrafik och i särskilda pendlingsrelationer.

4.3 Tillämpningsförutsättningar i Sverige för enrälsystem

De strategiska fördelarna med enrälsystem är

- höjd åkkomfort, stabil färd
- exakt hållplatsangöring, nivåfritt insteg
- smalt körutrymme, ökade möjligheter till separat körutrymme
- exakt sidoläge och god ytanpassning i fotgängarzoner
- medelhög anläggnings-, fordons- och systemkostnad
- partiell linjeutbyggnad och linjeförgrening (endast TVR/GLT)

Vid tester på Val de Marne i Paris har RATP bedömt att energieffektiviteten är likvärdig med konventionell spårvagn (högre rullmotstånd men lägre fordonsvikt).

Rälstyrningen behöver byggas ut som helhet om komfort- och utrymmesfördelarna skall uppnås fullt ut (TVR/GLT). För Translohr är full styrrelutbyggnad inklusive styrräl till depå och nödvändigt.

Jämfört med Translohr och traditionella spårvägssystem är möjligheten att multipelkoppla flera fordon en begränsning i GLT/TVR-systemet.

Tekniskt förutses inga svårigheter att införa systemen i Sverige. TVR/ GLT-fordonen måste godkännas och registreras både som vägfordon om de används utan rälstyrning samt som spårtrafikfordon. Ett godkännande är inte självklart men några principiella hinder bedöms inte föreligga.

Tester och driftserfarenheter av systemen i nordiskt klimat saknas och är önskvärt. Styrsystemen bedöms dock ha lika goda förutsättningar att fungera i normalt vinterväglag som spårväg. Dock kan prioriterad snöröjning av bansträckorna behövas för god pålitlighet.

Den primära marknadspotentialen i Sverige bedöms finnas i medelstora och större städer, säg 50 000 – 500 000 invånare. Systemen kan även vara intressanta som förortslinjer i våra storstäder, som matarlinjer till tågsystem eller där stora pendlingsströmmar eller andra särskilda förutsättningar finns.

En intressant tillämpning kan också vara när man planerar och bygger ut större koncentrerade bebyggelseenheter. Translohr-systemet kan då vara ett sätt att både prioritera kollektivtrafiken och ge området en extra status som man exempelvis gjort i Hammarby Sjöstad.

5 Systemjämförelser, tillämpningar

De systemtyper som jämförs och kommenteras här avser i första hand långt utvecklade system o/e system med driftserfarenheter som har passagerarkapacitet och andra kvalitetsfördelar mellan traditionell busstrafik och spårväg, "Between the Bus and the Tram":

- Bussbanor för kantstödsstyrda bussar (O-bahn)
- Enrälstyrda fordon

5.1 Teknisk lösning, kompatibilitet

Såväl bussvägar som O-bahntechniken är nu tillräckligt väl kända för att konsekvenser, kostnader mm väl ska kunna preciseras. Vintererfarenheter saknas av "mjuka" styrsystem av typ Phileas. Styrsystemets möjligheter att minska körbanebredder har dock inte utnyttjats varför skillnaden är försumbar jämfört med ett konventionellt bussystem.

Bussbanor med kantstödsstyrda bussar baserade på O-bahntechniken är tekniskt enkla och har god kompatibilitet med andra system och åtgärder i gatumiljön. Tillfälliga avbrott av kantstöden för övergångsställen i plan har visat sig fungera bra i hastigheter upp till 50 km/tim.

På renodlade fotgängarytor i centrummiljö är O-bahntechniken mindre lämplig. Å andra sidan är då hastigheter över 30 km/tim och motiven för att använda O-bahntechniken inte aktuella. Bussarna kan då framföras på en gångata/torgyta helt utan kantsten på konventionellt sätt.

Bussbanetechniken ger även fördelar vid utformning av hållplatser med nivåfritt insteg. Om bussar med styrhjul används kan de även ge fördelar vid utformningen av hållplatser utanför bussbanan.

Jämfört med ett konventionellt busskörfält innebär bussbanan en begränsning av tillfällig användning av den för annan trafik. Å andra sidan har man ofta problem med att hålla andra fordon borta från busskörfältet vilket anges vara en av O-bahntechnikens fördelar i tätortsmiljö.

Har man inte behov av ett exklusivt busskörfält mer än någon timme per dag finns det inte heller skäl att använda O-bahntechniken utöver uttrymmesvinsten. En bussbana utmed en kvarterssida begränsar dock in- och utfart till kvarteret vilket kan vara ett problem i äldre stadsbebyggelse med många in- och utfarter.

TVR/GLT har utformats för att även kunna fungera som en buss. I det avseendet är fordonet lika kompatibelt med spårväg och annan gatumiljö som en ledbuss. Det är sannolikt ingen svårighet att placera en styrräl mellan spårvägsrälerna men har inte prövats. Dock fordras speciella växlar om fordonet ska kunna passera spårvägsväxlar. En enkel möjlighet är att låta bussen passera över spårvägsväxlarna som en buss.

Translohr har samma kompatibilitet med andra system och åtgärder i gatutrummet som TVT/GLT-systemet. Dock saknar det möjlighet att köra ostyrt genom spårvägsväxlar. En poäng för Translohr jämfört med övriga system är det mindre utrymmesbehovet i trånga gatu- och centrummiljöer samt möjlighet till batteridrift genom centrum, på torg och i korsningar där det kan vara svårt och fult att ordna luftledningarna.

5.2 Kapacitet

Ett konventionellt bussystem anges ofta ha en praktisk kapacitet mellan 1000 – 2000 passagerare/timme, linje och riktning vid ca 3-minuterstrafik.

O-bahnsystemet i Adelaide har redan ca 4500 resande per timme och riktning (75 000 per dygn) vilket är den nivå man utomlands anser att en konventionell spårväg behövs/är motiverad. Den höga kapaciteten uppnår man genom hög kvalitet och hastighet på banan samt ett turintervall ner mot 1 minut. Trafikledningen bedömer att takkapaciteten är ca 9000 passagerare/tim och riktning eller ca 150 000 passagerare/dygn och riktning (*Cervero 1998*).

För de projekt i Storbritannien där O-bahntechniken främst används för att öka framkomligheten för bussarna anges inga kapacitetssiffror av naturliga skäl. Angränsande korsningar är då sannolikt avgörande för den praktiska kapaciteten.

I de exempel där mer omfattande, dubbelriktade bussbanor finns eller föreslagits, (Crawley, Edinburgh, Cambridge, Luton) anges ganska modesta passagerarflöden, ca 5000 – 20 000 resande per dygn.

En viss vansklighet finns i att jämföra kapacitetsvärden. Den teoretiska kapaciteten för TEOR (*Bjerkemo 2000, Hass-Klau 2003, Silver F 2003*), ett bussvägssystem i Rouen, anges den övre kapacitetsgränsen vara 6300 passagerare/timme och riktning vid två minuters turintervall – förutsatt att man når den höga turtätheten utan kolonnbildning och regularitetsproblem.

Om man antar ett turintervall på 3 minuter som oftast är praxis blir kapaciteten 4200 passagerare/timme och riktning. Även det är ett högt värde och nästan i nivå med en traditionell gatuspårväg. Även *Cervero (1998)*

redovisar höga värden för amerikanska och kanadensiska bussystem väl i nivå med spårvägssystem.

5.3 Resstandard, åkkomfort

Restidsstandarden är beroende av systemens tekniska standard och i vilken mån framkomlighetsreduktioner med hänsyn till annan trafik kan undvikas. TVR/GLT- och Translohr-fordonen är dimensionerade för en högsta marschhastighet på 70 km/tim vilket också konventionell spårväg vanligen är. I gatumiljö används som regel inte högre hastigheter än 50 km/timme såvida fordonen inte kan ges ett eget utrymme.

Spårvagnssystem av Lightrailtyp kan dock vara dimensionerade för hastigheter på 90 km/tim på egen banvall.

Bussbanor baserade på O-bahntechniken kan ha tillåtna marschhastigheter på upp till 100 km/tim (Adelaide) med hög driftsäkerhet. I de banor som planeras för Cambridge och Luton är marschhastigheten på huvudsträckorna 90 km/tim (50 mph).

Mätningar som gjorts i Adelaide och på testbanan Trans Val de Marne i Paris har visat att likvärdig åkkomfort kan uppnås vad avser krängningar, vibrationer m m.

5.4 Image, anpassning till stadsmiljö, införande

Anpassning till stadsmiljö, modern image och genomförande har varit väsentliga för utveckling av flera av systemen.

TVR/GLT- och Translohrfordonen har medvetet getts en futuristisk design liksom spårvägarna i Strasbourg, Grenoble m fl. Phileas och Civis och flera mer traditionella bussar är exempel på att det går att göra en tilltalande design inklusive lågt insteg och annan funktionsanpassning. Förut-sättningarna är likvärdiga. Fordonsimage mm kan därför inte sägas vara en väsentlig systemskiljande egenskap.

Translohr har det hittills det lägsta insteget/golvhöjden med enbart 25 cm. Ju lägre golvhöjd desto lättare blir det att skapa nivåfria insteg i stadsmiljö som är en kvalitets fördel för alla resenärer, inte enbart för funktions-hindrade.

Även om Translohr fn är ledande har Eurotram m.fl. spårvagnssystem, Civis och Phileas med elmotorer i hjulnaven visat att det går att bygga fordon med mycket lågt insteg och plant golv till rimliga kostnader med modern teknik.

