

Thesis 218

# Gondolbanor

En del av kollektivtrafiken

---

Magnus Olsson



Trafik och väg  
Institutionen för Teknik och samhälle  
Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet

# Gondolbanor

En del av kollektivtrafiken

Magnus Olsson

Magnus Olsson

## Gondolbanor – En del av kollektivtrafiken

2011

### *Ämnesord:*

Gondolbana, Kollektivtrafik, Tvärförbindelse, Stomtrafik, Turtäthet, Pålitlighet, Spårväg syd

### *Referat:*

För att öka kollektivtrafikens marknadsandelar bör man satsa på de faktorer som resenärerna värderar högst. Kollektivtrafikens attraktivitet beror till stora delar på faktorerna restid, turtäthet och pålitlighet. Att driva kollektivtrafik med hög attraktivitet är emellertid mycket kostsamt med konventionella färdmedel. Det krävs i princip egen bana och ett stort antal förare för att kunna erbjuda hög pålitlighet och turtäthet. Gondolbanor, som är en typ av linbana, kan många gånger vara ett attraktivt men samtidigt billigt alternativ till de konventionella färdmedlen. Genom att systemen är förarlösa, samt att dyra broar eller tunnlar ej krävs, erbjuder systemen hög turtäthet till en relativt liten investeringskostnad. Eftersom de är automatiska blir också pålitligheten mycket hög. Denna studie undersöker möjligheterna att använda gondolbanor som kollektivtrafik i Sverige och i Stockholm. Resultaten indikerar att gondolbanor kan vara ett realistiskt alternativ till konventionell kollektivtrafik. Gondolbanor bör övervägas som ett utredningsalternativ där såväl naturliga som bebyggda barriärer komplicerar genomförandet av kollektivtrafik med hög kapacitet.

### *English title:*

Urban gondolas – A part of public transport

### *Citeringsanvisning:*

Magnus Olsson, Gondolbanor – En del av kollektivtrafiken. Lund, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2011. Thesis. 218

## Förord

Examensarbetet *Gondolbanor – En del av kollektivtrafiken* har genomförts under år 2010 & 2011 vid Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, Trafik och väg i samarbete med WSP Samhällsbyggnad i Stockholm, avdelning Trafik och transport.

Jag vill börja med att tacka min handledare och initiativtagare Nicolas Grivet på WSP samt min handledare på LTH, Anders Wretstrand. Ni har varit ett bra och viktigt stöd under arbetets gång och Nicolas stora engagemang i ämnet har varit mycket inspirerande. Jag vill också tacka Kerstin Pettersson, Håkan Berell och Göran Tegnér på WSP Analys & Strategi för att ha hjälpt mig i arbetet.

Slutligen vill jag tacka övriga medarbetare på WSP, där ett särskilt stort tack riktas till Karin Jansson som gjorde arbetet möjligt från första början. Tack också till min familj och mina vänner som har varit ett stort stöd under hela tiden.

Stockholm, september 2011

Magnus Olsson



# Innehåll

1 INLEDNING.....	11
1.1 Bakgrund.....	11
1.2 Syfte.....	12
1.3 Avgränsning.....	12
2 METOD.....	13
3 RESULTAT – LITTERATURSTUDIE.....	15
3.1 Kollektivtrafik: Definition och kort historik.....	15
3.2 Kollektivtrafikens roll i samhället.....	16
3.3 Kollektivtrafiktrafikens organisation.....	17
3.4 Värderingar av egenskaper.....	17
3.4.1 Tillgänglighet.....	18
3.4.2 Bekvämlighet.....	19
3.4.3 Säkerhet.....	19
3.5 Efterfrågan på kollektivtrafik.....	20
3.6 Att möta efterfrågan.....	21
3.7 Kollektivtrafiksystemen i Sverige.....	22
3.7.1 Buss i blandtrafik.....	22
3.7.2 Prioriterad busstrafik.....	23
3.7.3 Stadsspårväg.....	23
3.7.4 Spårväg på egen bana.....	24
3.7.5 Tunnelbana och pendeltåg.....	25
3.8 Alternativa kollektivtrafiksystem.....	25
3.8.1 BRT – Bus Rapid Transit.....	26
3.8.2 Spårtaxi.....	26
3.8.3 Linbanor.....	27
3.9 Gondolbanor.....	29
3.9.1 Tekniska egenskaper.....	30
3.9.2 Sträckning och stationsutformning.....	33
3.9.3 Kostnader och finansiering.....	35
3.9.4 Miljö.....	36
3.9.5 Acceptans.....	37
3.9.6 Säkerhet och säkerhetsutrustning.....	37
3.9.7 Komfortutrustning.....	38
3.9.8 Befintliga urbana gondolbanesystem.....	38
3.9.10 För- och nackdelar med gondolbanor.....	42
3.10 Slutsats litteraturstudie.....	44

4 RESULTAT – FALLSTUDIE.....	45
4.1 Förutsättningar för gondolbanor .....	45
4.2 Gondolbana i Stockholm.....	47
4.3 Intressanta sträckningar.....	47
4.3.1 Kista centrum – Helenelunds station .....	50
4.3.2 Hjulsta – Barkarby alternativt Akalla – Barkarby .....	51
4.3.3 Södertälje – Östertälje station.....	52
4.4 Studerad sträckning Flemingsberg – Skärholmen.....	53
4.4.1 Bakgrund .....	54
4.4.2 Resandeunderlag.....	54
4.4.3 Linjesträckning och trafikering.....	56
4.4.4 Kostnader.....	59
4.4.5 Resandeeffekter .....	60
4.4.6 Övriga effekter.....	61
4.4.7 Samlad bedömning .....	61
5 DISKUSSION.....	63
6 SLUTSATS .....	65
7 REFERENSER .....	67

## BILAGA 1 – RUTTVALSANALYS SPÅRVÄG SYD

## Sammanfattning

Kollektivtrafiken har flera olika roller i ett fungerande samhälle. Exempelvis ska den göra det möjligt för personer att ta sig till och från arbete, utbildning, service, vård och kultur även utan att ha tillgång till bil. Kollektivtrafiken är dessutom ett viktigt medel att öka tillväxten, minska trängsel, öka trafiksäkerheten samt att bidra till att förbättra folkhälsan. Kollektivtrafiken har därmed många viktiga funktioner och i en av preciseringarna av det transportpolitiska funktionsmålet anges att förutsättningarna för att välja kollektivtrafik samt gång och cykel ska förbättras.

Resenärer värderar kollektivtrafikens egenskaper olika och för att ta reda på vilka värderingar som finns har det gjorts flertalet studier. Studierna visar bland annat på att restid, turtäthet, pålitlighet är särskilt viktiga kvalitetsfaktorer. För att öka kollektivtrafikens marknadsandelar är det viktigt att tillgodose resenärernas värderingar eftersom fler nöjda resenärer gör att fler resor görs kollektivt.

Det vanligaste kollektiva färdmedlet i lokal- och regionaltrafik är buss i blandtrafik men i några av Sveriges städer finns det även prioriterade bussar, spårvägar, tunnelbanor och pendeltåg. Alla dessa färdmedel har olika förutsättningar och egenskaper.

Förutom kollektivtrafiksystemen som finns i Sverige idag finns det alternativa färdmedel som antingen redan används i andra länder eller som än så länge bara finns som prototyper. Exempel på alternativa kollektivtrafiksystem är BRT (Bus Rapid Transit), spårtaxi och gondolbanor. Syftet med detta examensarbete är bland annat att redogöra för gondolbanors för- och nackdelar, att ge ett förslag på en gondolbana i Stockholm samt att försöka avgöra om de kan vara ett bra komplement till kollektivtrafiken i Sverige.

En gondolbana är en av många linbanevarianter som, bland annat genom hög turtäthet, kapacitet och tillgänglighet, på senare år blivit föremål för att användas som kollektivtrafik. Ursprungligen har de främst funnits i alpina skidsystem men nu finns de även i ett antal städer runt om i världen. Gondolbanorna kan bland annat genom automatisk drift erbjuda en mycket hög turtäthet med avgångar så tätt som var åttonde sekund. Den höga turtätheten ger, trots små fordon, dessutom en hög kapacitet som kan jämföras med spårväg. Samma höga turtäthet kan dessutom erbjudas under hela tiden systemet är i drift utan att kostnaderna blir högre. Dessa goda egenskaper tillsammans med gondolbanans ursprungliga syfte att överbrygga barriärer gör dem extra intressanta som ett kollektivtrafikalternativ. Till skillnad från konventionella kollektivtrafikfärdmedel behövs nämligen inte några kostsamma broar eller tunnlar.

Gondolbanor har även nackdelar som exempelvis att de är mindre lämpliga i täta stadsmiljöer eftersom de måste gå i raka linjer mellan stationerna. Andra nackdelar är att hastigheten är något begränsad, att de kan utgöra ett visuellt intrång i stadsbilden och att det kan bli problem med insyn i bostäder om gondolbanan går för nära befintliga byggnader.

Detta examensarbete har bland annat kommit fram till att en gondolbana är ett särskilt intressant kollektivtrafikalternativ då något eller några av följande behov finns:

- att uppfylla ett resandebehov på upp till 5000 personer per timme och riktning.
- att skapa kort (under 10 km) men samtidigt attraktiv linjetrafik.
- att skapa tvärförbindelser i storstäder.



- att skapa attraktiv stomtrafik i mindre städer.
- att överbygga stora barriärer, naturliga som onaturliga.
- att förbättra kollektivtrafiken i halvglesa stadsmiljöer.

Stockholmsregionen växer snabbt och har redan idag ett mättat väg- och kollektivtransport-system. För att möta den snabba befolkningsökningen och samtidigt kunna hushålla med resurser krävs att kollektivtrafikandelen i regionen ökar. För att detta ska vara möjligt behövs kollektivtrafiksatsningar i form av exempelvis nya tvärförbindelser mellan befintlig spårtrafik.

En viktig tvärförbindelse är mellan Flemingsberg och Skärholmen. Det är en delsträcka i en planerad spårvägslinje som SL (AB Storstockholms Lokaltrafik) för tillfället tar fram en förstudie för. En gondolbana mellan Flemingsberg och Skärholmen skulle kunna vara ett mycket bra alternativ till de färdmedel som utreds i förstudien nämligen buss, BRT och spårväg. Med ungefär samma restid skulle gondolbanan kunna leverera en många gånger högre turtäthet och kapacitet till en investeringskostnad som ligger under investeringskostnaden för en spårväg eller en BRT-linje. I en ruttvalsanalys som i denna fallstudie genomförts för sträckan visade det sig dessutom att en gondolbana tack vare den höga turtätheten skulle kunna få mer än dubbelt så stora resandevolymer som en spårväg eller en BRT-linje.

Det finns emellertid många aspekter som måste utredas vidare för att ta reda på om en gondolbana mellan Flemingsberg och Skärholmen är samhällsekonomiskt lönsam eller inte. Djupare studier behövs där bland annat följande bör utredas vidare:

- kostnader – investerings-, drifts- och underhållskostnader
- alternativa linjesträckningar och stationslägen
- eventuella etappindelningar eller förgreningar
- stationsutformning
- finansiering
- påverkan på stadsbild och anpassning till omgivning
- bemanning och personal

Det finns mycket att vinna på om gondolbanor skulle vara med som ett utredningsalternativ i förstudier och planer för ny och förbättrad kollektivtrafik. Genom att tas med tidigt i planeringsprocessen skulle gondolbanans goda egenskaper kunna ge nya möjligheter och förutsättningar för kollektivtrafikplaneringen i Sverige.

## Abstract

Public transport has multiple roles in our society. One of them is to provide opportunities for people to get to and from work, education, service, healthcare or culture, even without access to a private car. Public transport is also an important tool to increase growth, reduce congestion, increase traffic safety, and to help improve public health. Public transport has for that reason many important functions and one of the clarifications of the Swedish transport policy objective is that the conditions for choosing public transport, walking and cycling should be improved.

Travellers value the properties of public transport different and to find out what these values are, several studies have been conducted. One significant finding is that travel time, frequency and reliability are particularly important quality factors. To increase the market share of public transport, it is important to meet travellers' values since more satisfied customers means that more trips are made with public transport.

The most common local and regional public mode of transport is regular bus in mixed traffic. In some Swedish cities there are also prioritised buses, trams/light rail, subways and commuter trains. All these modes of transport have different conditions and characteristics.

In addition to public transport systems that exist in Sweden today there are alternative means of transport. They are either already used in other countries or, so far only available as prototypes. Some examples of alternative public transport systems are BRT (Bus Rapid Transit), PRT (Personal Rapid Transit) and gondolas. The purpose of this thesis is; to describe advantages and disadvantages of gondolas; to provide a proposal on a gondola scheme in Stockholm; and to try to determine if gondolas can be a good addition to public transport in Sweden.

A gondola, which is one of many types of aerial cableways, offers a high frequency of service, capacity and availability. Historically, gondolas mainly existed in alpine ski resorts but in recent years they also have been built as a mode of public transport and can now be found in a number of cities around the world. Thanks to the automatic operation, amongst other things, gondolas can offer very short headways, with departures down to every eight seconds. Despite its small vehicle units, the high frequency provides high capacity that is comparable to the capacity of light rail. High frequency can be offered at all times while the system is in operation without any large additional cost. Gondolas are initially made for overcoming barriers. This feature makes them especially interesting as a public transport alternative because, unlike conventional public transport they don't need any expensive bridges or tunnels.

One of the disadvantages with gondolas is that they are less appropriate in dense urban environments because they have to go in straight lines between stations. Other disadvantages are that the speed is limited, that they may constitute a visual intrusion into the skyline and that there may be problems with privacy if the gondola goes too close to existing buildings.

This thesis has concluded that a gondola is a particularly attractive alternative to public transport when one or more of the following needs are there:

- to meet a demand of up to 5000 passengers per hour and direction.
- to create short but attractive lines (less than 10 km).
- to create cross-connections in major cities

- to create an attractive high frequency mode in smaller cities.
- to overcome large barriers, natural or unnatural.
- to improve public transport in semi-sparse urban areas.

The region of Stockholm is growing fast and has already today a saturated road and public transport network. To meet the rapid population growth whilst managing a sustainable development, an increased share of public transport in the region is required. To accomplish an increased share of public transport there is a need for new public transport investments such as cross-connections between existing metro lines and the rail network.

One important cross-connection is between Flemingsberg and Skärholmen that is one section of a planned light-rail line that SL (Stockholm Public Transport) are currently doing a feasibility study for. A gondola between Flemingsberg and Skärholmen could be a suitable alternative to the public modes of transport that are under investigation in the feasibility study (bus, BRT and light rail). With roughly the same travel time, the gondola would offer a higher frequency and capacity, and at the same time offer an investment cost that is below the investment cost for a BRT or light rail alternative. A route choice analysis, conducted in this case study, showed furthermore that the high frequency a gondola offers could induce more than twice as large travel demand as for the light rail or BRT line.

However, there are many aspects that need further investigation to determine if a gondola between Flemingsberg and Skärholmen is economically profitable or not. Deeper studies are needed in which the following should be investigated further:

- costs: investment, operating and maintenance
- alternative routes and station location
- implementation stages or branches
- station design
- financial solutions
- impact on townscape and adaptation to the environment
- staffing and personnel

To conclude, there is much to gain if a gondola would be included as investigative options in feasibility studies and plans for new and improved public transport. A gondola alternative early included in the planning process could, thanks to the many advantages gondola schemes offer, provide new opportunities and conditions for public transport planning in Sweden.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I maj år 2009 antog riksdagen de nya transportpolitiska målen. De är uppdelade i ett övergripande mål, ett funktionsmål och ett hänsynsmål. Det övergripande målet lyder:

*”Transportpolitikens mål är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet.”*

Vidare lyder funktionsmålet:

*”Transportsystemets utformning, funktion och användning ska medverka till att ge alla en grundläggande tillgänglighet med god kvalitet och användbarhet samt bidra till utvecklingskraft i hela landet. Transportsystemet ska vara jämställt, det vill säga likvärdigt svara mot kvinnors respektive mäns transportbehov.”*

Och hänsynsmålet lyder:

*”Transportsystemets utformning, funktion och användning ska anpassas till att ingen ska dödas eller skadas allvarligt. Det ska också bidra till att miljökvalitetsmålen uppnås och att ökad hälsa uppnås.”*

De nya transportpolitiska målen ska enligt Trafikanalys (2010) lägga större vikt på att det ska finnas fler hållbara alternativ till resor och transporter. Bland annat är en av preciseringarna av funktionsmålet att förutsättningarna för att välja kollektivtrafik samt gång och cykel ska förbättras.

För att fler ska välja att åka kollektivt krävs bland annat förbättringar i utbudet, exempelvis genom nybyggnad av linjer med hög turtäthet och kapacitet (SOU 2003:67). Att bygga och driva kollektivtrafik som är attraktiv med täta avgångar är emellertid mycket kostsamt. Det kan därför vara intressant att titta på vilka kapacitetsstarka färdmedel som kan erbjuda hög turtäthet utan att det innebär samma höga kostnader. Ett exempel på ett färdmedel som skulle kunna fungera bra som ett alternativ till konventionell kollektivtrafik är gondolbanor. En gondolbana är en av många varianter av linbanor som i tekniska avseenden är den som presterar bäst och är den typ av linbana som kan vara aktuell att använda som kollektivtrafik.

Gondolbanor som en integrerad del av kollektivtrafiksystem är en tämligen ovanlig företeelse men gondolbanor i sig är vanliga. Man hittar dem främst i alpina skidanläggningar och som turistbanor i nöjes- och temaparker eller till olika höjdlägen i städer. Det är först på senare år deras goda egenskaper har belysts och uppskattats och därmed har de blivit aktuella att använda som kollektivtrafik. Exempelvis byggs nu en gondolbana över floden Thames i London. Gondolbanans syfte är att skapa en ny gång- och cykelkoppling över floden och en koppling mellan två av de arenor som kommer användas under OS år 2012. De främsta fördelarna med gondolbanor är att de har hög turtäthet och kapacitet, att de är miljövänliga och energieffektiva samt att det hävdas vara billigt och gå snabbt att bygga.

För att ta reda på hur gondolbanor skulle kunna fungera som kollektivtrafik i Sverige behövs studier som bland annat går igenom de egenskaper som gondolbanor har samt när och var det är lämpligt att bygga gondolbanorna. Detta bör sedan jämföras med hur situationen ser ut idag i Sverige och de planer som finns för utvecklingen av kollektivtrafiken.

## 1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka möjligheten att använda gondolbanor som kollektivtrafik i svenska städer samt att redogöra för gondolbanors för- och nackdelar. Vidare är syftet att ta fram ett antal grundkriterier för när det kan vara aktuellt att studera gondolbanor som ett kollektivtrafikalternativ. Bland annat utifrån de framtagna kriterierna ingår det även i arbetet att föreslå några lämpliga sträckningar för gondolbanor i Stockholmsregionen. En av dessa sträckningar ska studeras mer utförligt och jämföras mot konventionella kollektivtrafikalternativ.

## 1.3 Avgränsning

Arbetet är avgränsat till att endast behandla de olika kollektiva färdmedel som finns i Sverige idag samt avkopplingsbara gondolbanor med en eller flera vajrar. Dessa kallas MDG, BDG, TDG som är akronymer för Monocable, Bicable respektive Tricable Detachable Gondola. Övriga varianter av linbanor beskrivs endast översiktligt i syfte att redogöra för skillnaderna olika tekniker emellan. Spårtaxi/spårbil och BRT, Bus Rapid Transit, beskrivs bara översiktligt, även i detta fall för att klargöra skillnader jämfört med gondolbanor.

Geografiskt sett är arbetet avgränsat till att gälla Stockholmregionen och den situation som råder där. Emellertid kommer de allmänna kollektivtrafikfrågorna gälla hela Sverige. Tre intressanta gondolbanesträckningar studeras översiktligt och en sträcka något mer utförligt.