Samtliga system kan anpassas till traditionell gatu- och stadsmiljö på ett godtagbart sätt. Utrymmesnåla system som Translohr och O-bahn har

fördelar i centrala stadsmiljöer framför system som kräver bredare körytor (buss, GLT/TVR), större radier (spårvagn, GLT/TVR) o/e klarar mindre lutningar (spårvagn).

En särskild aspekt är anpassningen till gågator och fotgängarytor. För spårväg behövs en god underbyggnad men man är i övrigt fri att välja ytmaterial. Endast de två gaturälerna syns. Å andra sidan kan flera korsande och svängande spår i en torgyta ge ett rörigt och uppsplittrande intryck och funktionsuppdelning av ytan.

Mitträlsystem halverar antalet räler. I gengäld rekommenderas betongkörbanor men det är också möjligt att, utöver hård asfalt använda betongsten med cementbundet bärlager eller cementbunden gatsten av estetiska skäl.

Hass-Klau (2000, 2003) refererar studier där man konstaterat att spårvagn upplevs som tryggare i fotgängarzoner trots att buss är ett mindre och lättare fordon. Förklaringen anges vara spårvagnens precisa läge i gatumiljön. Det talar för att även enrälsystem borde ha denna egenskap.

Eldrivna system som inte fordrar kontinuerlig elförsörjning för reguljär drift som för spårvagn och trådbuss (GLT/TVR och Translohr) har fördelar i känsliga stadsmiljöer där kontaktledningar kan anses vara störande och svåra att spänna upp. Spårvägssystem (en ledning) har fördelar framför trådbussystem (två kontaktledningar), särskilt i korsningar med svängande trafik.

Ur införandesynpunkt får bussbaserade system anses ha klara fördelar, särskilt det sätt på vilket O-bahntechniken använts i Storbritannien. I princip kan systemet iordningsställas och tas i drift kvarter för kvarter och enkelt anpassa till andra åtgärder.

Det innebär att systemet kan byggas ut efter en långsiktig plan i takt med råd och möjlighet samt att de åtgärder som ger störst och snabb effekt kan prioriteras. Traditionell gatubyggnadsteknik kan användas och anpassning till andra åtgärder är enkel och välkänd.

Den andra ytterligheten är traditionell gatuspårväg som ofta fordrar omfattande planering, detaljprojektering och gatuombyggnader. Men framför allt behöver en linje färdigställas som helhet inklusive elförsörjning, depåer mm innan systemet kan tas i drift och ge de effekter som eftersträvas. Dock kan busstrafik dra nytta av spårvägsbanorna och signalprioritering i ett utbyggnadsskede.

Sammanfattningsvis bedöms Translohr vara det system som bäst uppfyller olika kriterier i detta avsnitt med modern image, hög funktionalitet och kapacitet, eldrift och litet utrymmesbehov på sträcka, i korsning och för lutningar samt är relativt enkelt att införa. Dock fordrar systemet särskild

depå och styrrälanslutning till den från alla linjer. GLT/TVR och särskilt O-bahn systemet är dock enklare ur etapputbyggnads och genomförandesynpunkt.

5.5 Kostnader

O-bahnssystemet har klart lägst investeringskostnader. Med modern stränggjutningsteknik anses kostnaden vara jämförbar med traditionell gatubyggnadskostnad för ett något bredare busskörfält/ bussgata (*Phillips 2006*). Äldre källor anger att merkostnaden för en bussbana är högst 10 – 15 %.

För friliggande bussbanor med hastigheter över 50 km/tim är stränggjutningstekniken sannolikt än fördelaktigare eftersom banbredd inte ökar med hastigheten på samma sätt som de geometriska utformningskraven gör för en bussväg.

Sannolikt har lokala förutsättningar betydelse för kostnadsnivån i tätortsmiljö. För längre sträckor i förorts- och regional miljö förefaller även prefabricerade betongelement vara konkurrenskraftiga (Essen, Adelaide, Cambridge).

Standardfordon med låg anpassningskostnad gör att den totala systemkostnaden blir låg. Kostnadsuppgifter från ca 5000 kr till 15 000 kr per buss förekommer. Sannolikt avser den lägre kostnaden större volymer och nyinköp av fordon och den högre nivån eftermontering. Phillips (2006) anger att samtliga busstillverkare kan leverera styrhjulsförsedda bussar samt att alla nya bussar i Storbritannien i praktiken är förberedda för det.

Stor frihet finns i val av befintliga och potentiella/utvecklingsbara drivsystem/ drivmedel. En begränsning är att fordonen (f.n.) inte kan multipelkopplas vilket ger ökade driftskostnader om kapacitetsbehovet måste tillgodoses med ökade fordonsinsatser utöver vad som är motiverat av andra skäl.

För eldrivna system tillkommer kostnad för kontaktledningar, strömförsörjning, och säkerhetssystem vilket höjer den totala kostnadsnivån. Denna kostnad är relativt likvärdig för såväl trådbuss som spårvägssystem.

TVR/GLT har en speciell systemfördel i detta avseende eftersom det kan utnyttja delar av ett befintligt system o/e inte kräver en full elektrifiering, spåranslutning och elsystem i depå. Beroende på hur stor del av nätet som antas vara elektrifierat respektive körs med dieselektrisk drift anges systemkostnaden vara 60 – 75 % av ett spårvägssystem.

Särskilda fordon måste användas vilket gör att man hamnar på en relativt hög kostnadsnivå redan inledningsvis. I Nancy uppger Bombardier att den

totala systemkostnaden uppgick till ca 75 % av ett spårvägssystem. Det är oklart i vilken mån de praktiska problem man haft med fordonen och att utnyttja befintligt trådbussnät påverkat kostnaden.

Translohr anger att systemkostnaden är ca 75 % av en konventionell spårväg och motiverar det med att anläggningskostnaderna är väsentligt lägre samt något billigare fordon. Erfarenhetskostnader saknas ännu eftersom de första systemen beräknas tas i bruk under hösten 2006.

Translohrfordonen har en strategisk driftskostnadsfördel genom att fordonen kan varieras i storlek/kapacitet 2,5 gånger, från två vagnkorgar till fem samt multipelkopplas. Det innebär att personalkostnaden kan begränsas vid behov av ökad kapacitet samt att samma fordonstyp kan täcka upp ett mycket stort kapacitetsintervall.

Det är vanskligt att jämföra kostnader även inom samma typ av system eftersom det är svårt att veta hur kostnaderna beräknats och i vilken mån lokala förutsättningar påverkat dem. Det finns inte heller möjlighet att strikt objektivt avgöra i vilken omfattning ledningsomläggningar, allmän standardhöjning, arbeten som tidigare lagts mm tagits med – eller rensats bort.

I huvudtexten finns dock offentligt redovisade anläggningskostnader mm angivna vilket bör kunna vara en vägledning för bedömning av systemens tillämpbarhet för svenska fall. I de flesta fall har även mer kvalificerade transport- och samhällsekonomiska analyser ha utförts men redovisas mer sällan. Resandeflöden anges ofta men trafikarbete som personkm och persontimmar, totala tidsvinster samt driftskostnader redovisas sällan i de allmänna källorna.

5.6 Marknad/intressanta tillämpningar i Sverige

De exempel som tagits upp i rapporten är i många fall lika intressanta och tillämpbara i Sverige.

För O-bahntechniken är intressanta och realistiska tillämpningar

- framkomlighetsåtgärder och höjd standard, nivåfritt insteg längs infartsleder och huvudgator i större städer
- bussbanor för höjd restidsstandard, åkkomfort, framkomlighet och image i tätortsmiljö och för stråk som binder samman tätorter/förorter för att bidra till utökade arbetsmarknader/regionförstoring
- lätt uppgraderingsbart förstadium till andra alternativ

Enrälssystem/"gummihjulsspårväg" är särskilt intressanta som

- matartrafik med hög standard till tågsystem för ökad tillgänglighet och merutnyttjande av tågtrafiken för att bidra till ytterligare regionförstoring
- länkar till förorter och tvärlänkar i ytterområden i större städer
- kapacitets-, investerings- och genomförandemässigt mer realistiska alternativ i Sverige till konventionell spårväg där högre standard, kapacitet och image eftersträva än vad bussystem kan ge
- delar i stadsutvecklingsprojekt typ Hammarby Sjöstad.

6 Fortsatt FUD-verksamhet

En påtaglig förklaringarna till att investeringar i och användning av den typ av system som beskrivs i denna rapport utvecklats så påtagligt är att kraven på kvalificerad planering och utveckling av långsiktigt hållbara transportsystem ökats samt att finansieringen av dem förbättrats.

I Frankrike finns en lag som föreskriver att transportstrategier för hållbart resande ska tas fram för tätorter över 100 000 invånare, Plan de Deplacement Urbains, PDU. Möjligheterna till statsbidrag som följd av PDU-lagstiftningen är betydande och har med stor sannolikhet skyndat på utvecklingen. Även Frankrikes speciella kollektivtrafikskatt ”Versement” har bidragit.

Den franska planlagstiftningen (SCOT) ställer också ökade krav på samplanering av den fysiska strukturen och investeringar i transportsystem och gör PDU – planerna delvis styrande för utvecklingen (*Carstam B 2002, Bjerkemo 2006*).

I Storbritannien har ett liknande regelverk tillkommit och utvecklats från 1998 och framåt samt följts upp med förordningar om femåriga Local Transport Plans (www.dft.gov.uk, *Bjerkemo 2006*).

En försiktighet vid introduktion av innovationer/nya system är naturlig. Lokala system som förebilder har i flera fall varit väsentligt vid val nya lösningar/system. O-bahn, GLT/TVR och Translohr har utvecklats under lång tid innan de fick sina egentliga marknadsgenombrott.

En väsentlig åtgärd för att stimulera användningen i Sverige av nya attraktiva system är därför att se över och förbättra finansieringsmöjligheterna. Sannolikt fordras också att särskilda medel anslås för att genomföra ett par konkreta projekt som kan tjäna som lokala förebilder.

De tillämpningar/förebilder som främst är av intresse att kunna visa upp är

- O-bahntekniken som framkomlighets/effektiviseringsåtgärder,
- bussbana(or) med kantstöd för ökad restidstandard och komfort,
- styrrälsystem, exempelvis Translohr som uppgradering/effektivisering av busslinjer med högt resande o/e som högklassig matartrafik till tågtrafik,
- gummihjulsspårväg som del i ett stadsutvecklingsprojekt.

Även översyn av regelverk och lagstiftning för ökade krav på samplanering mellan transportplanering och fysisk planering inklusive kvalificerade analyser och beslutsunderlag är angeläget.

Referenser och litteratur

AnsaldoBreda (odaterad)

STREAM. Magnetic Pick-up electric transportation system. Neapel
www.ansoldostream.com

Ansaldo 1997

STREAM: An Ansaldo innovation in the Public Transport sector Ansaldo
News nov-dec 1997. Neapel www.ansaldo.it

A.C.T Azienda Consortiale Trasporti 2000

Företagspresentation vid seminarium i Lund 2000-06-20 (opubl). Trieste
www.act.trieste.it

Balschbach K-H 1992

Niederflur-Verkehrssystem Bus - Spurbus - Strassenbahn in Mannheim.
Nahverkehrspraxis nr 8/1992. Mannheim

Bjerkemo S-A 2000

Avancerade kollektivtrafiksystem – mellanformer mellan buss och spårväg.
Utvecklingsläge och tillämpningar utomlands. KFB-Rapport 2000:61
Stockholm. ISBN 91-895511-16-6, ISSN 1104-2621

Bjerkemo S-A 2006

Samverkande strategier utomlands för hållbart resande och stadsutveckling.
Vägverket publikation 2006:69

Boegner J, Starck M (odaterad)

Guided Bus Essen, information on the research and deployment project.
Essener Verkehr –AG

Bombardier Eurorail S.A 1999

Mobil in einer Bewegten Welt/GLT. Informationsbroschyr. Bryssel

Bombardier 2000

Tram on Tyres. CD-rom - presentation vid Seminarium i Lund 000619

Bray D J, Scrafton D 2000

The Adelaide O-bahn. Ten years on. In 8th Joint conference on Light rail
proceedings, Dallas

Bray D J 2000

The performance of the Adelaide O-bahn. In smart Urban Transport
Conference Proceedings, Brisbane

British in-situ Paving Association 2004

Guided Busway Design Handbook, Blackwater, Camberley, Surrey

Car Free Cities Network (odaterad)

Guided Busway Leeds UK. www.eltis.org

Carstam B 2002

Plan de Déplacement Urbains. Uppdragsrapport åt kollektivtrafikkommittén

Certu 2006

Buses with a high level of service. Proposal for a new COST action. Ej publicerad/offentlig projektansökan

Cervero R 1998

The Transit Metropolis. A Global Inquiry. Washington

Chapman P C 1992

The Adelaide O-bahn.: How Good in Practice?

17th Australian Transport Research Forum Conference, Canberra

Daugherty and Balcombe 1999

Leeds Guided Busway, TRL report 410 Crowthorne England

Dennis Johnston and Associates Pty, Ltd 1988

Northeast Busway Before and After study; Final Report: Evaluation of the Busway.

State Transport Authority and Department of Transport, Adelaide

Dijk T SRE 2006

Personlig korrespondens t.dijk@rez.sre.nl

ECMT 1994

Light Rail Transit Systems, ECMT Paris

Essener Verkehrs AG, EVAG 1998

Kleine EVAG - Statistik. Essen

FTA Federal Transit Administration 2000a

Bus Rapid Transit. Referat Workshop 3, Honolulu

FTA Federal Transit Administration 2000b

Bus Rapid Transit. www.brt.volpe.dot.gov/

FTA Federal Transit Administration et al 2004

Bus rapid Transit Vehicle demand analysis Update

FirstGroup 2000

Superbus (informationsbroschyr) Storbritannien

FirstLeeds 1998

The Superbus effect, fourth report. Leeds

Förstberg J 2000

Ride comfort and motion sickness in tilting trains. Human response to motion environments in train and simulation experiments. Dissemination KTH Stockholm

Gusinde H 1992

Niederflur - Verkehrssystem Spurbus. Nahverkehrspraxis nr 8/1992. München

Hass-Klau C, Cramton G, Weidauer M, Deutsch V 2000

Bus or Light Rail: Making the Right Choice. A Financial, Operational and Demand Comparison of Light Rail, Guided Buses, Busways and Bus Lanes. Environmental & Transport Planning, Brighton. Bergische Universität Gesamthochschule, Wuppertal

Hass-Klau C, Cramton G, Biereith C, Deutsch V 2003

Bus or Light Rail: Making the right Choice. A Financial, Operational and Demand Comparison of Light Rail, Guided Buses, Busways and Bus Lanes. 2nd edition

Bergische Universität Wuppertal, Environmental and Transport Planning, Brighton. ISBN 0951962086

Hedström R 1999

Light Rail - Light Cost. En förstudie.
KFB/VTI forskning/research 26/1999. Linköping

Holmberg B, Johansson S, Svensson H 1999

Utvärdering av kollektivtrafikomläggningen i Jönköping. Sammanfattning

Kim E J, Dario G, Schneck D 2005

Las Vegas MAX BRT Demonstration project Evaluation, FTA Washington

Leeds City Council 1999a

The Transport Strategy. Leeds. www.leeds.gov.uk

Leeds City Council 1999b

Guided Bus. Leeds. www.leeds.gov.uk

London Transport 1997

LT Statement of Strategy. London

London Transport 1999

Developing Integrated Transport: London Transport's contribution
www.londontransport.co.uk

London Transport Planning 1995

New ideas for Public Transport in outer London. London

London Transport Planning 1996

New ideas for Public Transport in outer London. Development of Case Studies. London

London Borough of Greenwich, London Transport (odaterad)

Greenwich Waterfront Transit. Transport for the new Millennium. Informationsbroschyr. London

London Transport Buses 1999

Routes M1 and M2 Millennium Transit. Informationsbroschyr. London

LRTA Light Rail Transit Association 1997

Fact sheet No 55. Guided Busway Development. www.lrta.org

Maasing U 2000

Bamsebuss i stället för spårvagn. Trafik Forum nr 9 2000 Stockholm.

Nahverkehrspraxis nr 8/1992

Berührungsloser Elektroantrieb für Strassenbahnfahrzeuge. Dortmund

Niemann K 1992

Komponente Spuhrführung - Lösungs des Anfahrens von Haltestellen.
Stuttgart. Nahverkehrspraxis nr 8/1992

Passenger Transport Board Adelaide 1999

Guiding Transport into the Future. Adelaide

Peterson B E 1999

Utveckling av Light Rail i ett urval av städer i Europa och Nordamerika från
1980 och framåt

Teknik och samhälle Lunds Tekniska Högskola, Bulletin 179

Phillips D 2006

An Update on Curb-Guided Bus Technology and Deployment Trends.
Journal of Public Transportation 2006, BRT Special Edition

PTEG Passenger Transport Executive Group; Light Rapid Transit Planning Group (2000)

Alternatives to Light Rail

Pruis O J 1999

First results ParkShuttle Operation in Capelle aan den IJssel, the Netherlands.

RATP 1999

Between the Bus and the Tram. Trans-Val-de-Marne experimental site.
(opublicerad). Paris

Richards B 1990

Transport in Cities. London

Richards B 2001

Future Transport in Cities

Roth N (odaterad)

Article for "Intelligent Vehicles Quarterly". Leeds Superbus compared with
Greenwich Millennium Transit. London Transport

Roth N 2000

Opublikerad intervju med Neil Roth London Transport, projektledare för
Millennium Transit, samt erhållna OH-bilder.