Kostnadsuppgifterna i denna rapport är endast generella. De finns endast med för att kunna göra ungefärliga kostnadsjämförelser och gör inget anspråk på att kunna användas som beslutsunderlag eller motsvarande.

## 2 Metod

Arbetet är uppdelat i två delar. I den inledande litteraturstudien studeras litteratur om trafikplanering i allmänhet och om gondolbanor och andra former av kollektiva transportmedel i synnerhet. Litteraturstudien ligger till grund för den andra delen som inleds med en samling grundkriterier för när gondolbanor bör studeras. Därpå följer en fallstudie för en gondolbana i en specifik sträckning någonstans i Stockholmsregionen.

Litteraturstudien behandlar bland annat kollektivtrafikens roll i samhället, både historiskt sett och i dag, samt hur utbudet i Sverige förhåller sig till efterfrågan. Vidare behandlas resenärers olika värderingar av egenskaper hos kollektivtrafiken. Litteraturstudien behandlar även egenskaper hos olika kollektiva färdmedel, de som finns i dag samt gondolbanor och andra alternativa färdmedel, och deras tekniska förutsättningar. Några goda exempel på tillämpningar av gondolbanor som kollektivtrafik avslutar litteraturstudien.

Den studerade litteraturen består till stora delar av rapporter, planer, fallstudier och trafikteoriböcker m.m. Bortsett från tryckta böcker finns litteraturen tillgänglig på internet och går i de flesta fall att hämtas hem från respektive utgivares webbplatser. Vissa rapporter och fallstudier har påträffats via tips från en kanadensisk trafikplanerare som bland annat föreläser och driver en blogg om gondolbanor som kollektivtrafik. Rapporter om en planerad gondolbana i London har erhållits genom kontakt med Transport for London (TfL).

I fallstudien, med utgångspunkt från teorin i litteraturstudien, undersöks om och hur gondolbanor skulle fungera som ett komplement till befintlig kollektivtrafik i Stockholm. Utifrån planer från bland andra Regionplanekontoret, SL och kommunerna i Stockholmsregionen väljs ett antal intressanta gondolbanesträckningar för att översiktligt studeras. Av dessa görs något djupare studier för en specifik sträckning.

För den specifika sträckningen görs bland annat en ruttvalsanalys med hjälp av prognosverktyget EMME/2, ett statiskt modellverktyg som i detta fall analyserar valet av kollektivtrafikalternativ mellan olika punkter i nätet. Varje alternativ innebär olika stor uppoftning för resenären och uppoftningen ligger till grund för valet av kollektivtrafikalternativ. Analysen utgår från de prognosförutsättningar som ligger bakom utställningsförslaget till RUFSS 2010, *Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen*. Analysen görs för tre scenarier vilka beskrivs i avsnitt 4.4.2. Förutsättningar och resultat presenteras också i Bilaga 1.

Avslutningsvis görs en reflektion om det teoretiska resonemanget, med gondolbanans för- och nackdelar, håller när man försöker applicera lösningen i en konkret situation. De trafikteoretiska sambanden, om bland annat resenärers olika värderingar och om vikten av en välutbyggd kollektivtrafik, vägs mot de tekniska förutsättningarna hos gondolbanor.



### 3 Resultat – Litteraturstudie

Följande litteraturstudie behandlar inledningsvis allmän kollektivtrafikteori och därefter olika kollektiva färdmedel. Störst fokus ligger på gondolbanor och deras egenskaper och tillämpningar samt för- och nackdelar.

#### 3.1 Kollektivtrafik: Definition och kort historik

Kollektivtrafik kan definieras som trafik där flera personer reser tillsammans under förutsättning att det finns en taxa och en tidtabell för trafiken (Holmberg & Hydén, 1996). En annan definition är den enligt Europastandard för offentliga persontransporter, SS-EN 13816:2002, nämligen att kollektivtrafik ska ha följande karakteristika:

- vara öppen för alla, grupper som individer
- vara offentligt annonserad
- ha fasta tider eller fast turtäthet samt fasta trafikeringsstider
- ha fasta rutter och hållplatser alternativt tydligt definierade start- och målpunkter eller trafikeringsområden
- ska erbjudas kontinuerligt
- ha ett annonserat pris

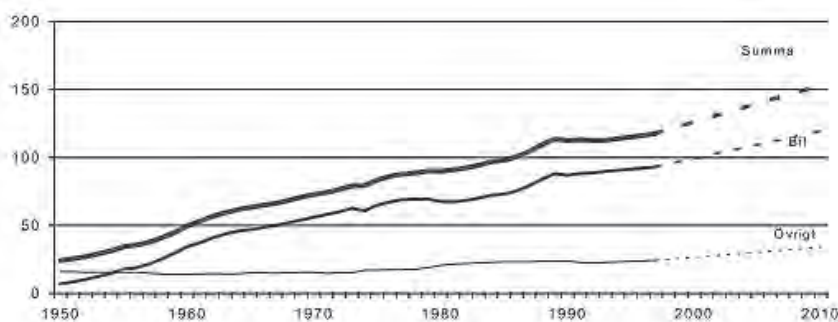
Vidare anges att kollektivtrafiken inte är begränsad till:

- färdmedel
- vem som äger fordon eller infrastruktur
- ruttlängder
- eventuellt behov av förbokning
- betalningssätt
- leverantörernas rättsliga ställning

Innan personbilens starka framväxt från och med 1950-talet stod kollektivtrafiken för den största andelen av det sammanlagda trafikarbetet, se Figur 3.1. Förändringen började runt år 1950 då kollektivtrafiken stod för så mycket som 50 procent av det totala persontrafikarbetet. År 2000 är samma siffra nere på ungefär 20 procent. Detta trots att antalet personkilometer med kollektivtrafiken mer än fördubblats under samma tid (SOU 2003:67).

Privatbilens intåg i samhället ingav frihet och möjliggjorde längre resor till arbete och fritidsaktiviteter. Tack vare ökade möjligheter att transportera sig utvecklades samhället till ett mer och mer utglesat bilsamhälle. Att städer blev glesare medförde att det blev svårare att försörja alla delar med kollektivtrafik och resandeunderlaget sjönk (SOU 2003:67).





Figur 3.1 Persontransportarbetets faktiska utveckling mellan 1950 och 1997, med framskrivning till 2010, miljarder personkilometer (SIKA, 2002).

Ökningen av andelen biltrafik på bekostnad av kollektivtrafik har under de senaste tiotal åren bromsats upp något. Kollektivtrafiken har under denna tid även ändrat karaktär till att fler och fler långväga resor görs medan lokaltrafiken minskar. Denna utveckling kan bland annat förklaras med regiontågstrafiken har byggts ut och gjort att fler och fler pendlar med regiontåg men även med regionbussar (TRAST, 2007).

### 3.2 Kollektivtrafikens roll i samhället

Kollektivtrafiken är en viktig del i ett fungerande samhälle och den har flera betydande roller. Enligt SOU 2003:67 bidrar kollektivtrafiken bland annat till att möjliggöra för människor att ta sig till arbete, utbildning, service, vård, kultur och fritidsaktiviteter oavsett om man har tillgång till, eller vill använda, bil eller inte. På detta sätt utgör kollektivtrafiken en viktig social roll genom att ge resmöjligheter till alla. Kollektivtrafiken bidrar också därför till minskade klyftor mellan hög- och låginkomsttagare samt ökad jämställdhet genom att göra samhällsaktiviteter tillgängliga även för kvinnor och för låginkomsttagare som i allmänhet har mindre tillgång till bil (Holmberg & Hydén, 1996).

Utökade arbetsmarknadsregioner är ett medel att öka tillväxten. Kollektivtrafiken har därför en viktig roll i att kunna utvidga arbetsmarknadsregioner genom att möjliggöra längre regionala resor utan att bidra till de problem en ökad bilism skapar som till exempel negativ miljöpåverkan, ökad trängsel och minskad framkomlighet (SOU 2003:67).

Minskad framkomlighet och ökad trängsel utgör problem främst i stadsmiljö och där spelar ökad kollektivtrafik en viktig roll för att minska dessa problem. I glesbygd däremot är kollektivtrafikens främsta roll att göra det möjligt för att folk bo kvar även utan tillgång till bil. Kollektivtrafikens roll skiljer sig därför mellan stad och glesbygd (Holmberg, 2008).

Kollektivtrafiken har länge ansetts vara ett trafiksäkert alternativ att resa med. Även om den ökade risken det innebär att ta sig till och från hållplatser räknas in är säkerheten betydligt högre då man reser kollektivt än när man åker bil (SOU 2003:67). En bussresa är ungefär dubbelt så säker jämfört med en bilresa förutsatt att man räknar med att förflyttningen till och från hållplatserna innebär samma risk som för gångtrafik i övrigt (Holmberg, 2008).

Utöver det som nämnts i tidigare stycken har det i en studie av SIKA visat sig att kollektivtrafiken även har en positiv inverkan på folkhälsan. Personer som använder kollektivtrafiken går eller cyklar i genomsnitt fyra gånger så långt per dag jämfört med dem som åker bil. Genom att promenera mer går det att minska risken för hjärt- och kärlsjukdomar (SOU 2003:67).

### 3.3 Kollektivtrafiktrafikens organisation

Kollektivtrafiken i Sverige kan först och främst delas in i interregional samt regional och lokal trafik. Den interregionala trafiken omfattar flyg-, tåg-, buss-, och båttrafik mellan olika regioner. Dessa resor är oftast längre än 10 mil. Flyg-, buss- och båttrafiken opererar på en avreglerad marknad och drivs kommersiellt (Holmberg, 2008). Sedan oktober år 2010 är även tågtrafiken avreglerad (Trafikverket, 2010). Den lokala och regionala kollektivtrafiken är till skillnad från den interregionala trafiken i de flesta fall ungefär till 40 procent finansierad genom skatter (Holmberg, 2008).

Som det ser ut idag ska det för den allmänna lokala och regionala kollektivtrafiken finnas länstrafikansvariga i varje län som har ansvar för kollektivtrafiken. Trots att det ska finnas kollektivtrafikansvariga finns det inget krav på dem att erbjuda allmän kollektivtrafik. Däremot finns det krav på att anordna särskild kollektivtrafik för resenärer med särskilda behov. Exempel på särskild kollektivtrafik är färdtjänst och skolskjuts. I varje län finns det idag en trafikhuvudman som har hand om den allmänna lokala och regionala kollektivtrafiken (Holmberg, 2008).

Den 1 januari år 2012 träder en ny kollektivtrafiklag i kraft. I och med den nya lagen kommer begreppet, inklusive innebörd, *trafikhuvudman* att ersättas med *regional kollektivtrafikmyndighet*. Den regionala kollektivtrafikmyndigheten har ansvar för att upprätta ett regionalt trafikförsörjningsprogram som bland annat ska innehålla behov av regional kollektivtrafik och mål för kollektivtrafikförsörjningen. I trafikförsörjningsprogrammet ska det även vara angett vilka linjer som anses kunna försörjas rent kommersiellt och vilka som linjer som troligen, på grund av exempelvis dålig lönsamhet, behöver subventioneras. Där det finns intresse kan kollektivtrafikföretag sedan efter anmälan bedriva kollektivtrafik i kommersiellt syfte. Där den kommersiella trafiken inte räcker till för att uppfylla målen för kollektivtrafikförsörjningen kan den regionala kollektivtrafikmyndigheten komplettera genom att ta beslut om allmän trafikplikt och därefter upphandla trafiken. Den nya ordningen ska bland annat innebära att resenären får ett större antal resealternativ samt att det ska bli lättare att bedriva trafik över länsgränser (Prop. 2009/10:200).

Det allmänna lokala kollektivtrafikutbudet i Sverige är begränsat till de ungefär 100 städer som har någon form av linjenät för busstrafik (Persson, 2008). Utöver busstrafik finns det i några städer spårväg och högre prioriterad busstrafik, i Stockholm finns även tunnelbana. De olika kollektiva färdmedlen som finns i Sverige presenteras i avsnitt 3.7.

### 3.4 Värderingar av egenskaper

Kvaliteten på kollektivtrafiken beror på många faktorer. Vikten av dessa faktorer varierar i sin tur med olika resenärsgupper (TRAST, 2007). Enligt Holmberg (2008) är restiden särskilt viktig för arbetspendlaren medan det för äldre resenärer och personer med funktionsnedsättningar är viktigt, och ibland en grundförutsättning för användning, att gångavståndet till hållplatser är kort och att servicen ombord är bra. Vidare är det för skolungdomar viktigt att resan inte kostar för mycket.

Resstandarden hos ett trafiksystem kan beskrivas med de tre begreppen tillgänglighet, bekvämlighet och säkerhet. När det gäller kollektivtrafik brukar tillgänglighet vara den kvalitetsfaktor som värderas högst (Holmberg & Hydén, 1996).

### 3.4.1 Tillgänglighet

Begreppet tillgänglighet i kollektivtrafiksammanhang kan delas in i tre huvuddelar: geografiska förutsättningar, möjligheter för olika användare att använda kollektivtrafiksystemet samt vilka uppoffringar som systemet kräver av användaren (Vägverket, 2008). I TRAST (2007) – Trafik för en Attraktiv Stad – benämns dessa huvuddelar som *stadens form och struktur, människans förmåga* och slutligen *trafiksystemet*.

#### Stadens form och struktur

Stadens form och struktur påverkar tillgängligheten genom hur bostäder, arbetsplatser, skolor och service ligger i förhållande till kollektivtrafiken och hur kollektivtrafiken är anpassad till den specifika platsen (Vägverket, 2008).

#### Människans förmåga

Tillgängligheten till kollektivtrafiken påverkas även som sagt av olika personers förmåga att använda den. För funktionshindrade kan ett system vara helt otillgängligt om exempelvis bussars insteg inte är anpassat till hållplatserna eller om vägen till hållplatsen innehåller oöverstigliga hinder (Holmberg, 2008).

#### Trafiksystemet

När det gäller trafiksystemet beror tillgängligheten på en rad faktorer däribland restid, resmöjlighet, turtäthet, omstigning, trafikeringstid och pålitlighet (Holmberg & Hydén, 1996).

Restiden kan vidare delas in i åktid, gångtid, väntetid och bytestid. De olika restidskomponenterna värderas olika högt av resenärerna och det finns ett flertal studier gjorda för att ta fram vikter för dessa restidskomponenter (Holmberg, 2008). Ett stort antal studier ligger bakom värdena i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Restidskomponenter

Restidskomponent	Uppoffring
Restid med sittplats	1
Restid utan sittplats (ståplats)	1,5-5
Gång till/från hållplats	2-5
Frekvens/väntetid på hållplats	1-10
Byte av transportmedel	2-4
Försening	9-19

(Källa: Norheim & Ruud, 2002)

För en restidskomponent som exempelvis har värdet 2, uppfattas denna komponent ta två gånger så lång tid som den faktiska tiden. Total upplevd restid, viktad restid, fås därmed fram om genom att summera de enskilt viktade restidskomponenterna. Tabell 3.1 visar bland annat att förseningar, långa väntetider och byten uppfattas som extra besvärande för resenärerna. Väntetiden brukar definieras som halva turtätheten och eftersom väntetid innebär en uppoffring på 1-10 spelar turtätheten en stor roll för hur den totala restiden uppfattas. I Vägverkets effektkatalog finns ytterligare en uppdelning av restidskomponenternas relativa vikter som i SOU 2003:67 har sammanställts i Tabell 3.2.

Tabell 3.2 Restidskomponenter enligt Vägverkets effektkatalog

Tidskomponent		Buss	Spår
Åktid i fordon		1,0	1,0
Gångtid		2,0	2,0
Väntetid			
	Kortare än 10 min	2,0	2,0
	10-30 min	1,0	1,0
	Längre än 30 min	0,5	0,5
Bytestid			
	Kortare än 10 min	2,0	3,0
	Längre än 10 min	3,0	3,0
Tid stående			
	Kortare än 10 min	1,4	1,1
	Längre än 10 min	1,6	1,3
Tillägg trängsel stående		+0,1	+0,1
Förseningstid		4,0	4,0
Tillägg per byte		= 5 min åktid	
Tillägg för att inte få sittplats			
	Utan trängsel	0,50 kr per resa	
	Med trängsel	1,00 kr per resa	

(Källa: SOU 2003:67)

I Tabell 3.2 har väntetid och bytestid delats in i hur lång väntetiden eller bytestiden är. Om väntetiden är längre än 10 minuter kan resenären anpassa sig till den och därmed inte behöva spendera hela tiden vid hållplatsen. Därför värderas väntetiden lägre per minut vid längre turintervall. Oavsett om byte kan ske direkt utan väntetid eller inte så uppfattas byten som betungande och därmed bör det läggas till ett tidsvärde på 5 min åktid för varje byte (Holmberg, 2008). I Vägverket (2008) konstateras att man för att förstärka kollektivtrafikens attraktionskraft bör satsa på att eliminera förseningstid, väntetid och bytestid snarare än att förkorta själva åktiden.

### 3.4.2 Bekvämlighet

Hur bekvämt ett kollektivtrafiksystem är beror på många aspekter. Två av dessa aspekter är hur hållplatser och hur gång- och cykeltvägar till och från hållplatserna är utformade (TRAST, 2007). Andra aspekter är till exempel hur enkelt det är att byta till andra linjer och färdmedel, hur komfortabelt själva fordonet är, möjlighet till sittplats och andra aspekter som rör själva resan (Holmberg, 2008).

### 3.4.3 Säkerhet

Att åka med kollektivtrafik är jämfört med andra färdmedel ett säkert sätt att ta sig fram på. Det vanligaste är att de olyckor som inträffar sker på eller på vägen till eller från hållplatser eller stationer (Holmberg, 2008). Därför är det viktigt att gång- och cykelpassager i anslutning till hållplatser byggs på ett sådant sätt att de blir säkra (TRAST, 2007).

När det gäller säkerhet avses också trygghet. Enligt Holmberg (2008) finns det många människor som känner sig otrygga i kollektivtrafiken på grund av oro för våld och för oönskade möten med okända personer. Enligt TRAST (2007) är det vanligt att framförallt kvinnliga resenärer känner sig otrygga när de åker kollektivt. Detta gäller främst på hållplatsen eller på väg till eller från, men även inne i fordonet.

### 3.5 Efterfrågan på kollektivtrafik

Efterfrågan på kollektivtrafik beror först och främst på resandebehovet totalt sett som i sin tur bland annat beror på ålder, kön, inkomst, civilstånd och bilinnehav. Det totala resandet fördelar sig sedan på de olika färdmedlen gång, cykel, bil samt på kollektiva färdmedel. Valet mellan olika färdmedel beror bland annat på bilinnehav, reslängd, parkeringsutbud, tätortsstorlek och kollektivtrafikutbud (Holmberg, 2008). Generellt sett har större städer ett större utbud vilket i sin tur får fler att välja att åka kollektivt, men det finns även många undantag (TRAST, 2007).

I Berge & Amundsen (2001) listas de viktigaste faktorerna som ligger till grund för valet av färdmedel:

- Restid
- Tillgänglighet (I detta fall främst turtäthet och avstånd till hållplats)
- Pålitlighet
- Komfort
- Trygghet
- Pris
- Information

Av de ovanstående faktorerna är en grundläggande och viktig faktor för fungerande och attraktiv kollektivtrafik restiden. Är restiden för lång med kollektivtrafik i jämförelse med restiden för samma sträcka med bil blir resandet med kollektivtrafik kraftigt reducerat. Exempelvis, om det tar lika lång tid att åka kollektivt som att åka bil väljer 90 % av Stockholmarna att åka kollektivt. Om det däremot tar dubbelt så lång tid att åka kollektivt väljer endast 35 % att åka kollektivt. Restiden har därför en stor inverkan på antalet kollektivresenärer för den delen av befolkningen som har ett alternativ till kollektivtrafik (TRAST, 2007).