RTI Rapid Transport International plc 1997

A Proposal by RTI for a Rapid Transit System for Northampton
Northampton (opublikerad utredningsrapport)

RTI Rapid Transit International plc January 2000

A Rapid Transit System for Cambridge
Northampton (infobladd)

Seagriff E 1999

New modes of public transport in London - Current plans and projects.
Paper to the Friuli-Venezia Giulia Policies for Non-Polluting Mobility

Meeting 20-21/9 1999 Congress Centre, Stazione Marittima, Trieste.
London Transport

SNV Studiengesellschaft Nahverkehr 1981

Demonstrationsvorhaben für Dual-mode Busse, Hamburg

STA The State Transport Authority (a, odatrad)

The Northeast Busway Adelaide. Informationsbroschyr. Adelaide

STA The State Transport Authority (b, odatrad)

Adelaide's Guided Busway Popular with Passengers. Article for "The UTI Report 1993". Adelaide

Steer, Davis, Gleave 1997

Scott Hall Road Quality Bus Corridor Monitoring, Leeds (opublicerad)

SYSTRA 2000

Review of French experience in private financing of public urban transport.
World Bank Urban Transport Strategy Review

Teubner W 1992

Niederflur-Verkehrssystem: Bus - Spurbuss - Strassenbahn. Komponente
Mischbetrieb Strassenbahn/Spurbus - Erfahrungen aus Essen.
Essener Vehrkehrs AG (EVAG). Nahverkehrspraxis nr 8/1992

Transit Australia, nr 7, 8, 9 1997

Guided Buses Development

UITP 1998

Light Rail 1998: Trends. Bryssel

VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen 1999

Linienbusse/Line-service Buses; Future Vehicle Concepts
Alba Fachverlag GmbH Düsseldorf

Volvo Bussar AB 1990

Bussbanesystemet i Adelaide. En framgång trafikpolitiskt och transporttekniskt. Göteborg

Völkening W 1992

Aus der praxis - für der Praxis
Dittelbrunn/Nahverkehrspraxis nr 8/1992

Websidor

www.eindhoven.nl

www.veldhoven.nl

www.apt-phileas.com

www.dft.gov.uk

www.wyltp.com

www.bradford.gov.uk

www.apta.com

www.firstgroup.com

Bilaga 1

Tillämpningsexempel i Skåne

Under projektets gång har ett antal tillämpningsfall tagits fram och diskuterats i referensgruppen under 2001 - 2002. Följande arbetsmaterial har tagits fram:

- PM 1: Befintliga utredningar, underlagsmaterial och annan litteratur
- PM 2: Genomgång/sammanfattning av relevanta utredningar mm
- PM 3: Fördjupad genomgång av intressanta stråk
- PM 4: Inventerings- och analysmall
- PM 5: Strukturkarta VILAR (ej gjord)
- PM 6: Sammanställning av systemegenskaper
- PM 7: Precisering av stråkstudier

En studieresa till Frankrike har även genomförts med besök i

Paris

- RATP, kollektivtrafikhuvudmannen
- testbanan Trans Val de Marne
- spårvägslinjerna T1 och T2,
- tunnelbanelinjen Meteor med gummihjul

Rouen

- metron
- TEOR, optiskt styrsystem

Lyon

- Irisbus, Civis-fordonet

Nancy

- TVR/GLT-fordonen

Strasbourg

- Eurotram
- Translohr

Ett omfattande statistikmaterial togs fram för ett antal sträckningar i Skåne som underlag för diskussion av lämpliga systemtyper/tillämpningar. Idag finns betydligt bättre kunskaper, erfarenheter av olika tillämpningar och

genomarbetade projektförslag utomlands som redovisas i huvudtexten i denna rapport.

Det kan dock vara av intresse att redovisa de stråk och resonemang som fördes för att visa på olika systemtypers relevans för svenska förhållanden. I samtliga fall skulle naturligtvis fördjupade tekniska och trafikeringsmässiga studier behövt göras inklusive analyser av förväntat resande och samhällsekonomi.

Aspekter som stråken förväntades belysa/beaktades var:

- Fysisk framkomlighet i befintlig miljö, intrång, stadsbildseffekter
- Trafikerings- och genomförandefördelar
- Resstandard inkl komfort och hänsyn till funktionshindrade
- Nätverks- och systemeffekter
- Resandeeffekter
- Investeringsnivåer, driftskostnadsbedömningar

Framställningen nedan är summarisk av utrymmesskäl. Redovisningen har begränsats till de i praktiken kvarstående två systemtyperna med följande utgångspunkter:

Framkomlighetsåtgärder och bussbanor baserade på O-bahntechniken

Enkel partiell tillämpning, låga investeringskostnader i infrastruktur och fordon. Enkla lösningar för nivåhållplatser/funktionsanpassning. Högpresterande på egen bana.

Enkel övergång till framtida eldrift, kompatibelt med trådbuss och styrrälsystem samt spårväg om man förberett infästningar för räler.

Sidostöd är mindre lämpliga i central stadsmiljö men fordonen kan då användas i konventionella busslösningar för blandtrafik.

Mest lämpat för förorts- och regionala linjer och expressbusstrategin "Drive near the customers in outer areas, slow and gently in city centres - and fast between".

Styrrälsystem, främst TransLohr

Image, komfort och resstandard likvärdig med spårväg men lägre systemkostnad. Lämpliga för tätortstrafik och kortdistant förortstrafik. Kräver full utbyggnad med styrräl och elektrifiering.

TransLohr är särskilt fördelaktig i trånga och småskaliga gaturum. Hög anpassning för funktionshindrade. Kapacitets- och driftkostnadsfördelar genom modulvis uppgradering av kapaciteten utan personalkostnadsökningar.

TVR (ev motsvarande variant av TransLohr) har fördelar vid kombinerad matar- och stomlinjetrafik (linjeförgrening, "fork-lines") men kräver större utrymme i gaturummet. Kapaciteten kan bara ökas från ledbuss till tvåledad buss eller insats av fler fordon.

Regionala/lokala stråk

Lund – Sjöbo – Simrishamn

En kraftig pendling finns från Sjöbo – Veberöd – Dalby mot Lund och Malmö. Strömmarna mot Lund respektive Malmö är ungefär lika stora. Det är ett av sex stråk som Skånetrafiken i samarbete med Vägverket har valt ut för att prioritera busstrafiken.

Framkomlighetsåtgärder har genomförts. Till stor del går busstrafiken på det överordnade vägnätet, där framkomligheten är god. I Lund, Dalby, Veberöd och Sjöbo finns flaskhalsar där ytterligare framkomlighetsåtgärder är angelägna.

En stråkstudie för återupptagen tågtrafik på Simrishamnsbanan Malmö – Staffanstorp - Dalby - Veberöd – Sjöbo – Tomelilla – Simrishamn har genomförts. Region Skåne har gett stråket hög prioritet. En järnvägsutredning Malmö – Staffanstorp – Dalby har också genomförts.

Orterna ligger väl samlade utmed banan på goda avstånd för snabb lokal tågtrafik och med ringa bebyggelse däremellan. Simrishamnsbanan binder samman tågsystemet i sydöstra Skåne med Ystadsbanan i Tomelilla. Även om finansiering av stråket som helhet är oklart talat mycket för tågtrafik är en riktig framtidssatsning bl a för att kunna pressa ner den totala restiden till ca en timme och skapa regionförstoring.

De åtgärder som väljs bör därför vara i linje med/komplettera framtida tågtrafik. De lösningar som främst kan vara aktuella är framkomlighetsåtgärder baserat på O-bahntechniken. En del av de åtgärder som genomförts skulle ha kunnat utförts på detta sätt.

Vägnätet mellan Sjöbo och Veberöd har hög belastning och begränsad kapacitet under rusningstid. Beroende på hur långt fram i tiden en kapacitetshöjning av vägnätet respektive spårutbyggnad ligger skulle en bussbanelösning i befintlig spårreservat kunna vara ett sätt att väsentligt höja busstrafikens framkomlighet och skapa hög resstandard. Det kan också ses som ett sätt att hävda spårreservatet.

De fördelar som ett bussbanestråk (Tomelilla -) Sjöbo – Veberöd (- Dalby – Lund) skulle kunna ge utöver höjd resstandard och komfort är ökad image för kollektivtrafiken samt fördelar för lokala upptagningsslingor i orterna

och andra linjer, exempelvis som för busstråken i Cambridgeshire och Luton.

Om O-bahnlösning används som förstadium för Lundalänken Dalby - Lund (– Staffanstorps, se nedan) ökar värdet av en sådan lösning.

Möjligheter att använda O-bahntechniken som etapputbyggnad av framtida järnvägsspår är teoretiskt möjligt men konkreta studier, kostnader mm är inte kända.

Stråk längs Lomma- och Lundåkrabukten

En relativt omfattande bebyggelse finns längs kusten mellan Malmö och Landskrona. Den norra delen består till stor del av omvandlad fritidsbebyggelse med mycket litet inslag av service och arbetsplatser. Pendlingen är stor men uppsplittrad mot Malmö respektive Lund samt i norra delen mot Landskrona.

Handelsområdet Center Syd strax norr om Löddeköpinge är en viktig målpunkt även från närliggande orter och kommuner. En god kollektivtrafikförsörjning kan antas minska både bilresandet dit samt ge ökad tillgänglighet till affärsutbudet.

Även Löddeköpinge har stort (bil)beroende både mot Malmö och Lund. Stort behov finns att snabba upp kollektivtrafiken längs Lommabukten i stråket Malmö – Lomma – Bjärred – Löddeköpinge). Separerade busstråk har diskuterats väster om Borgeby och i Lomma hamn. Problem risk finns för smittrafik på gena gatusträckningar för busstrafik.

Kraftigt resande finns i delvis överlappande relationer. En förlängning av Lundalänken till Lomma är tänkbar på sikt för att kunna motivera/få en högre turtäthet på Lundalänken mellan Lund C och Universitetsområdet /Brunnshög samtidigt som en god matning till Lund C kan erhållas. På sikt kan spårtrafik till Bjärred och Löddeköpinge bli aktuellt.

Pågatågstrafik Malmö – Lomma – Fjellie (utanför Bjärred) - Kävlinge avses återupptas när Södra Stambanan har fått tillräcklig kapacitet mellan Burlöv och Malmö och Citytunneln står klar (2011). Behovet av busstrafik Lomma – Malmö reduceras men behovet av gena linjesträckningar utan risk för smittrafik kvarstår.

För att öka Fjelliestationens upptagningsområde är högklassig matartrafik av intresse från Bjärred via Fjellie mot Lund. Pendlingsströmmarna från Bjärred är till lika stor del riktade mot Lund som mot Malmö vilket talar för en utvecklad kollektivtrafik även mot Lund C, Universitetet, Lasarettet (Lundalänken), se ovan.