Turtätheten är också mycket viktig för attraktiviteten hos kollektivtrafiken. I de fall då det erbjuds en turtäthet under 10 min så har det visat sig att de flesta resenärer inte längre bryr sig om att lära sig tidtabeller eftersom vinsten av att komma precis i tid till stationen blir obetydlig. En hög turtäthet kan emellertid försämra regulariteten. Detta gäller dock främst när kollektivtrafiken är i blandtrafik utan prioritering. Regulariteten försämras på grund av att fordonen får olika fördröjningstider utmed sträckan vilket medför att ett bakomvarande fordon helt eller delvis kan åka ikapp framförvarande och hopklumpning av fordon uppstår (Kottenhoff et. al, 2009).

Hopklumpning kan i sin tur leda till en ytterligare försämrad turtäthet genom att det blir längre och längre fördröjningar, bland annat i och med påstigningsskedet eftersom fler resenärer försöker ta sig på det första fordonet. Turtätheten kan bli så pass försämrad att det kommer två

fordon istället för ett, ett som håller tidtabellen och ett som är fördröjt ett helt intervall. Den stora skillnaden mellan erbjuden och verklig turtäthet gör därmed att systemet inte längre är pålitligt. Pålitligheten hos kollektivtrafiken är även den en av de viktigaste faktorerna för att kollektivtrafiken ska vara attraktiv (TRAST, 2007).

### 3.6 Att möta efterfrågan

Idag görs drygt hälften av alla resor som förare i bil medan endast 19 procent görs med kollektivtrafik. För att kunna möta det nationella målet att öka kollektivtrafikens marknadsandelar till det dubbla krävs att fler väljer att åka kollektivt eller för korta resor väljer cykel och gång framför bil (Svensk Kollektivtrafik, 2011). Målet om fördubblingen av kollektivtrafiken är uppsatt av Svensk Kollektivtrafik, Svenska Bussbranschens Riksförbund, Branschföreningen Tågoperatörerna, Svenska Taxiförbundet, Sveriges Kommuner och Landsting tillsammans med Trafikverket. Deras gemensamma ambition är att på längre sikt kunna öka kollektivtrafikens marknadsandelar till det dubbla. Som delmål har man satt upp att antalet resor med kollektivtrafiken ska fördubblas till och med år 2020 (Fördubblingsprojektet, 2011).

För att få fler att välja att åka kollektivt är det viktigt kollektivtrafiken utvecklas. Enligt Länsstyrelsen (2010) är Stockholms kollektivtrafik överutnyttjad under rusningstid och behovet är stort för bättre kollektivtrafikförsörjning i expanderande områden samt ökad kvalitet för den befintliga kollektivtrafiken.

För att kollektivtrafiken ska vara attraktiv och att fler ska välja att resa kollektivt föreslår SOU 2003:67 följande strategier:

- Man bör prioritera dagens resenärer genom att göra kollektivtrafiken så pass attraktiv att man kan få dem så åker då och då att öka sitt resande med kollektivtrafiken. Det är nämligen få inbitna bilister som börjar åka kollektivt utan vidare och därför är det en bättre satsning att få dem som redan idag åker kollektivt att vilja åka mer.
- Kollektivtrafiken ska göras enklare genom att begränsa många av de barriärer som gör det svårt att åka kollektivt. För att det ska bli enklare föreslås åtgärder som fasta och täta avgångar, knutpunkter med möjlighet till direktbyten, samordning av linjer längs kollektivtrafikgator, prioritering för ökad regularitet och framkomlighet samt att det ska vara ett lättöverskådligt turutbud där det går att känna igen sig och lära sig systemet. Vidare föreslås att det ska bli enklare för funktionshindrade att ta sig till och från hållplatser och stationer, tidtabellerna ska vara synkroniserade så att byten underlättas samt att trafikinformationen ska vara tydligare och bättre och även fungera bra vid störningar.
- Framkomligheten ska ökas för att minska förseningar och störningar. Genom att prioritera kollektivtrafiken på bekostnad av biltrafiken går det dessutom att korta ner omloppstiderna på linjen så att färre fordon behöver vara i drift samtidigt. Därmed kan det gå att minska på personalkostnader.
- Satsa på stråk för att öka andelen kollektivtrafik genom att ha grovmaskiga stomnät där resandeunderlaget är som störst samt att på ett enhetligt sätt komplettera detta med servicelinjer som det i bra knutpunkter enkelt går att byta till och från.
- Tryggheten ska ökas för att få personer som idag undviker kollektivtrafiken på grund



av otrygghet, särskilt på kvällar, att våga använda kollektivtrafiken. Trygghetsåtgärder kan exempelvis vara att bygga om otrygga stations- och hållplatsmiljöer och ha bättre belysning på hållplatser och stationer, göra trygghetsplaner samt att skapa normer och standards för att öka lägstanivån för trygghetskrav på infrastruktur och fordon. Andra åtgärder är att ha mer personal i trafiken, använda bättre utformade fordon utan konthandtering och med videoövervakning samt att samverka med medborgarorganisationer för att involvera fler i trygghetsskapande åtgärder.

- Öka andelen kollektivtrafik genom kraftig utbyggnad av kollektivtrafiken med ökade turtätheter och ökad framkomlighet. Med ett väl utbyggt alternativ till biltrafiken kan man locka över bilister genom att samtidigt sätta in restriktioner med exempelvis minskade parkeringsmöjligheter och ekonomiska styrmedel. För att kunna sätta in restriktioner krävs att kollektivtrafikutbudet utökas så att det finns ett alternativ till bilen.
- Slutligen bör man göra långsiktiga satsningar för att resenärer ska kunna anpassa sig till ökat utbud genom att marknadsföra nya satsningar inte bara då det precis är nytt utan även följa upp det under en längre tid.

### 3.7 Kollektivtrafiksystemen i Sverige

Kollektivtrafiken som den ser ut idag i Sverige består av ett antal olika färdmedel. I avsnitt 3.7.1-3.7.5 *Buss i blandtrafik, Prioriterad busstrafik, Stadsspårväg, Spårväg på egen bana* samt *Tunnelbana och pendeltåg*, görs en översiktlig beskrivning av de olika systemen. I några städer i Sverige finns även lokal och regional kollektivtrafik på vatten med färjor eller båtbuskar. Dessa färdmedel tas inte med i denna beskrivning eftersom det är svårt att hitta några generella uppgifter som kan beskriva systemen och att de har ett begränsat användningsområde.

Utöver de system som finns i Sverige beskrivs Bus Rapid Transit (BRT), spårtaxi och olika typer av linbanor översiktligt i avsnitt 3.8 *Alternativa kollektivtrafiksystem*.

#### 3.7.1 Buss i blandtrafik

Traditionell buss i blandtrafik är det vanligaste kollektivtrafiksystemet som finns i Sverige och även i resten av världen. I Sverige gjordes år 2009 drygt hälften av alla kollektivtrafikresor med buss (Sandberg et. al, 2011). Enligt Andersson & Gibrand (2008) är en av anledningarna till att bussen är den vanligaste formen av kollektivtrafik att den innebär relativt låga investeringskostnader eftersom det bortsett från hållplatserna inte behövs någon ny infrastruktur. En annan anledning är att det är ett flexibelt system där linjer går att lägga om och hållplatser kan flyttas, temporärt eller permanent. Systemet har inga direkta strukturbildande egenskaper bortsett från trådbussar som tydligt markerar sitt stråk genom bland annat kontaktledningarna i luften (Andersson & Johansson, 2005).

Eftersom bussen färdas i blandtrafik är systemets pålitlighet låg på grund av att störningar och trängsel i trafiken påverkar framkomligheten. Emellertid kan linjer enkelt läggas om när störningar på grund av exempelvis ombyggnad gör att det inte går att ta sig fram.

Medelhastigheten för buss i blandtrafik är låg och ligger ofta runt 15 km/h. På grund av den låga medelhastigheten görs på vissa ställen prioriteringar för busstrafiken i form av bland annat busskörfält, bussgator, bättre utformade hållplatser och trafiksignaler där bussarna prioriteras framför övrig trafik (Andersson & Gibrand, 2008). Prioriterad busstrafik beskrivs översiktligt i nästa avsnitt.

Kapaciteten för buss i blandtrafik är beroende på trafiksituationen kraftigt begränsad av låg framkomlighet och därmed låga medelhastigheter. Beroende på hur stora bussar som används varierar kapaciteten per buss mellan 70 och 115 platser (Sandberg et. al, 2011). Systemkapaciteten för buss i blandtrafik ligger inom spannet 1 500-2 500 personer per timme och riktning (Holmberg, 2008).

### 3.7.2 Prioriterad busstrafik

Som tidigare nämnts prioriteras vissa busslinjer för att bland annat öka framkomlighet, medelhastighet, pålitlighet och minska antalet oplanerade stopp. För att det ska komma någon verklig nytta ur prioriteringsåtgärderna är det viktigt att de görs i hela stråk. Om det görs åtgärder här och var kan det bli effektlöst genom att bussarna ändå stöter på problem mellan åtgärderna. Görs åtgärderna istället i långa stråk kan effekten bli att bussen får lättare att följa tidtabeller och reshastigheten kan bli högre vilket i sin tur gör systemet mer attraktivt för resenärerna (Andersson & Gibrand, 2008).

En viktig åtgärd för att öka framkomligheten för busstrafiken är att anlägga busskörfält och bussgator. Tillsammans med bland annat prioriteringar i signalkorsningar kan sådana åtgärder få en bra effekt på framkomligheten och regulariteten. Som tidigare nämnts förutsätter det att samtliga åtgärder görs i system där de förstärker varandra så att den positiva effekten inte uteblir. Beroende på hur omfattande åtgärderna är och hur goda förutsättningarna är går det att påverka medelhastighet och restid olika mycket. BusWay Nantes i Frankrike är ett exempel där bussarna har prioriterats och tagit mycket plats från biltrafiken. I detta system har man lyckats öka medelhastigheten till drygt 21 km/h. Genom prioriteringarna har man lyckats att bli av med regularitetsproblem samtidigt som bussarna går som tätast med fyra minuters mellanrum (Andersson & Gibrand, 2008).

I Sverige finns bra exempel i bland annat Göteborg, Jönköping, Linköping, Helsingborg och i Lund. På Lundalänken i Lund åker bussarna delvis på en helt egen bana vars linjeföring är i spårvägsstandard för att möjliggöra framtida konvertering till spårtrafik (Kottenhoff et. al, 2009).

Storleken på kostnaderna för att prioritera busstrafik beror helt naturligt på vilka typer av åtgärder som görs och hur omfattande dem är. Enligt Andersson & Gibrand (2008) kostar till exempel en bussgata ungefär 8-12 miljoner kronor per kilometer och Lundalänken kostade ungefär 46 miljoner kronor per kilometer.

### 3.7.3 Stadsspårväg

Med stadsspårväg menas här spårväg där spårvagnarna samsas om gaturummet med övriga trafikslag. Stadsspårvägarna har en lång historia och under 1920-talet var färdmedlet som mest utbredd med över 3 000 olika system runt om i världen. Idag finns det endast cirka 400 system i drift men många fler är i planerings- eller byggstadiet då det i modern tappning är ett system som blivit mer och mer populärt (Johansson & Lange, 2009). I Sverige finns det stadsspårväg i Göteborg, Norrköping och i Stockholm.

Några egenskaper som gjort att systemet blivit populärt är enligt Johansson & Lange (2009) bland annat att passagerarkomforten är hög och att spårvägar är högt prioriterade i gaturummet med reserverat utrymme och full prioritet i trafiksignaler. Det medför i sin tur högre kapacitet och god regularitet. SL (2008a) menar att det inte är trafikslaget som sådant som ger högre



framkomlighet utan att det snarare beror på politisk vilja att ta utrymme från biltrafiken och ge till spårväg hellre än att ge till exempelvis bussgator. Förutom prioriteringen och komforten är en annan förklaring till den ökade populariteten att spåren i gatan visar att det kommer finnas en attraktiv kollektivtrafik på platsen en lång tid framöver. Detta kan ofta leda till att värdet på lokaler och bostäder höjs och att det görs upprustningar längs med gatorna (Johansson & Lange, 2009).

Spårvagnar är som sagt högt prioriterade i trafiken och beroende på bland annat hur tätt det är mellan hållplatser varierar medelhastigheten i stadsmiljö mellan ungefär 15 km/h och 25 km/h (Andersson & Gibrand, 2008). De vanligaste stadsspårvagnarna är 30 meter långa och har plats för sammanlagt ungefär 200 personer (Johansson & Lange, 2009). Med en fullsatt spårvagn varannan minut uppnår man en kapacitet på 6 000 personer per timme och riktning. Enligt Johansson (2004) bör det emellertid undvikas att köra spårvagnar tätare än i 3-minuterstrafik, vilket även Tegnér (2007) anger borde vara den undre praktiska gränsen, bland annat eftersom spårvagnarna då stannar upp för mycket av övrig trafik. Med en turtäthet på 3 minuter går det att med 30 meter långa spårvagnar att transportera 4 000 personer per timme och riktning.

Kostnaden för att bygga spårväg varierar kraftigt och därför är det svårt att ange en generell investeringskostnad per kilometer. I Sandberg et. al (2011) anges ett spann mellan ett lågkostnadsalternativ som motsvarar spårvägen i Norrköping och ett högkostnadsalternativ som är framtaget från planer för utökat spårvägsbyggande samt från ett färdigt system i Stockholm. Detta kostnadsintervall är ungefär 100-480 miljoner kronor per kilometer dubbelspår.

#### 3.7.4 Spårväg på egen bana

I utkanter av större städer där kollektivtrafiken ska täcka större ytor och koppla ihop städer med regioner byggs på vissa ställen spårväg med högre krav på utformning. Bättre utformning gör att högre hastigheter kan hållas med mindre risk för störningar (Andersson & Gibrand, 2009). Dessa spårvägar kallas ibland för snabbspårväg eller för LRT, Light Rail Transit, som ofta används som term utomlands (Johansson, 2004).

Skillnaden mot stadsspårväg är bland annat att snabbspårvägarna ofta byggs planskilt i större utsträckning för att minska antalet korsningspunkter med övrig trafik. En annan skillnad är att linjeföringen görs rakare för att kunna medge högre hastigheter. Beroende på exempelvis vilka krav på utformning som har satts upp och realiserats samt vilken miljö systemet är byggt i går det att uppnå reshastigheter på mellan 20 och 60 km/h. Den högre av dessa hastigheter går att uppnå på järnväg med så kallad duospårvagn som kan trafikera både spårväg och vanlig järnväg (Andersson & Gibrand, 2008). I *Effektsamband för vägtransportsystemet*, Vägverket (2008), anges 30-40 km/h som schablonmässig medelhastighet för spårvagn på egen banvall.

De spårvagnar som används på snabbspårvägar är vanligen 40 meter långa och kan transportera upp till 250 personer per fordon (Andersson & Gibrand, 2008). Tvärbanan i Stockholm trafikeras av 30 meter långa spårvagnar som emellertid kan dubbelkopplas och då få en praktisk maxkapacitet på 250 personer (SL, 2010a). Med en turtäthet på 2 minuter blir den maximala systemkapaciteten 7 500 personer per timme och riktning. Med 3-minuterstrafik som Tegnér (2007) och Johansson (2004) hävdar är den praktiskt sett högsta turtätheten blir den maximala systemkapaciteten 5 000 personer per timme och riktning.

Eftersom det råder högre krav på bland annat planskildheter ökar investeringskostnaderna något jämfört med stadsspårväg. Även fordonen som används i dessa system kostar mer vilket höjer investeringskostnaderna (Andersson & Gibrand, 2008). Tvärbanan i Stockholm är ett exempel på snabbspårväg och enligt Sandberg et. al (2011) varierar investeringskostnaderna för de planerade utbyggnaderna av tvärbanan från 250 till knappt 780 miljoner kronor per kilometer. Det finns inga exempel på duospårväg i Sverige men det finns några system i Tyskland, Frankrike och Nederländerna (Andersson & Gibrand, 2008).

### 3.7.5 Tunnelbana och pendeltåg

Tunnelbana och pendeltåg redovisas här endast i syfte att göra en mer komplett redogörelse över de lokala och regionala kollektivtrafiksystem som finns i Sverige. Pendeltåg och tunnelbana är de två kollektivtrafiksystem som har störst kapacitet. Pendeltåg kan med en turtäthet på 3 minuter transportera 24 000 personer per timme och spår och lämpar sig bäst för att knyta ihop olika delar i regioner. Med ett önskvärt minsta hållplatsavstånd på ungefär 4 km lämpar sig inte pendeltåg särskilt bra som lokaltrafik (Andersson & Gibrand, 2008).

För hög kapacitet i lokaltrafik är tunnelbana det mest effektiva systemet. I Stockholms tunnelbana är kapaciteten per tunnelbanetåg med tre vagnar ungefär 1 200 personer. Eftersom tunnelbanan är helt skild från övrig trafik – i tunnel, marknivå eller på högbana – sker sällan fördröjningar utmed linjerna och därför går det att ha hög turtäthet med bibehållen regularitet. Med en turtäthet på 2 minuter går det med Stockholms tunnelbana att transportera 36 000 personer per timme och riktning (Andersson & Gibrand, 2008).

En turtäthet på två minuter förutsätter att många tåg är i drift samtidigt och därmed krävs det en stor mängd förare. Enligt IST (2009) står förarlönerna ofta för en stor del av driftkostnaderna och för att kunna ha en hög turtäthet men samtidigt hålla nere på driftkostnaderna finns det på några platser i världen tunnelbanor, eller metrosystem som de också kallas, med automatisk drift. Metron i Köpenhamn är det automatiska system som finns närmast Sverige. Metron där har en turtäthet på 2 minuter och varje tåg kan transportera 300 personer. Det ger en systemkapacitet på 9 000 personer per timme och riktning vilket är avsevärt mindre än tunnelbanan i Stockholm. Däremot går det med Metron att ha samma turtäthet över hela dygnet utan att driftkostnaderna ökar orimligt mycket.

Eftersom tunnelbana ofta byggs i tunnlar blir därmed investeringskostnaderna höga. Enligt Andersson & Gibrand (2008) kostade exempelvis Metron i Köpenhamn ungefär 1,2 miljarder per kilometer. Med kostnader i den nivån krävs ett stort resandeunderlag innan det kan bli ett aktuellt alternativ att satsa på.

## 3.8 Alternativa kollektivtrafiksystem

Förutom de system som redan idag finns i Sverige har det gjorts flertalet studier om andra typer av kollektivtrafiksystem som exempelvis i Tegnér (2007), Kottenhoff et. al (2009), Henningsson et. al (2010) och Jähkel & Markstedt (1990). De olika systemen används antingen redan idag i andra delar av världen eller är under utveckling och hittills endast finns som prototyp. Några av dessa presenteras översiktligt i följande avsnitt.

### 3.8.1 BRT – Bus Rapid Transit

Så kallad Bus Rapid Transit, förkortat BRT, bygger på prioriterad busstrafik där prioriteringen av trafiken tagits flera steg längre för att åstadkomma en snabb och kapacitetsstark busstrafik (Sandberg et. al, 2011). I Kottenhoff et. al (2009) beskrivs BRT som ett system vars egenskaper är hämtade från spårtrafik. Bland annat har BRT-system tydliga linjesträckningar på egen bana, full prioritet i korsningar och längre avstånd mellan hållplatserna som mer liknar stationer med insteg i nivå med golvet i bussen.

Kapaciteten i ett BRT-system beror bland annat på hur många körfält det är vid hållplatserna. Med två körfält vid varje hållplats går det enligt Andersson & Gibrand (2008) att transportera 48 000 personer timme och riktning. För att åstadkomma en sådan hög kapacitet krävs förutom dubbla körfält vid hållplatserna att det kommer en buss för 160 passagerare var tolfte sekund. Med en mer rimlig turtäthet, en buss varje minut, blir den maximala kapaciteten i ett system med endast ett körfält ungefär 15 000 personer per timme och riktning. Medelhastigheten för BRT-system varierar vanligen mellan 20 och 35 km/h.

Likt exempelvis spårväg varierar kostnaderna för ett BRT-system mycket beroende på vilka förutsättningar som gäller på platsen. En generell investeringskostnad, som bygger på erfarenheter från befintliga system i olika delar av världen, ligger på ungefär 30-70 miljoner kronor per kilometer (Andersson & Gibrand, 2008).

Goda exempel på högpresterande BRT-system finns i Sydamerika, bland annat i Bogota och Curitiba (Kottenhoff et. al, 2009).

### 3.8.2 Spårtaxi

Spårtaxi eller spårbil är svenska namn på PRT – Personal Rapid Transit. De kännetecknas som små förarlösa fordon med upp till 5 sittplatser som erbjuder individuellt resande på en egen bana utan byten eller stopp. Trafiken är efterfrågestyrd och resenärerna beställer en resa till en slutstation någonstans i det nät som banan utgör. Eftersom systemet är helt automatiskt kan det trafikeras dygnet runt utan att det blir orimliga driftskostnader (Tegnér et. al, 2009).

Tanken bakom spårtaxi är att kunna bygga ut sammanhängande och stadstäckande nät för att kunna erbjuda flexibilitet och mobilitet och ett resmönster som motsvarar det man har med personbil eller cykel (IST, 2009).

Alla stationer ligger på sidospår för att möjliggöra direktresor där inga fordon ska behöva stanna vid mellanliggande stationer. Teoretiskt går det att ha en maximal turtäthet på 2 sekunder vilket motsvarar ett avstånd mellan fordonen på ungefär 30 meter. Med en sådan turtäthet erbjuder systemet 7 200 platser per timme och riktning om alla platser utnyttjas för fullt. Utökas banan till dubbelspår blir den teoretiskt maximala kapaciteten således 14 000 personer per timme och riktning (Tegnér, 2007). Dessa kapacitetstak gäller om alla resor görs i sällskap om fyra personer. Eftersom en av spårtaxi främsta egenskaper är att erbjuda individuellt resande utan mellanliggande stopp med ett resmönster motsvarande privatbilens blir troligen medelbeläggningen per fordon lägre än så. IST (2009) antar att medelbeläggningen per spårtaxi är cirka 1,0 personer förutsatt att 30 procent av vagnarna går tomma och att resterande har i snitt 1,5 personers beläggning. Det kan jämföras med 1,2 personer per personbil enligt samma källa.

Än så länge finns spårtaxissystem främst i form av bland annat testbanor eller prototyper. I Uppsala finns en testbana som enligt IST (2009) har en maximal turtäthet på 2,5 sekunder och en kapacitet på ca 5000 personer per timme och riktning. Ett system av samma tillverkare som för testbanan i Uppsala kostar enligt Tegnér et. al (2009) ungefär 70-100 miljoner kronor per kilometer. Kostnaderna kan variera något på grund av att de är situationsspecifika. Eftersom det inte finns några system i full skala än och systemet därmed är obeprövat är det enligt Bösch & Petersson (2010) svårt att uppskatta investerings- och driftkostnaderna.

### 3.8.3 Linbanor

Linbanor finns i många olika varianter varav en första indelning kan göras mellan funikulärer och hängande linbanor. Funikulärer eller kabeldragna skyttlar är mer eller mindre tåg på upphöjd eller nedsänkt bana som drivs fram med hjälp av linor. Hängande linbanor är troligen de linbanor som de flesta kommer att tänka på när man hör ordet linbana. De förstnämnda kommer inte studeras vidare i denna rapport.

Bland hängande linbanor finns det en mängd olika tekniker, bland annat med skidspecifika fordon som inte studeras här. Samtliga tekniker består av några grundläggande delkomponenter nämligen kabiner, stationer, stöd samt linor (Alshalalfah & Shalaby, 2010). De tekniker som finns fyller olika funktioner men alla är inte aktuella att bygga idag eftersom vissa av dem är nyare tekniker som ersatt de gamla. Detta framgår i de kommande kapitlen.

Till att börja med är det viktigt att skilja på kabinernas rörelsemönster där det i vissa fall är reversibla system och i andra fall cirkulerande system. I reversibla system byter systemet riktning i stationerna vilket innebär att kabinerna åker fram och tillbaka likt en hiss och dess motvikt. I cirkulerande system åker kabinerna runt i slutna banor (Seeber, 2010).

#### Reversibla system (kabinbanor, jigback)

Reversibla system eller jigbacksystem består av två stora kabiner som kan ha plats för upp till 200 passagerare per kabin. Kabinerna sitter fastkopplade på en och samma drivlina som saktar in, stannar för av- och påstigning vid ändstationerna för att sedan byta riktning, se Figur 3.2. I system med stor höjdskillnad mellan stationerna hjälper vikten från den nedåtgående kabinen motorn att dra kabinen som är på väg upp (Alshalalfah & Shalaby, 2010). Dessa system benämns härnäst som kabinbanor.



Figur 3.2 Schematiskt rörelsemönster reversibel kabinbana (Dale, 2010d)

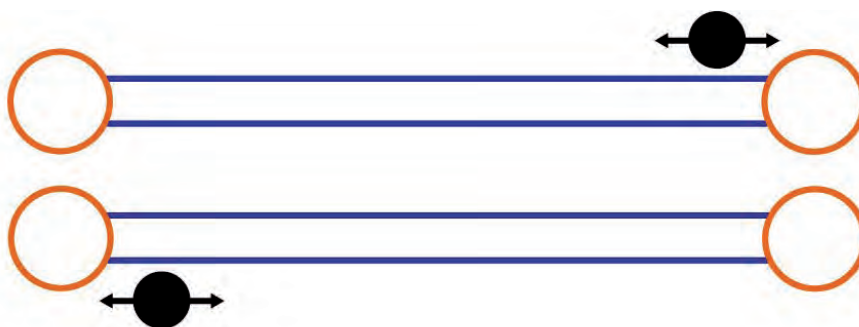
Kabinbanor kan ha en mellanliggande station men då måste den vara belägen på exakt samma avstånd från båda ändstationerna eftersom kabinerna alltid möter varandra halvvägs. Förutom en drivlina som driver kabinerna framåt finns en eller två bärlinor som sitter fastspända i vardera stationen och som kabinerna hålls uppe av. Systemet med tre linor möjliggör hastigheter runt 12 m/s (Jähkel & Markstedt, 1990). Utöver att möjliggöra hastigheter runt 12 m/s innebär konfigurationen med tre linor även att det går att ha långa avstånd mellan stöden samt att kabinbanorna fungerar bra även i starka vindar (Doppelmayr, 2011a; Leitner, 2011a).

Kabinbanor har begränsad kapacitet då det bara finns två kabiner och dessa inte kan röra sig oberoende av varandra vilket i sin tur medför att den ena kabinen ibland fördröjs för att få tid att fylla den andra. Turtätheten och kapaciteten beror alltid på hur lång banan är samt vilken hastighet som systemet har. Kapaciteten beror dessutom på hur stora kabiner som används. Maximalt är det möjligt att transportera 2 800 personer per timme och riktning men det kräver ett kort system med hög hastighet (Alshalalfah & Shalaby, 2010). Kabinbanor bygger på en gammal teknik och de byggs inte i så stor utsträckning längre på grund av de stora begränsningarna i kapacitet och de långa väntetiderna. Därför är de inte särskilt lämpliga som kollektivtrafik.

Kabinbanor är mycket vanliga inslag i skidorter, bland annat i alperna, där de ofta knyter ihop byar i dalarna med skidsystemen uppe på bergen. Utöver kabinbanor i alpina miljöer finns det ett flertal exempel där de har implementerats i urbana miljöer. Två amerikanska exempel på detta är Roosevelt Aerial Tram i New York och Portland Aerial Tram i Portland, Oregon. Dessa två system beskrivs översiktligt i avsnitt 3.9.8.

Funifor är namnet på en variant av en reversibel kabinbana med några distinkta skillnader. Den enligt Dale (2011a) viktigaste skillnaden är att i funiforsystem drivs kabinerna med två separata drivlinor vilket gör att kabinerna kan röra sig oberoende av varandra, se Figur 3.3. Fördelarna är att kapaciteten kan höjas något genom minskade väntetider samt att det går att med halverad kapacitet fortsätta driften även om det är fel på den ena kabinen, alternativt om det ska utföras exempelvis underhåll på någon del av systemet. Om en av kabinerna behöver evakueras går det dessutom att göra det med hjälp av den andra kabinen. Nackdelarna med denna typ av linbana är att kostnaderna blir betydligt högre, både drifts- och investeringskostnader, eftersom man måste utöka exempelvis antalet motorer och andra ingående komponenter till det dubbla. En annan skillnad mot kabinbanor är att de två bärlinorna sitter med ett större mellanrum vilket gör att komforten är hög även i sämre vindförhållanden (Dale, 2011a).

Varken kabinbanor eller funifor kommer här studeras vidare på grund av att deras egenskaper, så som låg kapacitet och turtäthet, gör dem mindre lämpliga för kollektivtrafik.

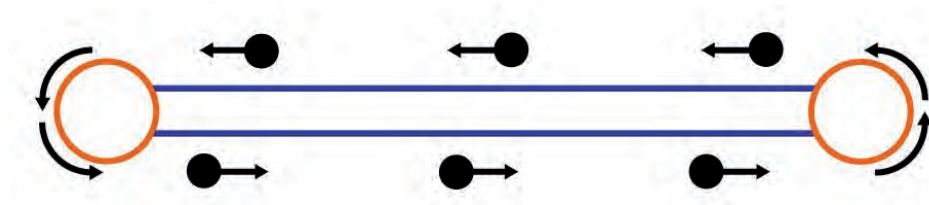


Figur 3.3 Schematiskt rörelsemönster Funifor (Dale, 2010d)



### Cirkulerande system

Med ett cirkulerande system menas att drivlinan som driver fram kabinerna rör sig åt ett och samma håll runt i en sluten bana, se Figur 3.4. De cirkulerande systemen kan vidare delas in i system med fast grepp och system med avkopplingsbart grepp. I system med fast grepp sitter kabinerna helt fast på drivlinan. I system med avkopplingsbart grepp kopplas kabinerna av från drivlinan vid stationerna varvid de saktas in och förs fram i krypfart med hjälp av hjul eller kedjor inne i stationen för att sedan accelerera och kopplas på drivlinan igen (Seeber, 2010).



Figur 3.4 Schematiskt rörelsemönster cirkulerande system (Dale, 2010d)

System med fast grepp kan delas in i kontinuerliga gondolbanor och pulserande gondolbanor. Kontinuerliga gondolbanor drivs fram med en konstant hastighet utan att sakta in vid stationerna. Kontinuerliga gondolbanor är sällsynta och olämpliga ur kollektivtrafiksynpunkt eftersom de endast tillåter låga hastigheter, ca 2 m/s, för att kunna möjliggöra på- och avstigning (Jähkel & Markstedt, 1990). Pulserande gondolbanor är ett cirkulerande system vars funktion liknar den med ett reversibelt system (Henningsson et. al, 2010). Varken kontinuerliga gondolbanor eller pulserande gondolbanor kommer här studeras vidare.

Bland de avkopplingsbara gondolbanorna finns ytterligare en möjlig indelning, nämligen i de fyra olika systemen MDG, BDG, TDG (3S) och Funitel. Enligt Alshalalfah & Shalaby (2010) står MDG, BDG och TDG för Monocable Detachable Gondola, Bicable Detachable Gondola respektive Tricable Detachable Gondola. Namnen kommer sig av hur många linor som används i respektive system samt av att alla är avkopplingsbara (Detachable). Dessa tre system samt Funitel beskrivs mer utförligt i kapitel 3.9.

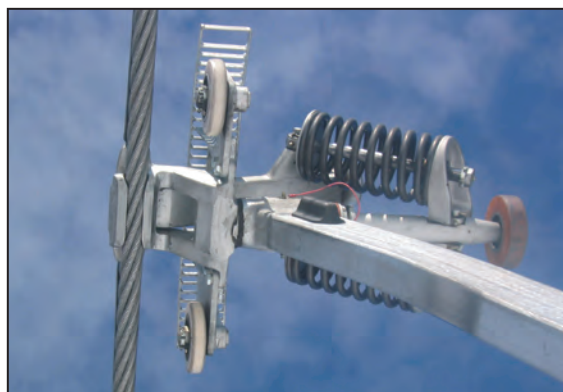
### 3.9 Gondolbanor

En gondolbana kan definieras som en linbana med flera tätt placerade gondoler som är jämnt fördelade över hela banan (Tupper, 2009). Fortsättningsvis i denna rapport då termen gondolbana används förutsätts även att gondolbanan har avkopplingsbara grepp. Bland de avkopplingsbara gondolbanorna finns som tidigare nämnts fyra olika varianter. De olika varianterna har många gemensamma egenskaper. Dessa beskrivs i regel bara en gång medan där det finns påtagliga skillnader mellan de olika varianterna beskrivs det separat för varje teknik.

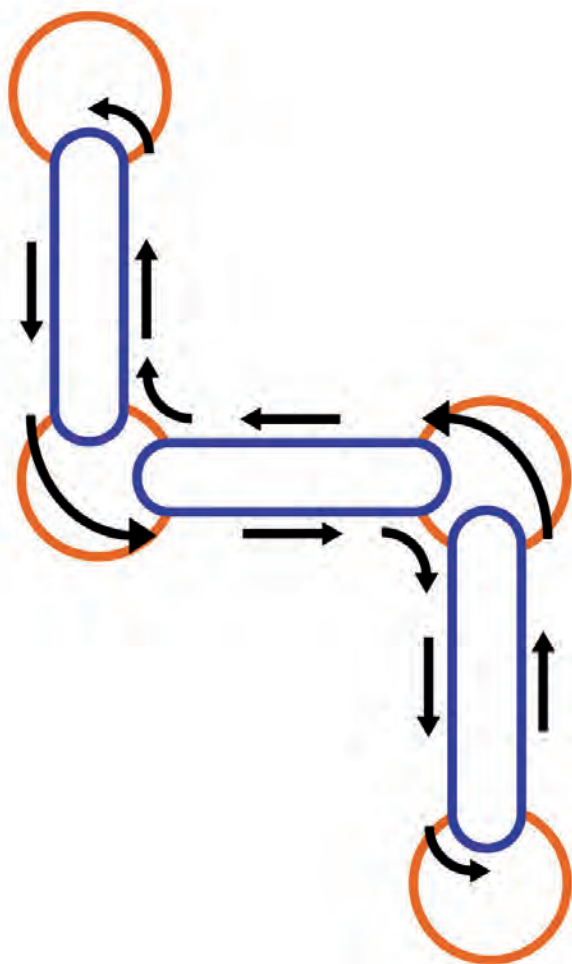
Att en gondolbana är avkopplingsbar innebär att de ingående gondolerna är anslutna till drivlinan med ett grepp som automatiskt kopplas loss vid varje station. Greppet öppnas genom att en fjäder trycks ihop med hjälp av en skena i varje station. När gondolen inte längre är ansluten till drivlinan bromsas gondolen upp med hjälp av en uppsättning hjul med inbördes avtagande hastigheter. När den bromsats ner till krypfart öppnas dörrarna mekaniskt och

gondolen fortsätter i krypfart genom av- och påstigningsområdet i stationen. Efter av- och påstigning stängs dörrarna automatiskt och gondolen accelereras upp till drivlinans hastighet på motsvarande sätt som vid inbromsningen fast omvänt. Vid rätt hastighet och rätt position släpps fjädern i greppet upp igen och gondolen är återigen ansluten till drivlinan (WIR, 2007; Dale, 2009a). Figur 3.5 visar ett avkopplingsbart grepp.

Inne i stationerna transporteras gondolerna runt på skenor och kan flyttas över till en annan drivlina eller in i eventuell depå. Det är genom att gondolen byter drivlina som är det enda möjliga sättet för en gondolbana att byta riktning (Dale, 2009a). Figur 3.6 visar en schematisk skiss för hur gondolbanor kan byta riktning.



Figur 3.5 Avkopplingsbart grepp (Foto: Wiggum, licens Creative Commons CC BY-SA 3.0)



Figur 3.6 Schematisk skiss för hur gondoler kan byta riktning. Orange = vinkelstation  
Blå = drivlinor. (Dale, 2009c)

### 3.9.1 Tekniska egenskaper

De tekniska egenskaperna för avkopplingsbara gondolbanor beror mycket på vilken typ av gondolbana det gäller. I Tabell 3.3 redovisas en sammanställning över de olika varianternas tekniska egenskaper vilka beskrivs mer utförligt i följande avsnitt.

Tabell 3.3 Jämförelse mellan avkopplingsbara gondolbanor

	MDG	BDG	TDG (3S)	Funitel
Kapacitet (personer/gondol)	4-16	4-16	< 35	< 24
Kapacitet system (personer/timme&riktning)	3600	3600	6000	4000
Hastighet (km/h)	21	27	27	27
Tolerans vindhastighet (m/s)	16	22	28	30

(Källor redovisas i respektive avsnitt)

I avsnitten nedan beskrivs bland annat de olika teknikernas förmåga att hantera stark vind. Vid stark vind kan komforten försämrats och för att behålla god komfort även vid de vindhastigheter som anges nedan justeras hastigheten på linan nedåt. Det går därför inte att ange några generella maximala vindhastigheter som innebär att man måste stoppa framdriften men hastighetssänkningar innebär emellertid restidsökningar.

#### MDG – Monocable Detachable Gondola

Den tekniska benämningen för den vanligaste typen av gondolbana är på engelska Monocable Detachable Gondola, MDG (Alshalalfah & Shalaby, 2010). Som benämningen avslöjar har dessa system endast en lina. Linan har i dessa system två funktioner nämligen att både bära upp tyngden av gondolerna samt driva dem framåt. Enligt Tupper (2009) har denna ursprungliga variant av gondolbana därför begränsningar när det gäller avstånd mellan stöden eftersom linan ska ta upp alla gondolers sammanlagda vikt vilket medför att det endast går att ha en begränsad horisontell spänning i linan. Med begränsad horisontell spänning i linan behövs kortare avstånd mellan stöden för att inte gondolbanan ska få en för stor nedböjning.

En MDG-anläggning har förutom begränsningar när det gäller avstånden mellan stöden även begränsningar där det gäller driften under hårda vindförhållanden. Det kan bli komfortproblem med för stora svängningar i sidled vid vindhastigheter från 60 km/h (~16 m/s) och uppåt (Tupper, 2009). För ett planerat MDG-system i London (beskrivs vidare i avsnitt 3.9.9) anges att hastigheten på linan ska sänkas vid sidovindar över 12 m/s och systemet ska stängas helt i sidovindhastigheter över 20 m/s (TfL, 2011a).

Gondoler som används i MDG-system finns i olika storlekar som tillåter från 4 till 16 resenärer per gondol och den maximala teoretiska kapaciteten som kan uppnås med en gondolbana av MDG-typ är enligt två av de tre största linanetverken Leitner (2011b) och Doppelmayr (2011b) ungefär 3 600 personer per timme och riktning. Poma som är den tredje största tillverkaren, och som delvis har köpts upp av Leitner och blivit Leitner-Poma, har ingen information tillgänglig om teoretisk maxkapacitet. Däremot uppger de exempelvis att en av de gondolbanelinjer de har levererat till Medellin i Colombia kan transportera 3 000 personer per timme och riktning (Poma, 2011). Gondolbanorna i Medellin ges en kort beskrivning i avsnitt 3.9.8 *Befintliga urbana gondolbanesystem*.

Gondolbanor med en lina dimensioneras för hastigheter på upp till 6 m/s vilket är drygt 21 km/h (Leitner, 2011b; Doppelmayr, 2011b). Eftersom gondolerna kopplas av linan för att inne på stationen färdas vid lägre hastighet för på- och avstigning blir medelhastigheten något lägre, ungefär 19 km/h men beror bland annat på hur många stationer som finns (Henningsson et. al, 2010).