Även i nord-sydlig riktning är högklassig busstrafik motiverad för att tillgodose det lokala resbehovet och mata till Pågatågstrafiken i Fjellie, samt via Löddeköpinge till Häljarps station och Landskronas regionaltågstation.

I första hand är lokala framkomlighetsförbättringar, utestängning av biltrafik samt bussbanor baserade på O-bahntechniken av intresse. Bussbanor har också fördelen att kunna ge hög standard för flera busslinjekombinationer samt är kompatibla med eventuella framtida spårlösningar.

Fjellie och Häljarp stationer har idag liten stationsnära bebyggelse. Kombinationen av Pågatåg och annan högklassig kollektivtrafik kan antas bidra till att göra ytterligare stationsnära bebyggelse attraktiv som därmed stärker utnyttjandet av kollektivtrafiken.

Högklassiga regionala stråk som även binder ihop Pågatågs- och regionaltågslinjerna till en nätverksstruktur ger också ökad tillgänglighet till rekreativsmöjligheter i regionen samt ökad attraktivitet sammanlagt än vad linjerna skulle ge var för sig (systemeffekt).

Kristianstad – Åhus

Arbetspendlingen från Åhus till Kristianstad är kraftig, ökad kollektivtrafikandel är önskvärd. Stråket är ett av de sex stråk som Skånetrafiken i samarbete med Vägverket valt ut för att prioritera busstrafiken.

Återupptagen persontrafik på befintlig järnväg (oelektrifierad godsbanan) har diskuterats. En fördel är att man då kommer direkt in till centrum och Kristianstads station. Nackdelar är att man då mister direktkontakt med bussterminalen, Lasarettet och andra viktiga arbetsplatser öster om centrum.

Stationen i Åhus ligger i anslutning till tätortens centrum. Tätorten har dock en stor utbredning vilket gör att avstånden till stationen blir långa från stora delar av Åhus.

En lösning kan vara att nyttja (delar av) järnvägen som en O-bahnsträcka med lokala slingor i Åhus respektive Kristianstad. Det skulle kunna ge expressbussfördelar och öka tillgängligheten både i Kristianstad och i Åhus. Möjligheter finns också att utöka trafiken söderut till Yngsjö m fl områden.

Fördelar är kortare restider genom att högre hastigheter kan hållas genom Åhus och Rinkaby. Stråket berör dock bara en linje med ett begränsat antal fordon.

Nackdelar är komplikationen med att blanda bussar och godståg på samma bana och behov av säkerhets- och trafikledningssystem. En annan ”komplikation” är att vägnätet till stor del har hög standard vilket gör att restidsvinsterna för nya system blir små jämfört med landsvägsbuss.

Helsingborg - Höganäs

Helsingborg – Höganäs är också ett av de sex stråk som Skånetrafiken i samarbete med Vägverket valt ut för att prioritera busstrafiken.

Resandet är kraftigt under morgonrusningen in mot Helsingborg samt i den andra riktningen under eftermiddag/kvällstid. Resandet är relativt lågt däremellan. Det ger temporärt höga krav på passagerarkapacitet morgon och kväll men lågt kapacitetsutnyttjande under dygnet. Motiv för höga initiala investeringar begränsade.

Restiden är relativt lång. Till stor del går busstrafiken på det överordnade vägnätet, där framkomligheten är god. Genom Viken och i centrala Helsingborg finns flaskhalsar. Väg 111 ger bitvis hög färdhastighet och minskar motivet för ett särskilt kollektivtrafiksystem samt ger biltrafiken stora fördelar. Vinsterna i restid och komfort blir ganska små och försvårar konkurrensläget för kollektivtrafiken.

Pendlingstråket utmed kusten har en omfattande bebyggelse och kan bedömas vara bestående och utvecklingsbart. Stråket är det enda tyngre stråk i denna del av regionen som inte har en (potentiell) högklassig kollektivtrafiklösning.

Uttalat intresse finns från Helsingborgs- och Höganäs kommun för en högklassigare trafiklösning. Snabbspårväg inklusive dellösningar har utretts. De största framkomlighetsproblemen finns i Helsingborg där duospårväg via den föreslagna Tågaborgstunneln ses som en långsiktig och effektiv lösning men vars genomförande förefaller osäkert tids- och kostnadsmässigt.

Preliminärt skulle partiella tillämpningar eller komplett bussbana baserat på O-bahntechniken, gärna med större fordonsenheter än idag, kunna vara av intresse för att hävda och utnyttja de reservat som skisserats (och väg 111) samt för att uppnå en höjd resstandard och komfort på dessa sträckor med initialt låga kostnader för infrastruktur och fordon.

Fördelar är att reservat för framtida spårtrafik kan vara lättare att hävda om delar först byggs ut som bussbana. Framkomlighetsåtgärder i Helsingborg baserat på O-bahntechniken kan ge ökad tillgänglighet till arbetsplatser i norra Helsingborg samt fördelar även för annan busstrafik.

Samtrafik Tågaborgstunneln mellan duospårväg och lokal, regional och nationell tågtrafik samt bristande plattformskapacitet i resecentrumet Knutpunkten kan begränsa tidslägen och regularitet för en lösning baserad på duospårväg.

Malmö – Vellinge – Falsterbonäset

Stråket har en stark pendling in mot Malmö. Motorvägen E6 har god kapacitet och framkomlighet ner till Vellinge och skall inom kort byggas ut till motorväg ner till Trelleborg. När citytunneln är färdig ska Pågatågs-trafiken till Trelleborg återupptas vilket reducerar behovet av busstrafik till Trelleborg.

Väg 100 från Vellinge till Falsterbonäset är kraftigt belastad i rusningstid. Såväl spårväglösningar som nybyggnad av järnväg har utretts.

Bussbana(or) baserat på O-bahntekniken mellan Vellinge och Höllviken respektive mellan Höllviken och Skanör med Falsterbo kan ge restidsvinster i rusningstid. Lösningen vinner i värde om samma teknik används för framkomlighetsåtgärder och bussprioritering på infartslederna i Malmö, se nedan.

Stads- och förortsstråk

Lundalänken Lund C – Brunnsnäs – Dalby

Lundalänken har planerats och byggs ut för konventionell busstrafik på egen bana /bussväg mellan Lasarettet i Lund via Brunnsnäs till Dalbyvägen samt utformats så att konvertering till framtida spårtrafik är möjlig.

Alternativ för fortsatt sträckning till Dalby har nyligen utretts. En lösning med bussbana baserad på O-bahntekniken är möjlig som mittförlagd bana i väg 16 mellan Dalby och Lund eller som ett friliggande bussbana med ny sträckning. I det senare fallet är även bussbaneteknikens höga kapacitet och resstandard på begränsat utrymme en fördel för att minska marklösen och intrång.

Tillämpningen blir särskilt intressant om O-bahntekniken även används i resten av stråket Lund – Sjöbo – Simrishamn. Bussbanan kan då ge fördelar även för dessa linjer. Bussbanan kan även dras in mot Lunds centrum i mitten av väg 16 vilket ger ytterligare systemfördelar.

En fortsättning av Lundalänken till Staffanstorps är naturlig för att tillgodose direktresor (Malmö-) Staffanstorps – Lund, särskilt om järnvägstrafiken Malmö – Staffanstorps – Dalby (– Sjöbo – Simrishamn) återupptas. Flera förslag inklusive stadsbanesystem/duospårväg har tagits fram.

Även här ger O-bahntekniken klara fördelar med korta restider, hög komfort och kapacitet till en begränsad investeringskostnad. En väsentlig fördel är att bussarna kan köra på konventionell sätt via Lund C på det trånga gatunätet i centrum.

Om eventuell duospårväg (Dalby -) Lund – Staffanstorps (- Malmö) skulle bli aktuell i framtiden kan den utnyttja samma bana. Så länge järnvägskapaciteten genom Lund inte är tillräcklig kommer det sannolikt att vara svårt att dra en duospårväg via Lund C.

Ett mitträlsystem av typ Translohr kan även vara av intresse i detta fall just med hänsyn till det trånga gatuutrymmet i Lunds centrum. Sträckorna ut till Dalby respektive Staffanstorps är korta. Tidsvinsten mellan ett fordon som kör i 90 km/tim respektive 70 km/tim är ca en minut för respektive sträcka.

Uppgradering av busslinje 1 i Helsingborgs stad

Helsingborgs stad har en långsträckt, kollektivtrafikvänlig bandstruktur längs kusten som är väl lämpad för högklassigt kollektivtrafik med god standard och image. Intressanta matnings- och nätverksbildande punkter är Ramlösa station i söder, Knutpunkten (resecentrum) och Maria station i norr.

Linje 1 i nord-sydlig riktning är den mest utnyttjade linjen. Linjen har naturlig kontakt med Helsingborgs resecentrum Knutpunkten som är ett nav för lokal- och regional tågtrafik, lokal och regional busstrafik samt färjetrafik till Danmark.

Trådbusstrafik har skisserats som ett led i en miljövänligare kollektivtrafik och ett billigare alternativ till spårväg. Tätortens bandformade struktur innebär att högklassig kollektivtrafik i denna sträckning (nord-syd) är naturlig både som stomlinje inom tätorten och som matning till tågsystemets stationer i Ramlösa, Knutpunkten och Maria.

Ett spårstyrt system av typ Translohr bedöms i första hand vara av intresse med tanke på begränsat utrymme/framkomlighet i stadsmiljön, enkel anpassning för funktionshindrade med nivåfritt insteg och eldrift. Systemet är fullt kompatibelt med eventuella trådbusslinjer och O-bahnåtgärder för stråket Höganäs – Helsingborg samt eventuellt andra infartsleder.