Gondolbanor med en lina är den vanligaste gondolbanan och de finns i mängder av skidorter men även på senare år som kollektivtrafik i bland annat Sydamerikanska storstäder som Medellin, Caracas och Rio de Janeiro. I Europa finns det MDG-system i urbana miljöer bland annat i Zaragoza och Barcelona. I avsnitt 3.9.8 ges en kort beskrivning av några urbana MDG-system som också visas i bild.

#### **BDG – Bicable Detachable Gondola**

Den största skillnaden mellan gondolbanor av typ MDG och typ BDG är enligt Alshalalfah & Shalaby (2010) antalet linor och deras funktion. MDG-system använder endast en lina som fungerar både som drivlina och bärlina medan system av typen BDG har två linor där en av dem fungerar som drivlina och den andra endast har en bärande funktion. Denna skillnad gör att BDG-system bland annat kan hålla något högre linhastighet.

Enligt Doppelmayr (2011c) är dagens teknik utvecklad för hastigheter på upp till 7,5 m/s (27 km/h). BDG-system har god komfort även i hårda förhållanden med vindhastigheter på upp till 80 km/h (~22 m/s), förutsatt att linhastigheten sänks något under sådana förhållanden. Eftersom bärlinan endast ska bära upp de vertikala krafterna är denna fastspänd i ändstationerna. Detta medger högre horisontell spänning i linan och därför går det även att ha större spann mellan stöden (Tupper, 2009). Skillnaden i kapacitet, både per gondol och för hela system, är däremot relativt liten. I BDG-system har gondolerna enligt Leitner (2011c) plats för upp till 16 resenärer och den teoretiska maxkapaciteten i ett helt system ligger därmed i storleksordning som för MDG-system.

BDG-system är mindre vanliga än MDG-system men det finns ett bra exempel i Hong Kong som ges en kort presentation tillsammans med bild i avsnitt 3.9.8.

#### **TDG – Tricable Detachable Gondola (3S)**

Ett TDG-system, eller 3S-system som de också kallas efter *drei Seile* (tyska för *tre linor*), liknar till många delar ett reversibelt kabinbanesystem. Likheterna är att gondolerna i TDG-system är större än för övriga gondolbanor samt att systemet är uppbyggt med tre linor på samma sätt som en kabinbana. Två av dessa linor bär upp den vertikala lasten och är fast förankrade i ändstationerna och den tredje linan driver fram systemet. Till skillnad från kabinbanor har TDG-system avkopplingsbara grepp, liksom MDG och BDG, vilket medger att drivlinan inte behöver stanna. Drivlinan kan cirkulera kontinuerligt medan gondolerna kopplas loss på stationerna och rör sig oberoende av linans rörelse (Dale, 2010b).

Eftersom TDG-system har två bärlinor kan större vertikala krafter tas upp och därmed kan dessa gondolbanor ha större gondoler med upp till 35 platser och tillåta längre spann mellan stöden än med MDG- och BDG-system. Konfigurationen av linor gör också att stabiliteten ökar och TDG-systemen är komfortabla även i vindhastigheter på över 100 km/h (Tupper, 2009).

Enligt tillverkarna Doppelmayr (2011c) och Leitner (2011c) dimensioneras idag TDG-system för hastigheter upp till 7-7,5 m/s (25-27 km/h). Genom att kombinera egenskaperna hög hastighet och stora kabiner från kabinbanor med gondolbanors höga turtäthet, kan TDG-system uppnå systemkapaciteter enligt Leitner (2011c) på 5 000 personer per timme och riktning och enligt Doppelmayr (2011c) upp till 6 000 personer per timme och riktning.

Gondolbanor med tre linor är fortfarande relativt ovanliga men i Koblenz, Tyskland finns ett system som kopplar ihop stadskärnan med ett område där det år 2011 anordnas en nationell

trädgårdsmässa. Ett annat system finns i Italien i Bolzano. Dessa två system presenteras kort med ord och bild i avsnitt 3.9.8

#### **Funitel**

Det finns ytterligare ett system med avkopplingsbara gondoler som kallas för Funitel. I systemet används två linor men dessa fungerar inte på samma sätt som BDG-banor. Istället för att det finns en lina som endast bär och en andra som endast driver systemet har båda linorna i ett Funitelsystem dubbel funktion likt linan i MDG-system (Dale, 2010c).

De två linorna är placerade i bredd med ett avstånd på cirka 3 meter och på två armar från gondolernas tak sitter de avkopplingsbara fästena. Avståndet mellan linorna gör att systemet blir stabilt även i vindhastigheter upp till 110 km/h (~30 m/s). Att lasten från gondolerna bärs upp av två linor gör att större gondoler och längre spann mellan stöden kan väljas (Tupper, 2009). För att det inte ska kunna uppstå problem med framdriften är det avgörande att båda linorna drivs med exakt samma hastighet.

Gondolerna som används har en kapacitet på upp till 24 personer. Funitelsystem dimensioneras för linhastigheter på upp till 7,5 m/s vilket är 27 km/h. Den maximala teoretiska systemkapaciteten ligger mellan 3 200 och 4 000 personer per timme och riktning (Doppelmayer, 2011d).

#### **3.9.2 Sträckning och stationsutformning**

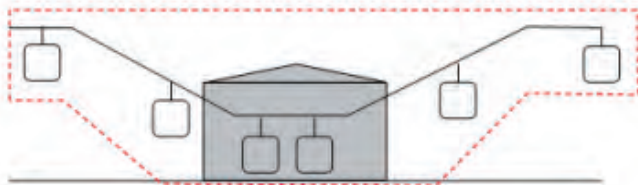
Alla typer av gondolbanor har både begränsningar och möjligheter när det gäller valet av linjesträckning. Eftersom samtliga system är uppbyggda med linor uppspända mellan stationer gör det att en linbanas sträckning måste gå i raka linjer. Det betyder emellertid inte att det inte finns linbanor som kan svänga men däremot betyder det att det måste vara ett system med avkopplingsbara gondoler samt att varje sväng måste göras i en mellanstation eller svängstation (Henningsson et. al 2010). Gondolerna kopplas loss från linan i stationen för att sedan kopplas på igen efter svängmomentet.

En av de viktiga möjligheterna i linjedragning för gondolbanor är att de går att dra fram även i, för övriga trafikslag, helt eller delvis otillgängliga miljöer. Tvåra branter, vattendrag och andra naturliga eller onaturliga barriärer går enkelt att överbrygga med hjälp av gondolbanor (Alshalalfah & Shalaby, 2010).

Mellan stationerna går som tidigare nämnts linbanorna i raka linjer och linan hålls uppe av stöd som beroende på vald teknik lämpligtvis är placerade med 200-400 meters mellanrum. Banan bör ha en frihöjd på ungefär 5,50 meter eller högre beroende på vad som krävs för att ta sig över olika typer av hinder som exempelvis vägar och gator. Detta gör att stöden bör vara minst 8 meter höga. Med 5,50 meter som minsta avstånd till marken från gondolernas undersida har det tagits höjd för den svängning som kan uppstå vid ett eventuellt nödstopp (Henningsson et. al, 2010).

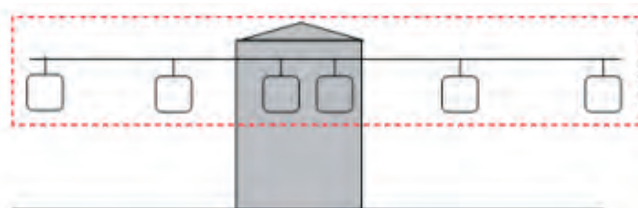
Stationerna kan utformas på många olika sätt och det gör att det går att anpassa stationerna efter förhållandena som råder vid de olika stationslägena. Finns det gott om markyta vid ett stationsläge kan stationen ligga i markplan genom att gondolerna går ner mot marken i anslutning till stationen. Därmed går det att ha stationer utan behov av trappor och hissar. Dessa stationer gör, förutom att ytan för själva stationsbyggnaden tas i anspråk, även att en yta på båda sidor om stationen blir obrukbar eftersom höjden på linan där blir för låg, se Figur 3.7.

Med stationer i marknivå blir gondolbanan ett för resenären bekvämt kollektivtrafiksystem (Jähkel & Markstedt, 1990).



Figur 3.7. Mellanstation i markplan (Henningsson et. al, 2010).

Vid stationslägen med brist på tillgänglig markyta är en upphöjd station ett bättre alternativ genom att dessa inte tar någon yta i anspråk före eller efter stationen, se Figur 3.8. Dessa stationer kräver att hissar och rulltrappor byggs för att stationerna ska vara tillgängliga för alla. Bekvämligheten för resenärerna motsvarar därmed bekvämligheten på exempelvis en tunnelbanestation (Jähkel & Markstedt, 1990).



Figur 3.8. Mellanstation i linhöjd (Henningsson et. al, 2010).

På platser där det är olämpligt att ta ner linan mot marknivån, exempelvis på grund av att en väg eller gata ligger i direkt anslutning till stationen, men där samtidigt på- och avstigning av tillgänglighetsskäl bör ske i markplan finns ytterligare ett alternativ till stationsutformning. I stationen, som illustreras i Figur 3.9, kopplas gondolen av från linan på den frihöjd som krävs, transporteras ner till markplan för av- och påstigning för att sedan transporteras upp till linans höjd och kopplas fast på linan (WIR, 2010). Stationer där gondolen kopplas av från linan för att sedan transporteras ner till markplan innebär enligt Jähkel & Markstedt (1990) att stationerna kräver mer utrymme och blir betydligt mer kostsamma.



Figur 3.9 Principskisser för station där gondoler transporteras ner till markplan (WIR, 2010)

Likt andra kollektivtrafiksystem har gondolbanor ett depåbehov för uppställning av gondolerna då de inte används eller underhålls. Med jämförbar kapacitet är gondolbanors depåer mindre ytkrävande än buss- och spårvagnsdepåer. Andersson & Gibrand (2008) presenterar exempel på depåer där ytbehovet är 340 m<sup>2</sup> per buss och 500 m<sup>2</sup> per spårvagn. En överslagskalkyl, som bygger på 3 m<sup>2</sup> uppställningsyta per gondol, visar att för ett MDG-system på fem kilometer med maximal hastighet och kapacitet behövs en uppställningsyta på totalt cirka 600 m<sup>2</sup>. En fördel utöver ytbehovet är att gondolbanans depå kan lätt fördelas på de olika stationerna, breddvid, under eller över plattformen (WIR, 2007).

### 3.9.3 Kostnader och finansiering

Enligt Henningsson et. al (2010) beror investeringskostnaderna för gondolbanor på många olika faktorer. Bland dessa faktorer finns enligt Jähkel & Markstedt (1990) till exempel banlängd, antalet stationer, stationsutformning, markinlösen, grundläggning, antalet gondoler och utrustning av stationer och gondoler.

I Henningsson et. al (2010) har en sammanvägning gjorts av tre olika kostnadskalkyler för att ta fram en ungefärlig kostnad per kilometer gondolbana. Uppgifterna kommer från Jähkel & Markstedt (1990) om en linbana i Sundsvall, från en linbanespecialist i Frankrike som bland annat har tagit fram ett linjeberäkningsprogram för gondolbanor, samt från uppgifter från konsultbolaget Sweco om en gondolbana för Österberget i Östersund. Sammanvägningen pekar på att för ett system med monovajer, MDG, blir investeringskostnaden per kilometer i storleksordningen 50-75 miljoner kronor i 2008 års prisnivå. Det övre värdet i kostnadsintervallet är framräknat för en bana som är 6,5 km lång med fem mellanstationer och två ändstationer, vilket motsvarar ett stationsmellanrum på ungefär 600-650 meter. Prisuppgifterna täcker endast grundutförandet och inte några sidoinvesteringar som exempelvis specialutformning av stationshus.

Sammanvägningen ovan gäller ett MDG-system och för ett TDG-system blir kostnaderna högre bland annat på grund av mer avancerad teknik. I Henningsson et. al (2010) nämns att ett TDG-system kostar ungefär dubbelt så mycket som ett MDG-system.

Tupper (2010) har gjort en översiktlig kostnadskalkyl för ett TDG-system i Kanada. Sträckan är 2640 meter lång utan några mellanstationer. I 2008 års prisnivå uppges att den totala uppskattade investeringskostnaden är motsvarande 360 miljoner svenska kronor<sup>1</sup>. I denna uppgift inkluderas allt utom eventuell markinlösen. Utslaget på sträckans längd blir det en kilometerkostnad på ungefär 135 miljoner kronor, detta stämmer bra överens med uppgiften att TDG-banor skulle vara dubbelt så dyra som MDG-banor. Stationerna är de enskilt dyraste posterna och enligt Henningsson et. al (2009) är mellanstationer dyrare än ändstationer vilket innebär att om det ska finnas mellanstationer bör man räkna med en något högre kostnad per kilometer.

Drift- och underhållskostnader för gondolbanor hålls låga bland annat genom att den automatiska driften minskar personalkostnaderna samt att endast en elmotor används för hela systemet. Enligt beräkningarna gjorda i Henningsson et. al (2010) för den MDG-bana som nämns ovan uppgår drift- och underhållskostnaderna till ungefär 3 procent av investeringskostnaden. För TDG-systemet i Tupper (2010) uppgår motsvarande siffra till 4,5-5,0 procent av investeringskostnaderna.

---

<sup>1</sup> Förutsatt att 1,00 CAD = 7,00 SEK

I Tegnér et. al (2009) anges ett antal alternativ för hur man kan organisera finansieringen av spårtaxi. Bland dessa alternativ finns exempelvis finansiering genom exploateringsavgifter, skatter och arbetsgivaravgifter presenterat. Ett annat alternativ är en så kallad BOT-finansiering. BOT står för Build-Operate-Transfer och lösningen kan se ut på många olika sätt (Tegnér et. al, 2009). Eftersom spårtaxi och gondolbanor liknar varandra i kostnadsavseende med relativt stora investeringskostnader men låga driftskostnader borde de alternativ som passar spårtaxi även passa gondolbanor.

En variant på BOT-lösning kan enligt Tegnér et. al (2009) vara att en privat aktör, exempelvis ett konsortium bestående av en leverantör, en exploatör, en trafikoperatör och en värdkommun, investerar och bygger en anläggning för att sedan också sköta drift och underhåll under en förutbestämd kontraktperiod. Kontraktperioden kan vara exempelvis 25-50 år och under den tiden får den privata aktören ersättning av trafikhuvudmannen (fr.o.m. 2012 den regionala kollektivtrafikmyndigheten). Ersättningen kan vara i form av exempelvis en årlig avgift. Det är dock viktigt att påpeka att BOT inte löser själva finansieringen utan främst är ett sätt att få till stånd en investering på ett snabbare och effektivare sätt.

Som ett komplement till en BOT-lösning och som delfinansiering kan reklam och sponsring vara ett alternativ. Delar av gondolbanan som byggs i London ska enligt TfL (2011c) finansieras genom att ett företag går in och sponsrar byggandet och i motprestation får sätta sitt namn på gondolbanan. Genom att företaget får visa sitt företagsnamn, färger och logotype på stationer och gondoler, och därmed bli förknippade med ett av stadens internationellt kända landmärken, förväntas kunna resultera i att en kommersiell partner löser delar av finansieringen (TfL, 2011c).

#### 3.9.4 Miljö

Gondolbanor drivs med elmotorer som vanligtvis finns i ena ändstationen. Eftersom systemen är eldrivna gör att inga emissioner i form av vare sig växthusgaser, svaveldioxid, kväveoxider eller partiklar sker på plats. Konsultfirman Tramway Engineering (2009) menar att gondolbanor är det mest energieffektiva kollektivtrafiksystemet per personkilometer (hur energieffektivt systemet är per personkilometer är beroende på antalet resenärer). Att systemen är energieffektiva kommer sig bland annat av att det endast finns en motor, att hastigheten på linan är konstant och att fordonsvikten per passagerare är liten. Enligt Alshalalfah & Shalaby (2010) och Tupper (2009) kan dessutom energieffektiviteten ökas något för gondolbanor som opererar i stora höjdskillnader tack vare att vikten av nedåtgående gondolerna hjälper motorn att dra de uppåtgående. Anläggningen är i dessa fall balanserad och det är endast vikten av passagerarna som bärs upp av motorn.

Gondolbanor utgör ingen stor bullerkälla men det buller som uppkommer alstras dels i motorn och dels när gondolerna passerar stöden. Eftersom det bara behövs en motor och att den sitter i en av ändstationerna finns det goda möjligheter att begränsa utbredningen av motorljuden genom att ljudisolera motorutrymmet. Ljuden som uppkommer då gondolbanornas linfästen passerar stödets linrullar – de hjul på stöden som håller uppe linan – går också att begränsa genom att förbättra linrullarna (Jähkel & Markstedt, 1990).

Gondolbanor gör ett förhållandevis ett litet avtryck markplan i form av stationer och stöd och därmed behöver systemen inte påverka markmiljön nämnvärt (Tramway Engineering, 2009). Emellertid gör samtliga linbanesystem vissa visuella intrång, se avsnitt 3.9.5 *Acceptans*.



### 3.9.5 Acceptans

Gondolbanor utgör ett helt nytt inslag i stadsbilden som både kan uppfattas som negativt och positivt. Enligt TfL (2011b) kan ett nytt landmärke i form av en gondolbana skapa positiva effekter av ökad turism till området. Eftersom gondolerna färdas över marken kommer det likt spårtaxi komma invändningar mot en gondolbana. Oro kommer finnas över hur gondolbanan kommer uppfattas från marken, kommer den vara ful, skuggande, kommer det kunna falla ner föremål och kommer det förstöra den fina stadsbilden? Sådana frågor nämns i IST (2009) som de vanligaste frågorna som dyker upp då det diskuteras planer om spårtaxi.

Gondolbanor kommer alltid utgöra ett visuellt intrång och det är därför viktigt att ta hänsyn till det då en gondolbana planeras. För att inte kränka personers integritet bör man undvika att bygga gondolbanan för nära husfasader eller över innergårdar och trädgårdar. När Portland Aerial Tram – en kabinbana som presenteras i nästa avsnitt – byggdes i Portland, Oregon i USA kom en massiv kritik mot att resenärer fick full insyn i på boendes tomter och uteplatser (Dale, 2009b). För att undvika att inkräkta på detta sätt bör det så långt det går väljas linjesträckningar där gondolbanan inte går över trädgårdar eller i närheten av fasader.

### 3.9.6 Säkerhet och säkerhetsutrustning

Att färdas i en gondolbana är ett relativt säkert sätt att ta sig fram, enligt Tupper (2009) är sannolikheten att en gondolbaneresenär råkar ut för en allvarlig olycka ungefär 20 000 gånger mindre än om den personen istället skulle åkt bil. I Jähkel & Markstedt (1990) görs en jämförelse i olycksstatistik mellan olika färdmedel publicerat av det franska transportministeriet för år 1981 till 1985. Jämförelsen visar att i järnvägstrafiken var det under den aktuella tidsperioden 35 miljoner resenärer varav 46 personer blev allvarligt skadade eller dödade. Motsvarande siffror för flygtrafiken var 26 miljoner resenärer varav 7 personer skadades allvarligt eller dödades. Under samma tid åkte 699 miljoner med skidliftar vilket förorsakade endast 12 olycksoffer. Denna jämförelse må vara föråldrad idag men den tyder på att det sker få olyckor per antalet resenärer jämfört med andra trafikslag.

I varje gondolbanesystem ska det enligt Europaparlamentet (2000) finnas en reservdrifts-anläggning som har gentemot ordinarie motor en oberoende energiförsörjning. Det finns gondolbanesystem som är mycket välutrustade för eventuella driftstopp. Exempelvis har TDG-systemet i Koblenz, Tyskland utrustats med en reservmotor med egen energiförsörjning i drivstationen och ytterligare en reservmotor med oberoende energiförsörjning i den andra ändstationen. Förutom reservmotorer är hela systemet uppbackat med reservkullager för att vid alla eventualiteter kunna återföra samtliga gondoler till en station för att där kunna utrymma gondolerna. På detta sätt kan man undvika att behöva utrymma gondolerna ute på linjen, vilket beroende på miljön kan vara mycket komplicerat (WIR, 2011).

En annan säkerhetsåtgärd är att systemet som bromsar in och får gondolerna att accelerera samt transporteras inne på stationen enligt Canadian Standards Association skall vara uppbackat med ett reservsystem (Tupper, 2009).

Om det mot förmodan även med dessa säkerhetsåtgärder inte går att transportera gondolerna in till en station finns det speciella fordon som kan transportera sig ut till gondolerna på linan och där evakuera på plats. På låga höjder kan emellertid evakuering med hjälp av exempelvis skylift vara enklast (Jähkel & Markstedt, 1990).

För att upprätthålla god säkerhet krävs regelbundet underhåll av systemets ingående delar. För den planerade gondolbanan i London ska grundläggande underhåll ske dagligen medan särskilt underhåll kommer kräva att systemet hålls stängt under ungefär fem dagar per år. Vidare ska också en genomgående översyn av hela systemet ske åtminstone vart nionde år och linan bör bytas vart tionde (TfL, 2011a).

Eftersom gondoler är förarlösa finns samma farhågor som för exempelvis spårtaxi eller andra automatiska system. Bland dessa farhågor finns enligt Tegnér et. al (2009) att resenärer ska uppleva systemet som otryggt och mindre säkert än konventionella färdmedel som vanligtvis har en förare närvarande. Enligt Tupper (2009) kan systemen enkelt utrustas med övervakningskameror, tyst alarm och kommunikationsradioutrustning i varje gondol. Förutom dessa åtgärder för att öka tryggheten bör det finnas en person på varje station som har till uppgift att bevaka övervakningskameror och larmsignaler för att när aktuell gondol inkommer till stationen eventuellt ingripa. Med sådana åtgärder borde tryggheten kunna ökas. Holmberg (2008) menar nämligen att tryggheten bland annat beror på faktorer som exempelvis graden av övervakning och möjlighet till direktkontakt med personal. Ett annat problem är att personer som är höjdrädda kan tycka det är obehagligt så till den grad att anläggningen blir otillgänglig för dem.

Trots säkerhetsutrustning kommer det finnas personer som känner sig otrygga med att färdas med främmande personer i gondolerna. Eftersom gondolbanor har hög turtäthet har dessa personer då möjlighet att invänta en tom gondol utan att väntetiden behöver bli orimlig.

### 3.9.7 Komfortutrustning

Gondolbanor i alpin miljö opererar vanligen endast i dagsljus och förutsätter att passagerarna är klädda efter temperatur och väder. Till skillnad mot alpina anläggningar behövs bland annat belysning och temperaturreglering för system som ska användas som kollektivtrafik. För komfortutrustning för värme, kyla, belysning m.m. kan enligt Henningsson et. al (2010) varje gondol försörjas med ström från batterier som laddas på stationerna.

Det finns stora möjligheter att anpassa vilken utrustning gondolerna i ett system ska utrustas och inredas med. Ett exempel som visar på detta är en gondolbana i skidanläggningen Ylläs i Finland där en av gondolerna är utrustad med en fullt fungerande bastu (Snow Village, 2011). Andra exempel är så kallade VIP-gondoler som finns i ett flertal skidsystem runt om i världen där de bland annat är utrustade med kylskåp, musikanläggningar och TV-apparater. I ett urbant gondolbanesystem kan infoskärmar för både information och reklam vara motiverad utrustning.

### 3.9.8 Befintliga urbana gondolbanesystem

Fram tills för några år sedan har det endast funnits ett tiotal linbanesystem i stadsmiljö och flera av dem var kabinbanor av typen jigback. De senaste åren har det skett en stor utveckling för den avkopplingsbara gondolbanan. Framst har denna utveckling skett i Sydamerikanska storstäder. I detta avsnitt presenteras några av de urbana gondolbanor och kabinbanor som finns runt om i världen. På sidan 41 finns det bilder på de olika systemen.

#### Medellin, Colombia

Medellin är en storstad i Colombia som ligger i en dalgång. På bergssluttningarna mot staden finns det många underutvecklade stadsdelar som inte har något egentligt gatusystem utan som till stora delar består av gränder och trappor. Tidigare har det därför inte kunnat gå att nå

områdena med stadens kollektivtrafiksystem (Alshalalfah & Shalaby, 2010). Detta har gjort att områdena varit isolerade från staden och arbetslösheten har därför varit hög (Tupper, 2009).

År 2004 byggdes en första gondolbana av MDG-typ mellan en metrostation och ett av de underutvecklade områdena på bergssidorna. Gondolbanan som kallas för Metrocable blev så populär att det idag finns tre gondolbanelinjer i drift i Medellín (Tupper, 2009; Henningsson et. al, 2010). Gondolbanorna är helt integrerade i kollektivtrafiksystemet i övrigt med samma taxa och med direktbyten till tunnelbana, se Figur 3.10 på sidan 41 (Alshalalfah & Shalaby, 2010).

#### **Caracas, Venezuela**

Caracas är Venezuelas huvudstad och påminner till vissa delar om Medellín i den mening att det är en storstad i en dalgång med underutvecklade stadsdelar uppe på bergssidorna. Liksom i Medellín har dessa områden varit avskärmade från resten av staden (Alshalalfah & Shalaby, 2010).

Genom en två kilometer lång urban gondolbana med fem stationer har slumområdet San Augustin kopplats ihop med resten av staden. De två professorer i arkitektur som ligger bakom projektet har blivit tilldelade Erskinepriset för att de har hjälpt till att förändra livet för de fattiga i Caracas genom att de nu kan ta sig till arbeten eller skola samt att varor kan transporteras ut i slumområdet och på så sätt även sänka matpriserna (Arkitektur, 2010).

Det finns nu flera planer på att fler slumområden i Caracas ska få gondolbanor. De lokala myndigheterna planerar att bygga åtta nya gondolbanelinjer som ska kopplas ihop med det övriga metronätet (Alshalalfah & Shalaby, 2010).

#### **Rio de Janeiro, Brasilien**

Inspirerat av effekterna i Medellín och Caracas öppnades en gondolbana i Rio de Janeiro i mitten av maj år 2011. Gondolbanan som är 3,4 kilometer lång med sex stationer ska kunna transportera 3000 personer per timme och riktning (Dale, 2011).

Gondolbanan heter Teleferico Complexo do Alemão och knyter ihop ett flertal isolerade slumområden med en direktkoppling till Rio de Janerios metrosystem (Dale, 2011).

#### **Constantine, Algeriet**

I Constantine i Algeriet finns det en gondolbana som är 1,5 kilometer lång och med tre stationer. Systemet byggdes på endast 12 månader och uppges ha kostat 11 miljoner euro (Henningsson et. al, 2010).

#### **Koblenz, Tyskland**

I Koblenz i Tyskland finns ett TDG-system som delvis går i stadsmiljö. Gondolbanan i Koblenz går mellan stadskärnan och ett område för en trädgårdsmässa som anordnas under år 2011. Systemet, som visas i Figur 3.11 på sid 41, stod klart år 2010 och är planerat att monteras ner redan år 2013 när den fyllt sitt syfte (Doppelmayr, 2011e).

#### **Bolzano, Italien**

Systemet i Bolzano i Italien är också ett TDG-system som går mellan stadskärnan och en by på ett närliggande berg. Detta system har anpassats väldigt väl in i stadsbilden där stationen tar liten plats och tar är utformad med hänsyn till omgivande bebyggelse, se Figur 3.12 på sid 41.



### Hong Kong

I Hong Kong finns ett BDG-system som knyter ihop kollektivtrafiksystemet i Tung Chungs stadskärna med Ngong Ping på ön Lantau, se Figur 3.13 på sid 41. Längden på gondolbanan är 5,7 kilometer och den kan transportera 3 500 personer per timme och riktning (Alshalalfah & Shalaby, 2010).

### New York

Roosevelt Island Tram mellan Manhattan och Roosevelt Island är ingen gondolbana utan en reversibel kabinbana. Kabinbanan byggdes år 1976 som ett provisorium tills det att tunnelbana skulle byggas. Kabinbanan blev emellertid mycket populär och finns kvar än idag (Henningsson et. al, 2010). Under det senaste året har systemet varit stängt för renovering men är nu öppet igen med nya kabiner och ny teknik.

### Portland

Även Portland Aerial Tram är en reversibel kabinbana som är mycket karaktäristisk till utseendet, se Figur 3.14 på sid 41. Kabinbanan öppnade år 2007, är 1 kilometer lång och knyter ihop Universitetet med området South Waterfront.

## 3.9.9 Planerade urbana gondolbanesystem

Förutom system som finns idag finns det många system i planeringsstadiet eller som precis ska börja anläggas som exempelvis i London och i Burnaby, Canada. Utöver dessa två har det även nyligen kommit ett förslag till en gondolbana i Helsingfors.

### London

I London byggs en MDG-bana över Themsen, mellan North Greenwich och Royal Victoria Dock. Syftet med gondolbanan är enligt TfL (2011a) främst att skapa en ny kollektivtrafik-koppling över floden och också mellan O2 Arena och ExCel Arena. Båda arenorna kommer användas under OS år 2012 då också gondolbanan är tänkt att stå klar.

Gondolbanan ska vara öppen för fotgängare och cyklister inklusive personer med funktionsnedsättningar som exempelvis behöver rullator, rullstol, permobil eller andra hjälpmedel. Med en turtäthet på 15 sekunder ska den transportera upp till 2 500 personer per timme och riktning och resan beräknas ta cirka fem minuter (TfL, 2011a). I Figur 3.15 på sid 41 visas en illustration över hur banan är tänkt att utformas.

### Burnaby

I Canada planeras en gondolbana mellan staden Burnaby och en ny stadsdel som ligger strax utanför staden i anslutning till Simon Fraser University. Det är från förstudien för denna gondolbana som kostnadsuppgifterna för TDG-systemet ovan är hämtade.

*Följande figurer visas på nästa sida:*

Figur 3.10 Metro Cable i Medellin, photo by Omar Uranflickr at flickr (CC BY 2.0)

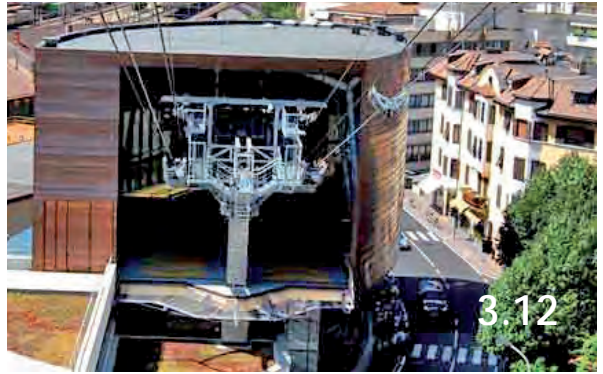
Figur 3.11 Koblenz Rein Seilbahn, photo by Steven Dale (www.gondolaproject.com)

Figur 3.12 Funivia del Renon i Bolzano, photo by Steven Dale (www.gondolaproject.com)

Figur 3.13 Ngong Ping i Hong Kong, photo by www.planetjones.co.uk at flickr (CC BY-NC-ND 2)

Figur 3.14 Portland Aerial Tram, photo by functoruser at flickr (CC BY 2.0)

Figur 3.15 Illustration London Cable Car (Wilkinson Eyre, 2011).



### 3.9.10 För- och nackdelar med gondolbanor

Utifrån gondolbanornas egenskaper går det att konstatera att användning av gondolbanor som kollektivtrafik har många fördelar. Emellertid finns det också begränsningar i systemen som utgör tydliga nackdelar. Här nedan följer en beskrivning av gondolbanors för- och nackdelar.

#### Fördelar med gondolbanor

I Alshalalfah & Shalaby (2010) listas bland annat följande fördelar med att använda gondolbanor som kollektivtrafik:

- Gondolbanor är terrängspecialister som kan överbrygga stora naturliga barriärer där andra transportmedel helt är uträknade. Gondolbanorna i sig skapar dessutom inga fysiska barriärer.
- De använder i jämförelse med andra kollektivtrafiksystem en liten markyta genom att stöden tar liten plats och att stationer exempelvis kan integreras i byggnader. Det är annars främst stationerna som tar större markyta i anspråk.
- De är relativt billiga och de går snabbt att bygga. Enligt Henningsson et. al (2010) byggdes en gondolbana i Constantine, Algeriet på bara 12 månader.
- Gondolbanor kan byggas i gena sträckningar och därmed behöver resan mellan två punkter inte nödvändigtvis vara längre än fågelvägen.
- Automatiken medger hög turtäthet och kapacitet dygnet runt utan att det för den sakens skull ökar personalkostnaderna.
- Gondolbanor är alltid energieffektiva. I miljöer med stora höjdskillnader balanserar dessutom gondolerna på väg ner de gondoler som är på väg upp.
- Miljövänligt genom att det räcker med endast en elmotor att driva hela systemet vilket ger nollutsläpp på platsen.
- Erbjuder en behaglig och komfortabel resa med fin utsikt.

Förutom de fördelar som tas upp ovan nämns i Tupper (2009) följande fördelar med gondolbanor:

- Gondolbanor är ett trafiksäkert transportmedel som är mycket driftsäkert med få störningar.
- Ett tillgängligt transportmedel genom att gondolerna har plats för rullstolar, rullatorer och dessutom cyklar. Det helt plana insteget och kryphastigheten i stationerna gör det möjligt även för funktionshindrade med eller utan hjälp att ta sig i och ur gondolerna. Skulle det inte gå ska det finnas assistans och dessutom är det möjligt att stanna hela systemet vid behov.
- Mycket låga bullernivåer jämfört med övriga kollektivtrafiksystem.

Vidare är det:

- En stark fördel att enkelt kunna skapa goda knutpunkter med övrig kollektivtrafik som exempelvis i Medellin där en gondolbanestation är byggd direkt ovanpå perrongen till ett metrosystem, se avsnitt 3.9.8.

- Möjligt för finansieringens skull samarbeta med privata intressenter och använda sig av exempelvis någon form av BOT-lösning. En sådan lösning skulle enligt Tegnér et. al (2009) kunna snabba på och effektivisera en investering.
- En stor fördel med den goda regulariteten som en gondolbana har genom den konstanta linnehastigheten, den förutbestämda tiden för av- och påstigning i stationerna samt genom att gondolbanan inte behöver ta hänsyn till övrig trafik. Faktorer som dessa gör att pålitligheten är mycket hög och gör det möjligt för resenären att kunna veta mer eller mindre exakt hur lång tid det tar till önskad station.
- Troligt att en gondolbana, oavsett syftet med att bygga den, blir en turistattraktion som kan ge platsen en stark identitet.

#### Nackdelar med gondolbanor

Samtidigt som gondolbanor har fördelarna som presenterats ovan har de även några tydliga begränsningar och nackdelar. Exempelvis är en stor nackdel att gondolbanor inte kan byta riktning ute på linjen utan endast i stationer eller svängstationer. Det kan därför på vissa ställen, särskilt i tät bebyggelse, vara svårt att hitta linjer som inte går rakt över fastigheter. Genom att gondolbanor går några meter ovanför marknivån uppkommer lätt problem med insyn i bostäder (Alshalalfah & Shalaby, 2010). För att undvika problemet kan man exempelvis bygga fler svängstationer för att kunna anpassa linjen bättre efter exempelvis gatustruktur. Fler mellanstationer medför dock att medelhastigheten sänks eftersom varje gondol måste bromsas in och kopplas loss för att möjliggöra svängar. Dessutom innebär fler stationer ökade kostnader. Det går att göra svängstationerna snabba genom att hastigheten inte sänks lika mycket som vid en vanlig station. Hur mycket hastigheten bör sänkas är främst en fråga om komfort.

I Henningsson et. al (2010) nämns även följande nackdelar med att använda gondolbanor för kollektivtrafik:

- På längre sträckor utanför stadsmiljö är ofta medelhastigheten för andra färdmedel högre än medelhastigheten som de snabbaste gondolbanorna har idag. Detta gör att åktiden med gondolbanor blir något längre på långa linjer i gles miljö. Det borde emellertid vara möjligt att på sikt kunna bygga system för högre hastigheter som motsvarar de högsta hastigheterna för reversibla kabinbanor (upp till 12 m/s). I stadsmiljö är gondolbanors medelhastighet högre än medelhastigheten hos bussar och motsvarande den för spårvägar.
- Eftersom gondolerna i regel aldrig helt stannar i stationerna kan resenärer med funktionsnedsättningar uppleva problem med på- och avstigningen. Det finns dock exempel på gondolbana där gondolerna stannar helt för av- och påstigning utan att påverka resten av systemet.
- Systemet är inte helt förarlost och kräver alltid övervakningspersonal och eventuell spärrpersonal.
- Kollektivtrafikresenärer som lider av höjdrädsla kommer inte känna sig helt bekväma med att färdas med gondolbana. Vissa personer kan komma att helt undvika systemet.
- I jämförelse med hållplatser för buss och spårväg krävs relativt stora stationer (ca 800 m<sup>2</sup> markyta för en slutstation inklusive depå, övriga stationer kan byggas mindre).



- Stadsbilden påverkas av en gondolbana och därför kan det på vissa platser vara olämpligt att bygga en gondolbana. Oavsett plats måste stor hänsyn till omgivande miljö tas vid anläggande av en gondolbana.

Slutligen kräver upphöjda stationer att det finns hissar och rulltrappor i stationerna för att komma till och från av- och påstigningsområdet. Detta gör att det blir omständigare för resenärerna. Tillgänglighet till gondolbana med upphöjd station motsvarar den som gäller för tunnelbana.

### 3.10 Slutsats litteraturstudie

Kollektivtrafikens marknadsandelar ska fördubblas. Det vill kollektivtrafikbranschen, SKL och Trafikverket med sin gemensamma satsning. För att på sikt kunna fördubbla marknadsandelen behövs bland annat stora satsningar på att förbättra framkomligheten för dagens kollektivtrafik. Utöver förbättrad framkomlighet krävs stora utbyggnader för att det ska finnas ett tillräckligt stort och attraktivt alternativ till att åka bil. Med ett attraktivt kollektivtrafikutbud tillsammans med restriktioner mot biltrafik, som exempelvis trängselavgifter och ändringar i parkeringsutbud, är det möjligt att komma en bra bit på vägen.

För att kollektivtrafiken ska vara ett attraktivt alternativ till bilen är det viktigt att det satsas på åtgärder och nya linjer som har egenskaper som resenärerna verkligen efterfrågar. Bland dessa egenskaper finns exempelvis enkelhet, möjlighet till direktbyten, överskådligt utbud och kortare restid framförallt utanför fordonet genom bland annat ökad turtäthet och förbättrad pålitlighet.

Utifrån hur resenärerna värderar faktorerna för kollektivtrafikstandard kan man likt Vägverket (2008) konstatera att det bland annat finns mycket att vinna på att eliminera tiderna för förseningar, byten och väntan. I dagens kollektivtrafik finns det stora brister just när det gäller dessa restidsdelar på grund av att det bland annat är för dyrt och svårt att erbjuda kollektivtrafik med hög turtäthet som dessutom är pålitlig.

Eftersom det snabbt blir störningar i buss- och spårvägssystem då turtätheten höjs och det faktum att turtätheten spelar en stor roll för väntetiden och bytestiden finns det här en tydlig målkonflikt. För att lösa den konflikten och att kunna erbjuda mycket täta avgångar i kombination med hundra procentig punktlighet krävs i princip automatiska system på helt egna banor i form av exempelvis gondolbanor, men även fullskaliga BRT-linjer/nät och spårtaxinät kan vara bra alternativ.

## 4 Resultat – Fallstudie

Gondolbanor är inga helhetslösningar som är lämpliga på alla platser. Däremot kan de fungera bra som komplement till dagens kollektivtrafik där denna inte räcker till eller där det på grund av exempelvis begränsningar i den fysiska miljön inte går att erbjuda konventionell kollektivtrafik. Förutom att överbygga fysiska hinder är exempelvis en av fördelarna de låga kostnaderna för investering, drift och underhåll.