Uppgradering av stomlinjenätet i Malmö

Malmö har Skånes mest omfattande stadsbusstrafik med ca 25 miljoner resor per år varav de åtta huvudstråken står för merparten, nästan 20 miljoner. Det innebär att bussystemet börjar närma sig sin kapacitetsgräns i rusnings-tid och kan behöva uppgraderas. Den mest belastade sträckan med störst framkomlighetsproblem är mellan Södervärn och Malmö C.

Stomlinjerna fungerar även som matning till Pågatågs- och regionaltågsstationer, som Malmö C och Svågertorp. När Citytunneln tas i bruk kommer resmönstret sannolikt att ändras och kollektivresandet öka. Det finns då skäl

att både strukturera om och uppgradera kollektivtrafiken. Såväl framkomlighet, resstandard och image behöver höjas.

Potentiellt är mitträlstyrda system/Translohr av intresse. De ger både värdefullt kapacitetstillskott utan att öka personalkostnaderna i samma grad, tar begränsat utrymme i anspråk och är enkla att anpassa till stadsmiljön inklusive anpassning för funktionshindrade. Fordonens moderna design ger troligen ett imagelyft för kollektivtrafiken.

De har också goda förutsättningar att vara kompletterande matarlinjer till Citytunnelns stationer. Exploateringen kring Hyllie station ger också möjlighet till att bygga upp en kvalificerad stadsmiljö med hög image längs denna typ av stadslinjer.

Idag finns ett tydligt bebyggelse- och kollektivtrafikstråk söderut längs kusten via Limhamn och Bunkeflo med flera subcentra. Framkomlighetsåtgärder är angelägna för linje 10 som trafikerar stråket i gamla spårvagns- linje 4:s sträckning. Stråket är så långt att en snabbare och högklassigare kollektivtrafikförbindelse vore önskvärt.

En koppling till Öresundsförbindelsen via Svågertorps station bör prövas för att ge möjlighet att nå regionens tågssystem åt två håll, via Malmö C respektive Svågertorp. Även här bedöms Translohr-systemet ha klara fördelar med sin kapacitet och smidighet samt futuristiska image.

Limhamnsbanan utgör en alternativ sträckning för en expresslinje och skulle kunna kombineras med en högklassig trafikförsörjning av Bo01-området.

Ökad framkomlighet på infartsleder i Malmö

Idag finns en kraftig köbildning på väg E22 från Lund in mot Malmö. O-bahntechniken skulle här kunna användas för att ge hög framkomlighet och regularitet för busstrafiken. Bropelare finns i mittremsan vilket gör det svårare att använda samma lösning som i Leeds. O-bahntechniken kräver dock mindre bredd än ett eventuellt busskörfält. Det gör det lättare att få plats med ett exklusivt bussutrymme som kan ge full hastighetsstandard i rusningstid.

Malmö har en speciell förutsättning. Infartslederna i ytterområdena har ofta generösa mittremsor som en gång i tiden var avsedda som kollektivtrafikreservat. En intressant utveckling av kollektivtrafiken i Malmö kan därför vara att utnyttja dem för framkomlighetsåtgärder, förslagsvis med hjälp av O-bahntechniken.

De kan då ge fördelar både för stadsbusstrafiken och förortslinjer samt framtida Translohr-linjer som kan utnyttja samma utrymme.

Bilaga 2

Resedagbok från studieresa

29/9 – 3/10 2001

Lördagen 29 september. Skåne och Paris

Avresa med Pågatåg mot Kastrup 10.16. Styrkan formerar sig på Malmö C och består av:

Sven-Allan Bjerkemo, konsult och reseledare, LTH

Stina Johansson, kollektivtrafikforskare, LTH

Mats Améen, trafikplanerare Skånetrafiken

Gunnar Hermansson, planeringschef Skånetrafiken

Andreas Ekberg, regional planerare, Region Skåne

Per Nettelblad, kollektivtrafik och trafiksäkerhet, Vägverket

Planet lyfter vid ett och landar två timmar senare på Charles de Gaulle-flygplatsen i Paris. Vi tar oss vidare in mot centrum med metro och anländer till hotellet vid femtiden. Kvällen tillbringas vi på Montmartre.

Söndagen 30 september 2001. Rouen och Paris

Första morgonen i Paris. Tidig frukost och avfärd från hotellet strax före klockan åtta. Snabb promenad den knappa kilometern till Gare St. Lazare, där Sven-Allan sett ut ett tåg kl 8.20. Väl där kan vi konstatera att vårt tåg till Rouen avgått redan 8.06, vilket i och för sig också står i reseprogrammet. Nästa tåg går om en timme.



Mats Améen studerar tidtabellen vid Gare St. Lazare

För att utnyttja tiden bestämmer vi oss för att ta metron ner till Place de la Concorde. Men det är inte Sven-Allans dag idag; han har också lämnat sin metrobiljett på hotellet. Nåväl, vi får en trevlig liten morgontur och beser Eiffeltornet, till hälften dolt av trolska dimmor. Vi vandrar tillbaka till Gare St. Lazare och tar det snabba tåget till Rouen, Normandies huvudstad.

Vi tar den nya fina spårvägen, som går som metro vid stationen, ner till Théâtre de Arts. Här verkar vara stadscentrum men inget trevligt sådant. Bombarna lär ha fallit tätt här under kriget. Vi börjar leta runt för att hitta målade linjer i gatan, som ska ge optisk styrning åt de kameraförsedda Agora-bussarna. Utrustningen ska tas i bruk på måndag. Efter ett tag kommer en buss på linje T3, som för oss längs norra Seine-stranden till Mont-Riboudet.

På hela sträckan finns reserverade busskörfält i påkostad utformning. Vid hållplatsen dyker även den dubbelstreckade styrlinjen upp. Mellan hållplatserna kör bussen som vanligt. Vitsen verkar alltså vara att angöra hållplatserna med precision, så att spalten mellan låggolvsbuss och plattformskant minimeras.



En hållplats med optisk guidning i gatan. Bilarna kör vid sidan om.

Tillbaka i centrum hittar vi en lunchservering i de äldre kvarteren och beser sedan den fantastiska gotiska katedralen. Den är så hög invändigt att den skulle kunna inrymma vilken svensk domkyrka som helst med torn och allt. Vi avslutar Rouenbesöket med en spårvagnsresa till Charles de Gaulle på den västra linjearmen. Långa sträckor går låggolvsspårvagnarna i välskött gräsmatta. Trafiken ger över huvud taget ett mycket propert intryck; en verklig kontrast till Paris slitna metro.

Vi är tillbaka i Paris vid halvfyra-tiden. Så skall vi även hinna med den berömda bussvägen Trans Val de Marne. Förortsjärnvägen RER tar oss till St Maur Créteil, där busstråket börjar. Här lyckas Mats med bedriften att tappa sitt tredagarskort. Till en början förekommer de röda busskörfälten växelvis i ena eller andra riktningen. Efter ett tag blir det dock helt

separerad bussväg och en exklusiv lösning med ”fly over” där en stor trafikplats passeras.



Närbild av busskörfältet med mitträl i ena riktningen vid Trans val de Marne.

Vid försökssträckan med mitträl är vi av och studerar lite extra. All reguljär drift sker dock med vanliga bussar. Nu har det börjat skymma, så vi tar oss med schabbig lokalbuss via Villejuif Louis Aragon och metrolinjerna 5 och 7 till Eiffeltornet. Nu åker vi ända upp och beser Paris ”by night”. Mer RER följer vi sedan Seinestranden till St-Michel, där dagen avslutas med middag i Latin-kvarteren. Kvällsvandring via Notre Dame till Châtelet, där metrolinje 7 nära nog tar oss till hotelldörren. En synnerligen innehållsrik dag är till ända.

(Vid pennan Mats Améen)

Måndagen 1 oktober 2001 Paris och Lyon

Sovmorgon. Utcheckning och avgång 08.55 ”sans bagage” till Gare de Lyon. Vi åker den nya metrolinjen M14 Meteor, en förarlös gummihjuls-buren snabbmetro med futuristisk design. Kapaciteten var enorm med nästan enbart dörrar i sidorna på tågen och nivåfritt insteg förstås. Trots gummihjulen var inte ljudnivån så låg i vagnarna som man kanske väntat.

Vi ska till RATP’s kontor precis vid Gare de Lyon, en fantastisk byggnad med ”vattenspegel” i foajen stor som Källbybadet. Hissen tog oss till tredje våningen men när man tittade ut såg det ut som sjätte våningen minst. Det är högt till tak på RATP.

Här träffade vi M. Guy Bourgeois (utvecklingsdirektör) och Me Claire Niclause (Foreign Affairs) som berättade om RATP och deras linjesystem, från RER (ung våra Pågatåg) till konventionella bussar. Som initiativtagare till teststräckan Trans Val de Marne hade de i egenskap av operatörer erfarenhet av de olika Inter Mediate System, mellanformer mellan buss och spårvagn som testats sträckan.

Sammanfattningsvis sade de att längre erfarenhet saknas av samtliga system. Många frågor kan bara besvaras genom att systemen är i drift under längre tid än vad som nu är fallet. Inga nya system fungerar problemfritt. De sa dessutom att man skulle ta tillverkarnas försäkringar om att alla problem var lösta med en nypa salt och att det skapade bättre förtroende att redovisa problemen än att dölja dem. Kloka ord att ta vara på.