Den här fallstudien syftar bland annat till att ta fram kriterier för när det är aktuellt att undersöka gondolbanor som ett seriöst alternativ till konventionella färdmedel. Vidare är syftet att föreslå några lämpliga gondolbanelinjer i Stockholmsregionen där en av dessa studeras lite närmare.

### 4.1 Förutsättningar för gondolbanor

Utifrån egenskaperna för olika kollektiva färdmedel, teorin bakom resenärers värderingar samt gondolbanornas för- och nackdelar går det att konstatera att gondolbanor är ett intressant alternativ till konventionell kollektivtrafik då någon eller några av följande förutsättningar gäller:

#### Stora horisontella och vertikala, naturliga eller onaturliga barriärer

Linbanans ursprungligen främsta uppgift är att kunna transportera gods eller personer i annars otillgängliga miljöer. Gondolbanor kan byggas över branta sluttningar och stup, stora som små vattendrag, raviner, motorvägar och korsningar m.m. utan att det behöver innebära några större öknings av kostnaderna. För konventionella färdmedel skulle det i många av dessa fall krävas långa omvägar eller ny och fördyrande infrastruktur i form av broar eller tunnlar för att överkomma barriärerna.

#### Kapacitetsbehov upp till 5000 personer per timme och riktning

Gondolbanors kapacitet kan inte jämföras med den som tunnelbanor eller fullbordade BRT-linjer kan uppnå. Kapaciteten hos gondolbanor är däremot jämförbar med den som högprioriterade busslinjer, spårvägar och light rail erbjuder. Det som främst skiljer gondolbanor från dessa färdmedel är den höga turtätheten som dessutom inte är begränsad till högtrafik. Samma turtäthet erbjuds alla timmar som systemet är i drift.

#### Korta förbindelser

I städer kan det finnas behov av korta och kapacitetsstarka kollektivtrafiklinjer där, av praxis, spårtrafik inte är motiverat. Det kan exempelvis vara mellan målpunkter med avstånd på två till tre kilometer. Eftersom spårbunden trafik har många stora engångskostnader för exempelvis depåer går det sällan att ekonomiskt räkna hem en spårtrafiksatsning för så korta sträckor. För att kunna tillgodose ett stort resandebehov mellan två närliggande punkter behöver därför spårtrafiken byggas längre för att kunna motivera investeringen. Detta trots att förlängningen kanske inte har något egentligt resandeunderlag.

En gondolbanas automatiska drift och låga investerings- och driftskostnad gör det möjligt att erbjuda kapacitetsstark kollektivtrafik, utan någon egentlig väntetid, mellan viktiga målpunkter även på avstånd mindre än fem kilometer. Detta kan innebära nya möjligheter och förutsättningar för kollektivtrafikplanering. För att det ska vara attraktivt att resa hela vägen med en gondolbana bör den emellertid inte vara längre än runt en mil, vilket innebär en restid på ungefär 20-30 minuter. När det gäller tvärförbindelser i stora städer borde det fungera bra även med längre sträckor då de flesta inte åker hela vägen.

### **Litet antal stationer**

Antalet stationer påverkar liksom för övriga kollektiva färdmedel den totala restiden. För attraktivitetens skull bör det inte finnas för många stationer. Stationer utgör dessutom en stor del av investeringskostnaderna samt att driftskostnaderna ökar med antalet stationer på grund av personalbehovet för varje station. Gondolbanor bör därför inte ha kortare stationsavstånd än motsvarande för spårväg på egen bana, ungefär 800 meter.

### **Halvglesa miljöer**

Eftersom resenärerna transporteras ett antal meter över marken bör gondolbanelinjer inte anläggas alltför nära befintlig bebyggelse. En gondolbana som går för nära bostadsbebyggelse kan inkräkta på de boendes integritet. För att undvika problem med insyn i bostäder kan det därför i tät bebyggelse behövas många vinkelstationer på grund av gondolbanans naturligt raka linjesträckning. Eftersom fler stationer ökar restiden lämpar sig därmed gondolbanor bäst i glesa eller halvglesa stadsmiljöer. Där går det i större utsträckning att hitta långa och raka linjesträckningar mellan stationerna utan att det blir problem med insyn i bostäder eller in på gårdar.

### **Stora städer – Behov av tvärförbindelser**

Gondolbanor lämpar sig bäst i halvglesa miljöer med få stationer och korta avstånd. Det gör dem tillämpbara som exempelvis tvärförbindelser mellan ytterstadsområden som ligger utmed radiella kollektivtrafiklinjer. Stationerna är dessutom möjliga att bygga ovanpå perronger för spårtrafik vilket kan möjliggöra snabba direktbyten till befintlig kollektivtrafik. Med den höga turtätheten hos gondolbanan räcker det för resenären att lära sig tidtabellen för färdmedlet de eventuellt byter till eller från samt den totala restiden för gondolbanan. Det underlättar byten och ger goda pendlingsmöjligheter även för de som bor någonstans mellan befintliga radiella kollektivtrafiklinjer.

### **Små städer – Behov av attraktiv stomtrafik**

För små städer kan det vara svårt att motivera och finansiera kollektivtrafik med täta avgångar. Även med politisk vilja att bygga attraktiv kollektivtrafik kan den initialt låga efterfrågan göra att annan kollektivtrafik än buss i blandtrafik inte blir aktuell.

Med ett MDG-system går det att med relativt små ekonomiska medel bygga upp en stomlinje med några få stationer dit övrig trafik på ett bra sätt kan ansluta. På sikt kan en attraktiv kollektivtrafik med hög turtäthet öka efterfrågan vilket i sin tur skulle kunna leda till att resandeunderlaget blir tillräckligt stort för att motivera utbyggnad av linjen, ytterligare nybyggnad eller spårväg.



## 4.2 Gondolbana i Stockholm

Stockholm är en stad med många naturliga hinder, främst i form av vattendrag. Det är också en stad som växer snabbt. Dagens vägnät är redan idag mättat och det gäller även kollektivtrafiknätet. För att kunna möta den snabba befolkningsökningen krävs åtgärder och ny infrastruktur.

I AB Storstockholms Lokaltrafiks *Trafikplan 2020 – plan för kollektivtrafikens stomnät i Stockholmsregionen år 2020*, redovisas effekter av planerade utbyggnader samt visar var det finns behov av utbyggnad och utveckling. Trafikplanen grundar sig i *Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen, RUFSS 2010*, som visar på en befolknings- och arbetsplatsökning på 22 000 boende respektive 14 000 arbetsplatser per år. Stora delar av dessa ökningar sker i Stockholmsregionens sydvästra delar samt i Solna och Sundbyberg (SL, 2010a).

Enligt Regionplanekontoret (2010) har utvecklingen av Stockholms trafiksystem under de senaste 20-30 åren halkat efter i förhållande till den ständigt ökande efterfrågan. Detta har gjort att trafiksystemet blivit överansträngt med begränsningar i tillgänglighet och tillförlitlighet. Trängseln i Stockholmsregionens trafiksystem skapar förseningar som varje år kostar samhället 6-7 miljarder kronor. Ett viktigt utbyggnadsområde är kollektivtrafiken som även kan bidra till minskad klimatpåverkan (Regionplanekontoret, 2010).

Regionplanekontoret (2010) menar att det är viktigt att man i kollektivtrafikplaneringen utgår från det som resenärerna tycker är viktigt. Kollektivtrafiken kan på så vis bli mer attraktiv och tillgänglig. Eftersom Stockholmsregionen växer behövs alternativ till bilen även i tvär- och diagonalled dessutom med goda kombinationsmöjligheter i form av infartsparkeringar för cykel och bil. Det bör även vara möjligt för resenärer att ta med sig cykeln på resan under lågtrafik. Resandeunderlaget för tvärförbindelser i kollektivtrafiken är emellertid ofta för litet för att motivera spårtrafik och därför föreslås en utveckling av bussförbindelser till centrala stråk med hög turtäthet. Regionplanekontoret (2010) föreslår även en utveckling av båttrafiken i Stockholm. Idag finns det några kollektiva båtförbindelser på Stockholms inre vattenvägar och i och med ökad bebyggelse nära vatten kommer underlaget för utökad båttrafik bli större.

Av föregående stycke går det att konstatera gondolbanor många gånger skulle kunna vara intressant alternativ till buss- och båttrafik för att utveckla kollektivtrafiken i Stockholm. Gondolbanor skulle bland annat kunna skapa goda tvärförbindelser eftersom många av de egenskaper som eftersöks i tvärförbindelserna finns som standard i gondolbanor. De kan leverera högfrekventa resor mellan stora befintliga kollektivtrafiknoder med goda anslutningsmöjligheter till andra kollektiva färdmedel och infartsparkeringar. Dessutom går det smidigt att ta med sig cykel då man reser med gondolbanor, vilket även skulle kunna vara möjligt under högtrafik. Gondolbanorna lämpar sig dessutom mycket bra till att skapa förbindelser över vatten.

## 4.3 Intressanta sträckningar

I detta kapitel presenteras några idéförslag till gondolbanor i Stockholmsregionen. Här föreslås översiktligt intressanta kopplingar mellan exempelvis stadsdelar eller målpunkter som idag saknar bra kollektiva förbindelser och där en gondolbana skulle kunna vara ett alternativ.

I den regionala utvecklingsplanen för Stockholmsregionen, RUFSS 2010, påpekas att regionen behöver bli mer tätbebyggd och flerkärnig för att på så sätt kunna hushålla med mark, vara mer

energieffektiv, förbättra förutsättningarna för kollektivtrafik, öka tillväxten samt att kunna skapa en bättre miljö. Förutom den centrala regionkärnan som utöver Stockholms innerstad även består av Söderort och Västerort samt delar av Nacka, Solna och Sundbyberg ska man prioritera åtta regionala stadskärnor, se Figur 4.1 (Regionplanekontoret, 2010).

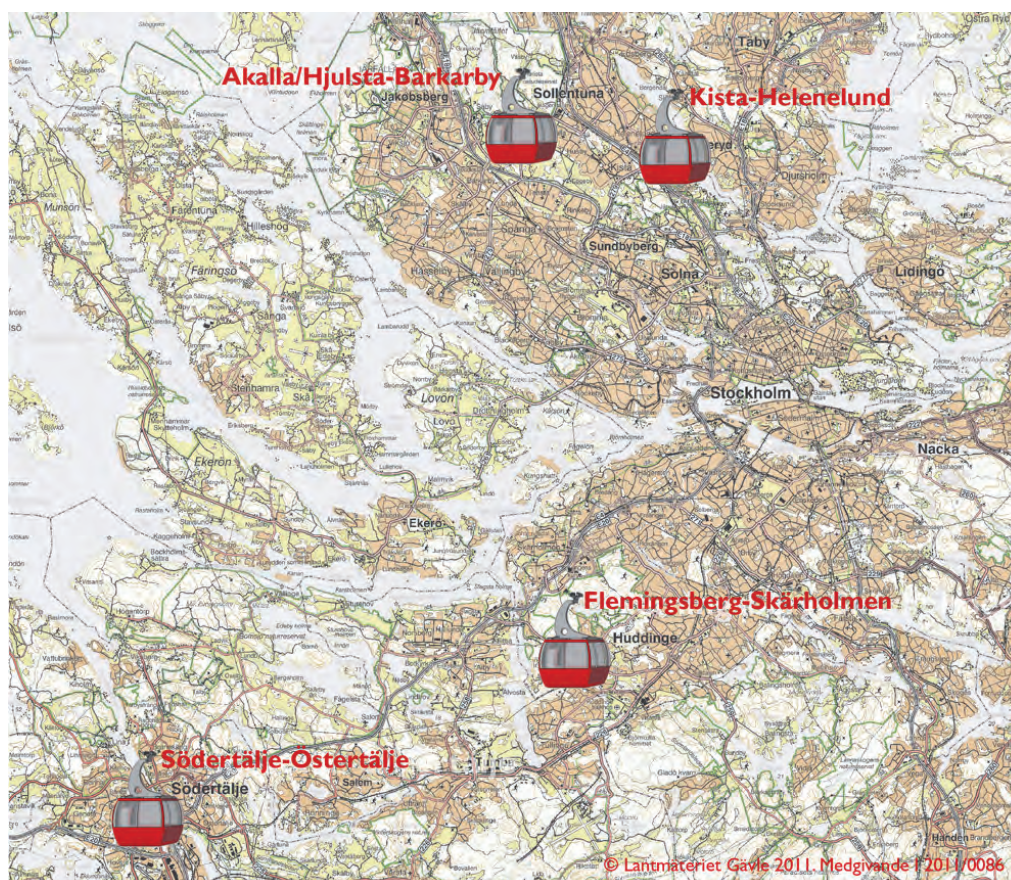


Figur 4.1 Regionala stadskärnor (Regionplanekontoret, 2010)

De åtta stadskärnor som ska prioriteras för att genom tät bebyggelse och ökad kollektivtrafikandel kunna leda till hög tillgänglighet och ett effektivt transportsystem är:

- Barkarby-Jakobsberg
- Kista-Sollentuna-Häggvik
- Arlanda-Märsta
- Täby-Arninge
- Kungens kurva-Skärholmen
- Flemingsberg
- Haninge centrum
- Södertälje

I Stockholms översiktsplan pekas dessutom några framtida stadsutvecklingsområden ut där bland annat Kista, Skärholmen, Älvsjö och Fruängen ingår (Stadsbyggnadskontoret, 2010). Med utgång från dessa utvecklingsområden presenteras i följande stycken några idéer på var en gondolbana skulle vara ett intressant kollektivtrafikalternativ. Sammanlagt presenteras fyra förslag på gondolbanor i Stockholmsregionen och deras geografiska lägen visas i Figur 4.2.



Figur 4.2 Översiktskarta för gondolbaneförslagens geografiska lägen i Stockholmsregionen



### 4.3.1 Kista centrum – Helenelunds station

Kista är en av del av de åtta yttre stadskärnorna som nämnts ovan. I Kista finns ett stort antal verksamheter, dels i arbetsplatsområdet med bland annat Kistamässan och många företag i IT-branschen, och dels i centrum med ett stort utbud av detaljhandel (Stadsbyggnadskontoret, 2010). Till Kista centrum går tunnelbanans blå linje mellan Akalla och Kungsträdgården och i direkt anslutning till tunnelbanan finns en bussterminal. Helenelunds pendeltågstation ligger öster om Kista arbetsplatsområde på andra sidan om E4. Där går pendeltågen söderut via Stockholm C och norrut mot Sollentuna, Upplands Väsby och Märsta. I Upplands Väsby är även byte till tåg mot Uppsala och Tierp möjligt (SL, 2011).

En gondolbana mellan Helenelunds station och Kista centrum med mellanstation i Kista arbetsplatsområde, se Figur 4.3, skulle kunna utgöra en stark och attraktiv koppling mellan tunnelbana och pendeltåg. På Helenelunds station skulle gondolbanestationen kunna byggas ovanpå perrongerna och i Kista centrum integreras i befintliga byggnader för att skapa en bra anslutning dels till centrumet och dels till tunnelbanan. Gondolbanan skulle underlätta för långväga arbetspendlare att ta sig till och från arbetsplatserna i Kista, men även ge de boende i Kista en bättre anslutning till pendeltågen. Dessutom skulle det bli lättare att ta sig till och från Kistamässan med kollektivtrafik.

Sträckan är ungefär 1,4 kilometer lång och med en gondol av MDG-typ var tionde sekund skulle upp till 3 000 personer per timme kunna transporteras i vardera riktningen. Med en hastighet på 6 m/s skulle hela resan ta ungefär 5 minuter inklusive stationstid.



Figur 4.3 Förslag till gondolbana mellan Kista C och Helenelunds station

### 4.3.2 Hjulsta – Barkarby alternativt Akalla – Barkarby

Barkarby är Stockholmsregionens andra största externhandelsområde efter Kungens kurva. Barkarby-Järfälla är också en av den regionala utvecklingsplanens yttre stadskärnor. Hjulsta och Akalla är de norra ändstationerna för de blå tunnelbanelinjerna. På det gamla flygfältet i Barkarby planeras en ny stadsdel som kallas Barkarbystaden. Stadsdelen ska rymma ungefär 5 000 bostäder men även 6 000 arbetsplatser i form av handel, service och kontor. När stadsdelen är fullt utbyggd ungefär år 2022 är planerna att kollektivtrafiken i området främst ska bestå av spårväg i en förbindelse till Kista. Som det ser ut idag är Barkarby pendeltågsstation, med 15 minuter till Stockholm Central, den viktigaste kollektivtrafikkopplingen (Barkarbystaden, 2011).

En gondolbana som går från tunnelbanestation Hjulsta via Barkarby station, Barkarbystaden och vidare till Barkarby handelsområde skulle i väntan på att spårväg byggs utgöra en bra koppling mellan tunnelbana, pendeltåg, ny stadsdel och externhandel. Gondolbanor går att bygga på mycket kort tid och går sedan enkelt att montera ner för att återanvända någon annanstans. Tack vare det kan man även använda gondolbanan som en temporär lösning fram tills ett eventuellt genomförande av spårvägsplaner. Det skulle dessutom gå att förlänga gondolbanan från Hjulsta för att kopplas ihop med tunnelbanestation Akalla. Då skulle man få en tvärförbindelse mellan de blå linjernas ändstationer och därmed även en koppling mellan Kista och Barkarby, se Figur 4.4.

Sträckan mellan Hjulsta och Barkarby handelsområde är i detta exempel 3,1 kilometer lång och hela resan skulle med en hastighet på 6 m/s ta drygt 11 minuter. Med kopplingen till Akalla blir hela sträckan 5,4 kilometer lång och skulle ta cirka 17 minuter att åka.