M. Bernard Martin (chef bussdivisionen dit även IMS och spårvagnar räknas) berättade om spårvagnslinjerna i Paris och deras historia. 1920 fanns 967 km spårvagnsspår och idag fuktiga 20 km. Paris började ta bort sina spårvagnar till förmån för bilen redan 1925. Nu verkar dock spårvagnarna vara på väg tillbaka.

Man får inte glömma att Paris har fler invånare (11 miljoner) än hela Sverige samlade på liten yta, så underlaget för kollektivtrafik i alla former är helt annorlunda. Deras största problem verkar vara rena kapacitetsproblem förutsatt att rätt system är valt. Spårvagn såväl som mellanformer (IMS) passade bra i medelstora städer runt 300 000 invånare, sa M. Martin.

Tåget till Lyon avgick 12.00 . Det var ett TGV-tåg som tog oss de ca 60 mil till Lyon på två timmar. Vi åt lunch på tåget. Vid stationen blev vi hämtade med minibuss och körde ut till Irisbus fabriksområde. Här träffade vi M. Bruno Arabian som gav oss en snabb orientering över företaget och CiVis-fordonets förtjänster.

Vi åkte sedan ut till testbanan för att se närmare på CiViS-fordonet och den optiska styrningen. Tyvärr fanns optisk styrsystem enbart installerat i en ledbuss och inte i CiViS-fordonet. Vi åkte runt ett antal varv med optisk styrning och kunde bli konstaterade att föraren inte behövde hålla i ratten. Sedan bytte vi till CiViS-fordonet och åkte ytterligare några varv utan optisk styrning.



CiViS-fordonet inuti. Vägverkets representant sniffar in plastdoften.

CiViS gav ett plastigt intryck och luktade ny plastbåt. Det förstärktes av den ljussturkosa inredningen. En smaksak i och för sig.

Den varma kvällen tillbringade vi i Lyons charmiga gamla stadsdel där det fanns fullt med restauranger. En katedral besiktigades förstås. En fraktion som tänkte på morgondagen drog sig tillbaka till hotellet, den andra besiktigade ytterligare delar av gamla stan. Ryktet gick om en kuggstångsdriven funiculaire upp till den gamla vallfartskyrkan på berget. Mats Améen vet mera.

Tisdagen 2 oktober 2001. Lyon, Nancy och Strasbourg

Utcheckning 06.00 och rask promenad till stationen i Lyon. Tåget mot Nancy avgår 06.38 och vi är på plats i god tid. Väl ombord i det nästan tomma tåget passar de flesta på att sova en stund. I Nancy skall vi titta på stadsbanan som trafikeras med Bombardiernas fordon. Tyvärr är systemet inne i en testperiod nu efter en olycka så fordonen körs utan passagerare. Men vi hann se några fordon i sin rätta miljö.



Stadsbanan i Nancy.

Representanter för Bombardier hämtar oss vid stationen klockan ett och vi åker ut till deras fabriksanläggning för information och demonstration. Det är 29 grader varmt i skuggan. Vi lyssnar på M. Hervé Dohen (projektansvarig TVR) som berättar om företaget och den typ av fordon som trafikerar Nancy. Speciellt för Bombardier är att fordonen kan gå både på el och diesel samt både styrda av en räl (guided mode) och köra fritt i trafiken.

Det var när föraren skulle växla mellan styrsätten som olyckan skedde i Nancy. Man måste låsa bakhjulen rakt fram när man ska köra fordonet som buss annars springer de lätt iväg på egen hand. På en stolpe t ex Nu är fordonen försedda med ett mekaniskt säkerhetssystem som gör att föraren inte kan köra vidare om något är fel. Vi tittar på fordonet, provåker det och testar alla fyra driftformerna. Bombardier är vänliga nog att skjutsa oss tillbaka till stationen.



Bombardierna långa fordon i depån beundras av Andreas Ekberg från Region Skåne. Kritisk granskning av Vägverkets trafiksäkerhetsexpert Per Nettelblad.

Tåget till Strasbourg avgår kvart i fem och vi är framme vid sex. Sven-Allan har planerat utmärkt (igen!) genom att välja ett hotell mitt emot stationen. Vi är snabbt ute på stan efter incheckning för att bese Strasbourgs berömda spårvagnar innan mörkret faller. Ännu en underbar kväll utomhus under en stor platan medan två musiker spelar tango på dragspel. Nu är det tyska som gäller och Weissbeer mit Eisbein und Sauerkraut står på menyn för somliga. Kvällen avslutades med en rundvandring i gamla stan med Mats som suverän "Kartenführer". Vi missade inte katedralen nu heller.

(Vid pennan Stina Johansson)

Onsdagen 3 oktober 2001. Strasbourg och Malmö

Sovmorgon. Hyfsat väder. Efter ännu en hotellfrukost (hungriga?) hämtas vi av Martin Körber och Jean-François Argence, Lohr Industrie, vid hotellet runt niotiden för vidare färd mot fabriken som ligger i en liten by 30 minuter utanför Strasbourg. Färden dit går i ett gott tempo utan säkerhetsbälten...

Väl framme görs en presentation av familjeföretaget Lohr Industries och deras olika produkter. Herr Lohr själv sägs hålla om företaget med silkesmjuka stålhandskar. Hans döttrar tar sedan över. Presentationen går sedan mer in på Translohr-fordonet och är mycket bra. Till och med fordonen på OH-bilderna har angivna lundadestinationer...

Presentation av stadsomvandlingen av Strasbourg och spårvagnstrafikens stora roll och betydelse i denna stad var också ett intressant inslag. Försäljningsupplägget/strategin verkar vara att sälja in spårsystemen tillsammans med en stadsomvandling. Stor vikt läggs på imagefrågan. Clermont Ferrand kan bli Lohrs första stora order/uppdrag.



Translohrfordonet på sin testbana

Teståkning av Translohr på deras egen test-track. Fordonet var utrustat med sandsäckar och mätinstrument för tester av olika slag, men hade ändå ett behagligt inre. Relativt nimmt, smidigt och tyst fordon jämfört med de andra fordonen vi provåkt innan. Olika ”modes” provades innan vi tog oss tillbaka till fabriken för en ”vad-händer-i-framtiden-avrundning”.

Martin och Jean-François skjutsade oss efter detta till centralstationen där vi skakade hand. På Quick Burger stillades lunchhungern till Mats Améens stora förtjusning. På stationen i ett trångt hörn hölls sedan ett inofficiellt möte med Georges Muller, manager på CTS (”kollektivtrafikföretaget” i Strasbourg.). Där anslöt även c:a 20 pers från Helsingborg (som var på en annan exkursion med liknande tema).

Presentationen av Muller om stadsomvandlingen och spårvagnsplaneringen i Strasbourg liknade presentationen hos Lohr fast hade ett annat perspektiv – trafikplanerarens mer övergripande.

Då tiden i Strasbourg började lida mot sitt slut passade vi på att medelst spårvagn via centrum och ett byte till flygbuss ta oss till flygplatsen. ”Lika bra att åka hem eftersom det börjar regna.”

Flygplatsen erbjöd sprit- och godisinköp etc. samt, sorgligt nog men ändå ett bevis på vår effektivitet, den första fikan i Frankrike! Vissa hade dock inga pengar kvar. Avfärden c:a 16.30 blev försenad, dessutom fick planet tekniska problem – hjulen ville inte fällas in – varför vi fick landa igen. Det andra försöket gick bättre och några halvdana Bloody Mary senare landade vi på Kastrup. Öresundståget timades sedan perfekt.

Framme på Malmö C avtackades Sven-Allan för en intressant, inspirerande och välplanerad ”Studytrip”. Handskakningar, adjö och ”vi ses”!

(vid pennan Andreas Ekberg)

Bilaga 3

Deltagare i Referens- och projektgrupper

Göran Eriksson, teknisk chef Lund

Ronnie Kalén kollektivtrafikkontoret Lund

Stig Gustavsson trafikplaneringschef Lund

Gunnar Hermansson planeringschef Skånetrafiken

Mats Améen utredare Skånetrafiken

Andreas Ekberg Region Skåne

Per Nettelblad Vägverket

Stina Johansson LTH

Sven-Allan Bjerkemo LTH/*Bjerkemo Konsult*, projektledare

Särskilda rådgivare/bollplank:

Bo E Peterson adj prof LTH

Bengt Holmberg prof kollektivtrafik LTH

VINNOVAs publikationer

Mars 2007

För mer info eller för att se tidigare utgivna publikationer se www.VINNOVA.se

VINNOVA Analys

VA 2007:

- 01 Nanoteknikens innovationssystem
- 02 Användningsdriven utveckling av IT i arbetslivet - Effektivvärdering av tjugo års forskning och utveckling kring arbetslivets användning av IT. *För kortversion se VA 2007:03*
- 03 Sammanfattning - Användningsdriven utveckling av IT i arbetslivet - Effektivvärdering av tjugo års forskning och utveckling kring arbetslivets användning av IT. *Kortversion av VA 2007:02.*

VA 2006:

- 01 End of an era? Governance of Swedish innovation policy. *För svensk version se VA 2005:07*
- 02 Forskning och utveckling vid små och medelstora företag. *Finns endast som PDF*
- 03 Innovationsinriktad samverkan. *Finns endast som PDF*
- 04 Teknikbaserat nyföretagande i Sverige 1990 - 2003. *Finns endast som PDF*
- 05 Offentligt stöd till universitetens samverkansuppgift - en internationell kartläggning. *Finns endast som PDF*
- 06 Inkubatorer i Sverige - analys av indikatordimensioner och nyttoeffektivitet. *Finns endast som PDF*

VA 2005:

- 01 Wood Manufacture - the innovation system that beats the system. *För svensk version se VA 2004:02.*
- 02 Nationella och regionala klusterprofiler - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik i Sverige 2004
- 03 Innovation policies in South Korea and Taiwan. *Finns endast som PDF*
- 04 Effektanalys av nackskadeforskningen vid Chalmers - Sammanfattning. *Kortversion av VA 2004:07, för kortversion på engelska se VA 2005:05*
- 05 Impacts of neck injuries research at Chalmers University of Technology - Summary. *Kortversion av VA 2004:07, för kortversion på svenska se VA 2005:04*
- 06 Forskningsverksamhet inom produktframtagning i Sverige - en ögonblicksbild år 2004
- 07 En lärande innovationspolitik - samordning och samverkan? *För engelsk version se VA 2006:01*
- 08 Svensk trafiksäkerhetsforskning i

tätposition - Framträdande forskare och forskningsmiljöer i statligt finansierad trafiksäkerhetsforskning 1949 - 2005

VINNOVA Forum

VFI 2007:

- 01 Universitetet i kunskapsekonomin (*Innovationspolitik i Fokus*)

VINNOVA Information

VI 2007:

- 01 Forska&Väx
- 02 MERA-programmet - Projektkatalog. *För engelsk version se VI 2007:03*
- 03 The MERA-program - Projects. *För svensk version se VI 2007:02*
- 04 DYNAMO 2 - Startkonferens & Projektbeskrivningar
- 05 IT för sjukvård i hemmet - Projektkatalog
- 06 VINNVÄXT - Ett program som sätter fart på Sverige! *För engelsk version se VI 2006:15*
- 07 Årsredovisning 2006

VI 2006:

- 01 VINNOVAs verksamhet inom Transporter. *För engelsk version se VI 2006:07*
- 02 Årsredovisning 2005
- 03 Paving the Road. For Transport Innovation and Research
- 04 Drivkraft för tillväxt. VINNOVA 2005. *För engelsk version se VI 2006:08*
- 07 VINNOVA's activities within the Transport Sector. *För svensk version se VI 2006:01*
- 08 A driving Force for Growth. VINNOVA 2005. *För svensk version se VI 2006:04*
- 09 Komplexa sammansatta produkter - Projektkatalog 2006
- 10 VINNVINN - Mötesarena för nya affärsmöjligheter och arbetstillfällen
- 13 VINNOVA's Activities in Biotechnology.
- 14 Arbetslivsutveckling - VINNOVAs satsningar inom arbetslivsområdet
- 15 VINNVÄXT - A programme to get Sweden moving! *För svensk version se VI 2007:06*
- 16 Competence Centres in Figures -

Kompetenscentrum i siffror

- 17 E-tjänster i offentlig verksamhet. *För engelsk version se VI 2006:18*
- 18 E-Services in Public Administration. *För svensk version se VI 2006:17*
- 19 Effektiv Produktframtagning - Projektkatalog 2006
- 20 Forskning och innovation för hållbar tillväxt

VI 2005:

- 02 Årsredovisning 2004
- 04 DYNAMO -Beskrivningar av de 18 projekt som ingår i programmet
- 05 Den dubbla vinsten. VINNOVA 2004
- 06 VINNOVA - For an innovative Sweden!
- 08 Swedish research for growth. A VINNOVA magazine
- 09 Kunskapsbildning och organisering - Ett program för förnyelse och innovation
- 10 Innovationsprocesser i Norden - Ett program för organisering av utvecklingsarbete med bred medverkan. *Finns endast som PDF*

VINNOVA Policy

VP 2006:

- 01 På spaning efter innovationssystem. *För engelsk version se VP 2006:02*
- 02 In search of innovation systems. *För svensk version se VP 2006:01*

VP 2005:

- 01 Kunskap för säkerhets skull. Förslag till en nationell strategi för säkerhetsforskning. *För engelsk version se VP 2005:03*
- 02 Strategi för tillväxt - Bioteknik, en livsviktig industri i Sverige
- 03 Knowledge to safeguard security. Proposals for a national strategy for security research. *För svensk version se VP 2005:01*
- 04 Produktionsteknik & Fordonstelematik. Förslag till FoU-program
- 05 VINNOVA's views on the European Commission's proposal for the Seventh Framework Programme on Research & Technological Development 2007 - 2013. Position paper

VINNOVA Rapport

VR 2007:

- 01 Design of Functional Units for Products by a Total Cost Accounting Approach
- 02 Structural Funds as instrument to promote Innovation - Theories and practices. *Finns endast som PDF*
- 03 Avancerade kollektivtrafiksystem utomlands - mellanformer mellan buss och spårväg. Tillämpningsförutsättningar i Sverige. *Finns endast som PDF*

VR 2006:

- 01 Det förbisedda jämställdhetsdirektivet. Text- och genusanalys av tre utlysningstexter från VINNOVA
- 02 VINNOVAs FoU-verksamhet ur ett jämställdhetsperspektiv. Yrkesverksamma disputerade kvinnor och män i VINNOVAs verksamhetsområde
- 03 ASCI: Improving the Agricultural Supply Chain - Case Studies in Uppsala Region. *Finns endast som PDF*
- 04 Framtidens e-förvaltning. Scenarier 2016. *För engelsk version se VR 2006:11*
- 05 Elderly Healthcare, Collaboration and ICT - enabling the Benefits of an enabling Technology. *Finns endast som PDF*
- 06 Framtida handel - utveckling inom e-handel med dagligvaror
- 07 Tillväxt stavs med tre T
- 08 Vad hände sen?- Långsiktiga effekter av jämställdhetssatsningar under 1980- och 90-talen
- 09 Optimal System of Subsidization for Local Public Transport. *Finns endast som PDF*
- 10 The Development of Growth oriented high Technology Firms in Sweden. *Finns endast som PDF*
- 11 The Future of eGovernment - Scenarios 2016. *För svensk version se VR 2006:04*
- 12 Om rörlighet - DYNAMO-programmets seminarium 12 - 13 juni 2006
- 13 IP-telefoni - En studie av den svenska privatmarknaden ur konsument- & operatörsperspektiv
- 14 The Innovation Imperative - Globalization and National Competitiveness. Conference Summary
- 15 Public e-services - A Value Model and Trends Based on a Survey
- 16 Utvärdering av forskningsprogrammet Wood Design And Technology - WDAT

VR 2005:

- 01 Effektivt arbete i processindustrin Hur man gör. Från strategi till genomförande
- 02 Teori och metod för val av indikatorer för inkubatorer. *Finns endast som PDF*
- 03 Informations- och kommunikationsteknik i USA. En översiktsstudie om satsningar och trender inom politik, forskning och näringsliv.
- 04 Information and Communications Technology in Japan. A general overview on the current Japanese initiatives and trends in the area of ICT.
- 05 Information and Communications Technology in China. A general overview of the current Chinese initiatives and trends in the area of ICT.
- 06 Hälsa & lärande. Frågor för hälso- och sjukvårdssystemet
- 07 Samhandling för innovationsledd tillväxt
- 08 Tekniköverföring från landbaserade fordon till mindre fartyg - fas 1. *Finns endast som PDF*
- 09 Nya emissionskrav för dieselmotorer - en katalysator för svensk industri? *Finns endast som PDF*
- 10 Samarbete mellan KTH och kringliggande industriforskningsinstitut - nuläge och utvecklingsmöjligheter
- 11 ICT-based Home Healthcare. *Finns endast som PDF*
- 12 Kompetensutveckling i små och medelstora företag - SMF. En kvalitativ studie av konferensdeltagares utsagor
- 13 The KTH Entrepreneurial Faculty Project
- 14 OLD@HOME Technical Support for Mobile Close Care. Final Report. *Finns endast som PDF*
- 15 Värdeskapande innovationsmiljöer

VR 2004:

- 01 Nya material och produkter från förnyelsebara råvaror. En framtidsbild och vägen dit. *För kortversion se VR 2004:02*
- 02 Nya material och produkter från förnyelsebara råvaror. *Kortversion av VR 2004:01.*
- 03 Evaluation of the NUTEK-VINNOVA programme in Complex Technical Systems 1997-2001. Utvärdering av ett FoU-program i Komplexa Tekniska System 1997-2001
- 04 Förnuft och känsla - en narrativ studie om äldre kvinnors bilkörning. *Finns*

endast som PDF

- 05 Equipment for Rational Securing of Cargo on Railway Wagons. Utrustning för rationell säkring av last på järnvägsvagnar (jvgRASLA). *Finns endast som PDF*
- 06 Innovationspolitik för ITS. En studie av aktörsnätverk kring Intelligent Transport System. *Finns endast som PDF*
- 07 Svensk forskning - rik på upplevelser. *Finns endast som PDF*
- 08 Fånga Vinden! - en klokbok för tillväxt
- 09 Utvärdering av det Nationella Flygtekniska Forskningsprogrammet
- 10 Forskning och Innovation i Småföretag. SBIR - Small Business Innovation Research. Ett amerikanskt program för behovsmotiverad forskning utförd av mindre företag
- 11 Arbetsgivarringar i Sverige - förekomst, funktion och nytta
- 12 Evaluation of the Öresund contracts for cross-border R&D cooperation between Denmark and Sweden
- 13 Det öppna svenska innovationssystemet - en tillgång för Sverige?



VINNOVA är en statlig myndighet
med uppgift att främja hållbar tillväxt
genom finansiering av behovsmotiverad forskning
och utveckling av effektiva innovationssystem.

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56
Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se