Figur 4.4 Förslag till gondolbana Hjulsta – Barkarby handelsomr. (röd) eller Akalla – Barkarby handelsomr. (röd+blå)

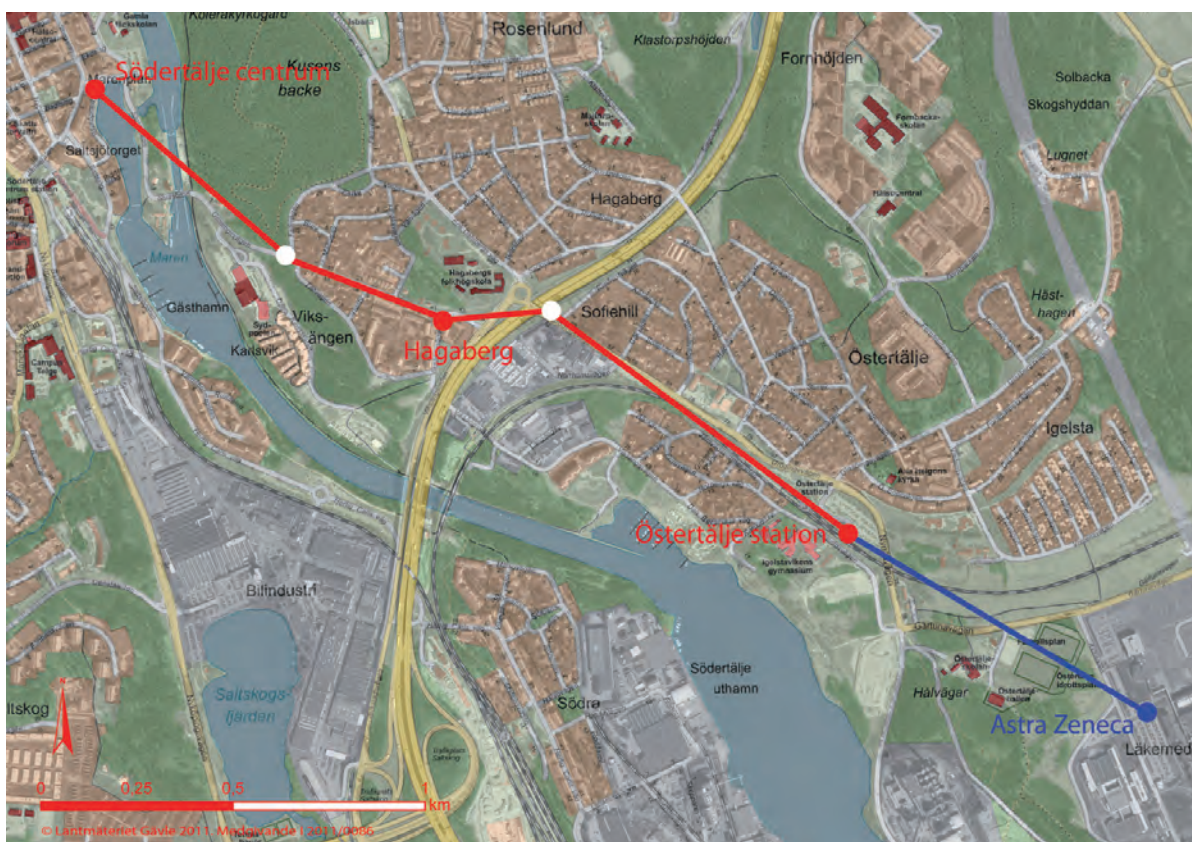


### 4.3.3 Södertälje – Östertälje station

Södertälje hör också till en av de regionala stadskärnorna i Stockholmsregionen som ska prioriteras enligt den regionala utvecklingsplanen. Södertälje är kommuncentrum i Södertälje kommun och har en historisk stadskärna med goda kvaliteter längs med Södertälje kanal. I Södertälje finns Scania och Astra Zeneca som tillsammans utgör en stor del av näringslivet. Till Södertälje går det pendeltåg från Stockholm. Tågen från Stockholm till Södertälje måste vända vid Södertälje hamn innan de kan åka in till stationen. Stationen innan Södertälje hamn från Stockholmshället är Östertälje station. Östertälje station är även en bussterminal med ett femtontal anslutande busslinjer. I anslutning till stationen och terminalen finns dessutom en infartsparkering för drygt 400 bilar.

För att skapa en koppling som inte tar samma omväg som pendeltågen via Södertälje hamn kan en gondolbana mellan Östertälje station och Södertälje centrum utgöra ett intressant alternativ, se Figur 4.5. Med en gondolbana skulle man som resenär komma längre in i centrum än med tåg då stationen finns i den södra utkanten av stadskärnan. Gondolbanans funktion skulle utöver kopplingen till tågtrafiken kunna vara en matarlinje till och från infartsparkeringen vid Östertälje station. På så vis skulle man kunna minska biltrafiken in i Södertälje centrum. Från Östertälje station skulle även gondolbanan kunna förlängas ner till Astra Zeneca strax söder om stationen och då bli ett naturligt resealternativ för anställda på företaget.

Gondolbanan skulle utan kopplingen till Astra Zeneca bli 2,3 kilometer lång och med en linnehastighet på 6 m/s ge en total restid på knappt 8 minuter. Med kopplingen till Astra Zeneca blir hela sträckan 3,4 kilometer och skulle ta drygt 10 minuter att åka.



Figur 4.5 Förslag till gondolbana Södertälje centrum – Östertälje stn.(röd)/Astra Zeneca(röd+blå) (vit=vinkelstation)

#### 4.4 Studerad sträckning Flemingsberg – Skärholmen

För att möta befolkningsökningen och därmed det ökade behovet av kollektivtrafik i de sydvästra delarna av Stockholmsregionen finns det enligt SL (2010a) planer på en ny spårväg mellan först och främst Flemingsberg – Huddinge Sjukhus – Masmo – Kungens kurva – Skärholmen. Vidare vill man fortsätta sträckningen från Skärholmen till Fruängen och Älvsjö. Den planerade tvärförbindelsen kallas Spårväg syd och under år 2011 beräknas en förstudie vara klar vilken även ska omfatta ett BRT-alternativ och ett bussalternativ (SL, 2010b).

Innan SL började arbetet med förstudien har ett flertal studier för Spårväg syd genomförts. Eftersom arbetet med förstudien fortfarande pågår utgår denna fallstudie från dessa studier samt från planer och annan information från bland annat SL och Regionplanekontoret. I Figur 4.6 visas en översiktskarta med olika sträckningsalternativ från tidigare studier. Bland de dessa studier finns:

- Sträckningsstudie Spårväg SYD, (Scandiaconsult, 2002)
- Spårväg Syd, Trafikantanalys och samhällsekonomisk bedömning, (Schéele & Pettersson, 2003)
- Samlad effektbedömning OBJEKT: SPÅRVÄG SYD, (Casemyr, 2009)
- Buss, BRT och spårväg – en jämförelse, (Sandberg et. al, 2011)



Figur 4.6 Olika sträckningsalternativ för Spårväg syd (SL, 2010b)



#### 4.4.1 Bakgrund

Att knyta ihop regionala stadskärnor eller stadsutvecklingsområden är ett sätt att stärka den utvecklingspotential som finns i regionen och i respektive område genom att tillgängligheten till och mellan områdena ökar.

Flemingsberg är en av de yttre regionala stadskärnor som Regionplanekontoret (2010) anger ska prioriteras utöver den centrala regionkärnan. I Flemingsberg finns förutom bostäder även stora arbetsplatser som bland annat Karolinska Universitetssjukhuset och Södertörns Tingsrätt. Dessutom finns utbildning i form av Karolinska Institutet, Södertörns högskola samt delar av KTH (SL, 2010b). Flemingsbergs station trafikeras med pendeltåg och regionaltåg.

Kungens kurva-Skärholmen är också en av de utpekade regionala stadskärnorna. Denna regionala stadskärna innehåller bland annat ett stort handelsområde där Kungens kurva dessutom är det största i regionen. E4/E20 utgör en barriär mellan Skärholmen och Kungens kurva och det finns behov av förbättrade interna men även externa kommunikationer (Regionplanekontoret, 2010).

Masmo, Skärholmen och Fruängen är alla viktiga knutpunkter i kollektivtrafiken där tunnelbanestationen Masmo utgör en viktig bytespunkt för resande till Flemingsberg. Skärholmen och Fruängen är båda viktiga punkter i byte mellan buss och tunnelbana. En bra kollektivtrafikkoppling mellan dessa utvecklingsområden och regionala kärnor är en viktig del i att förbättra kollektivtrafikens tillgänglighet, kapacitet och tillförlitlighet i regionen (SL, 2010b).

Spårväg syd har funnits som förslag en längre tid och fanns med som ett spårreservat redan i RUF 2001 samt finns med i Stockholm stads och Huddinge kommuns översiktsplaner (Schéele & Pettersson, 2003). Spårvägen är även med i de statliga infrastrukturplanerna för år 2020, men då endast etappen mellan Flemingsberg och Skärholmen. Den andra etappen finns däremot med i planerna enligt Stockholmsöverenskommelsen – en överenskommelse om prioriteringarna i infrastrukturbyggnaden för Stockholmsregionen till år 2020. Hur överenskommelsens olika delar ska finansieras är ännu inte klart (SL 2010a).

Mycket av det som presenterats i tidigare studier pekar på att spårvägsalternativet för Spårväg syd inte är samhällsekonomiskt lönsamt. I SL (2010a) presenteras en nettonuvärdeskvot på -1,0 som då avser hela sträckan Älvsjö – Flemingsberg.

Fallstudien kommer fokusera på den första etappen mellan Flemingsberg och Skärholmen. Det är också den etapp av de två som är i störst behov av förbättrad kollektivtrafik (SL, 2010a).

#### 4.4.2 Resandeunderlag

År 2003 tog Inregia AB (idag en del av WSP Analys & Strategi) fram en promemoria innehållande en trafikantanalys och samhällsekonomisk bedömning för Spårväg syd. Den syftade till att inför en förstudie för Spårväg syd beskriva reseefterfrågan för den nya spårvägen. Enligt promemorian beräknades spårvägen få cirka 30 000 resenärer per vardagsdygn under prognosåret 2015, där 60 procent av resorna utgörs av lokalt resande. Prognosen för antalet resenärer på Spårväg syd grundar sig bland annat i antagandet att det år 2015 ska vara en befolkning på 110 000 invånare och att det ska finnas 74 000 arbetsplatser inom spårvägens närmaste influensområde (Schéele & Pettersson, 2003).

I promemorian görs utöver ett basalternativ beskrivningar av några olika scenarier. Ett av scenarierna innebär en ökning av turtätheten under högtrafik till det dubbla, från tio- till femminuterstrafik. Med dubbelt så många turer under högtrafik ökar resmängderna med 58 procent samtidigt som även den regionala betydelsen av spårvägen ökar genom att andelen lokala resor på spårvägen minskar till 57 procent (Schéele & Petterson, 2003).

Siffrorna som togs fram år 2003 gällde för hela Spårväg syd. För att ta reda på hur stort resandeunderlaget är för sträckan mellan Flemingsberg och Skärholmen har det därför i detta examensarbete gjorts en ny ruttvalsanalys i EMME/2. I ruttvalsanalysen har tre scenarier för prognosåret 2030 analyserats. Alla scenarier har samma grundläggande prognosförutsättningar vilka är de förutsättningar som ligger bakom utställningsförslaget av RUFSS 2010. I RUFSS 2010 finns bland annat Spårväg syd och Förbifart Stockholm med. För fler prognosförutsättningar samt resultat i kartor och tabell, se Bilaga 1.

De tre scenarierna är:

- Scenario 1: Hela Spårväg syd Flemingsberg – Älvsjö. Spårväg med 5 minuters turtäthet i högtrafik.
- Scenario 2: Samma förutsättningar som ovan men endast sträckan mellan Flemingsberg – Skärholmen.
- Scenario 3: Endast sträckan Flemingsberg – Skärholmen. Gondolbana med 2 minuters turtäthet under hela trafikeringstiden.

Angående turtäthet i Scenario 1 och 2 bör det noteras att SL:s Trafikplan 2020 anger en turtäthet på tio minuter i högtrafik i denna sträckning vilket också är den turtäthet som antas i fortsättningen av denna studie. Turtätheten på två minuter för gondolbanan i Scenario 3 valdes för att ta höjd för förekomst av långa köer. En kö på två minuter till en gondolbana är en relativt lång kö och som vid en faktisk turtäthet på 30 sekunder först skulle uppkomma om över 100 personer kom dit samtidigt.

Resultatet från ruttvalsanalysen i ungefärliga siffror är som följer:

- Scenario 1 ger 25 000 påstigande per dygn
- Scenario 2 ger 10 000 påstigande per dygn
- Scenario 3 ger 27 500 påstigande per dygn

Siffrorna från prognosen bör inte användas som absoluta tal då modellen bygger på ett antal förutsättningar som detta examensarbete varken avser att analysera eller befästa. Exempelvis antas en för hög medelhastighet i prognosförutsättningarna, en medelhastighet som dessutom är lika för de tre scenarierna.

Däremot går det att konstatera att resandeunderlaget logiskt nog blir mycket lägre då delen Skärholmen – Älvsjö kortas bort. Det går också att konstatera att en ökad turtäthet från fem- till tvåminuterstrafik skulle ge många fler resenärer. Resandeunderlaget för en gondolbana på halva sträckan motsvarar enligt analysen ungefär resandeunderlaget för en spårväg på hela sträckan trots ett mindre influensområde.

#### 4.4.3 Linjesträckning och trafikering

Enligt projektinformationen för SL:s förstudie för Spårväg syd ska förutom ett spårvägsalternativ även ett bussalternativ och ett alternativ med BRT, Bus Rapid Transit, studeras. Bussalternativet kommer till största delen att använda befintligt vägnät. För spårvägsalternativet samt för alternativet med BRT förutsätts anläggning av helt ny bana bortsett från några kortare sträckningar med gatuspårväg där spårvägen går i blandtrafik med biltrafiken (SL, 2010b).

##### Buss

Mellan Flemingsberg och Skärholmen går idag busslinje 865 i en sträckning som ungefär motsvarar den som planeras för Spårväg syd. Bussen tar 29 minuter och har en turtäthet på 15 minuter under högtrafik. Linje 865 kompletteras av linje 740 som med samma turtäthet i högtrafik går från Flemingsberg via Skärholmen (28 minuter) vidare till Kungens kurva (34 minuter). För resor som går hela vägen finns ingen betydande restidsskillnad mellan dessa linjer och därmed blir den samlade turtätheten i praktiken högre så länge avgångstiderna är skilda.

På sträckan Flemingsberg – Masmösa är turtätheten mycket hög under rusningstid då busslinje 172 går med fyra minuters turtäthet. Restiden för den sträckan är 13 minuter.

Enligt SL (2010b) innebär bussalternativet att åtgärder ska genomföras för att öka framkomligheten och förkorta restiderna. Några specifika åtgärder nämns däremot inte.

##### Spårväg och BRT

För spårväg och BRT utgår denna fallstudie från den sträckning med ungefärliga hållplatslägen som finns med i SL:s *Trafikplan 2020*, se Figur 4.7.

Enligt jämförelsen i Sandberg et. al (2011) skulle den uppskattade restiden för både BRT- och spårvägsalternativet vara ungefär 42 minuter för hela sträckan mellan Flemingsberg och Älvsjö. För sträckan mellan Flemingsberg och Skärholmen antas i denna studie att restiden för spårväg och BRT är 21 minuter.

SL (2010a) anger att turtätheten på Spårväg syd ska vara 10 minuter i högtrafik. Med en turtäthet på tio minuter blir den totala systemkapaciteten med dubbelkopplade Tvärbanevagnar ungefär 1 500 personer per timme och riktning. Med fem minuters turtäthet som analyserades i ruttvalsanalysen blir således kapaciteten i högtrafik 3 000 personer per timme och riktning.



Figur 4.7 Spårväg syd enligt SL:s Tarfikplan 2020 (SL, 2010a)

### Gondolbana

Sträckningen för gondolbanan i denna fallstudie utgår från samma sträckning som antagits för spårväg och BRT enligt Figur 4.7. Med ungefär samma stationslägen och trots gondolbanas raka linjer går det att undvika att banan går rakt över bostäder utmed linjen. Emellertid kan gondolbanan behöva gå över några verksamheter i Kungens kurvaområdet vilket skulle behöva utredas vidare i ett senare skede. I Figur 4.8 visas detta förslag till gondolbanesträckning.

Den totala längden för förslaget är ungefär 9,4 km med nio stationer totalt. En av dessa stationer är endast en svängstation utan någon möjlighet till av- eller påstigning. De övriga stationerna är Flemingsberg, ändstation med byte till pendeltåg och regionaltåg – Huddinge sjukhus – Katrinebergsvägen – Gustav Adolfsvägen – Masmö med byte till tunnelbana – Kungens kurva syd – IKEA och slutligen Skärholmen som är ändstation med byte till tunnelbana.

Stationen i Flemingsberg byggs med fördel ovanpå järnvägens perronger. Bytet mellan tåg och gondolbana blir därmed smidigt med endast en rulltrappa och hiss mellan. På östra sidan om järnvägen ligger dessutom en infartsparkering som då kan få en bra koppling till gondolbanan. Även i Masmö och Skärholmen bör man beakta stationsutformningen för att skapa smidiga bytesmöjligheter med tunnelbana.



Utmaningarna för en gondolbana i denna sträckning är dels längden och dels att kunna hantera stora passagerarflöden under kort tid i samband med tågankomst. Alla tre teknikerna MDG, BDG och TDG har tillräckligt hög kapacitet för att klara trafiken under maxtimme. Teknikvalet avgörs därför på andra egenskaper som hastighet, trygghet, tillgänglighet och investeringskostnad. MDG-teknik utesluts på grund av för låg hastighet. TDG ger med sina stora fordon högre tillgänglighet och trygghet medan BDG är billigare. Det kan i detta tidiga skede vara svårt att motivera valet mellan BDG och TDG men i denna studie har ett TDG-system valts.



Figur 4.8 Föreslagen gondolbana Flemingsberg – Skärholmen (vit station = endast vinkelstation)

Det bör noteras att täta avgångar i kombination med 35 platser per fordon gör att ett TDG-system ger Spårväg sydsträckningen en överkapacitet. Överkapaciteten är främst ett sätt att hantera rusning i samband med tågankomst. De större gondolorna ger dessutom mer plats för cyklar och rullstolar. Maxkapaciteten på 35 personer anger hur många personer som maximalt får plats i varje gondol medan det praktiska passagerarantalet rimligtvis är lägre. Komforten blir därför högre med TDG jämfört med BDG genom fler sittplatser och mindre trängsel.

Med en linshastighet på 7,5 m/s skulle hela sträckan exklusive stationstid ta ungefär 21 minuter. En ökning av linshastigheten till 9 m/s skulle ge en åktid på drygt 17,5 minuter. På denna sträcka finns det utöver två ändstationer även sex mellanstationer och en svängstation. Tiden för varje mellanstation antas vara 60 sekunder där inbromsning och acceleration tar 10 sekunder vardera och av- och påstigning sammanlagt 40 sekunder. Svängstationen antas ta 20 sekunder att passera. Totalt blir då uppehållet efter linjen 6 minuter och 20 sekunder och den totala restiden blir knappt 27,2 minuter vid 7,5 m/s jämfört med ungefär 23,7 minuter vid 9 m/s.

Med gondoler som rymmer 35 personer och som har en turtäthet på en halv minut kan systemet transportera maximalt 4 200 personer per timme och riktning. Den praktiska kapaciteten är emellertid lägre.

#### 4.4.4 Kostnader

De siffror som används i denna kostnadsjämförelse är endast schablonmässiga och hämtade från skilda och ibland motsägande källor. I detta examensarbete ligger fokus på storleksordningen av investeringar.

Kostnader för drift och underhåll spelar en stor roll för den totala kostnadsbilden oavsett vilket färdmedel det handlar om. För att undvika att ge missvisande siffror på grund av bristande uppgifter behandlas emellertid inte sådana kostnader i den här fallstudien. Beräkningar gällande drifts- och underhållskostnader blir därmed föremål för eventuella vidare studier.

#### Buss

Kostnaderna för bussalternativet, som enligt SL (2010b) bland annat skulle innebära genomförande av framkomlighetshöjande åtgärder, beror till stor del vilka och hur många åtgärder som genomförs. Därför är det i detta skede svårt att göra en uppskattning på investeringskostnaderna för detta alternativ.

#### Spårväg och BRT

Enligt den information som ges i SL (2010b) om förstudien för Spårväg syd ska man utreda ett BRT-alternativ med exakt samma sträckning som spårvägsalternativet. Hela banan ska vara dimensionerad för att ge möjligheten att konvertera till spårväg i ett senare skede. Utifrån den förutsättningen antas därför i denna studie att det som skiljer i investeringskostnad mellan spårvägs- och BRT-alternativet främst är kostnaderna för fordon och kringutrustning. Kostnaden för anläggandet av själva banan borde däremot bli ungefär lika stor.

I Casemyr (2009) har en grov kostnadsuppskattning gjorts för spårvägen och i 2008-års prisnivå skulle hela sträckan på 17,7 kilometer kosta ungefär 8 miljarder kronor. Med samma snittpris per kilometer och samma engångskostnader för exempelvis depå, blir den totala investeringskostnaden för sträckan Flemingsberg – Skärholmen cirka 4,6 miljarder kronor.

Andersson & Gibrand (2008) anger ett antal å-priser för spår, kontaktledning samt jämförbara dubbelledbussar och spårvagnar. Uppräknat för Spårväg syd mellan Flemingsberg och Skärholmen skulle skillnaden i investeringskostnad mellan spårvägs- och BRT-alternativet bli cirka 1,2 miljarder kronor. I detta examensarbete antas därför en investeringskostnad för BRT-alternativet på 3,4 miljarder kronor.

#### **Gondolbana**

Enligt de kanadensiska kostnadsuppgifterna för det TDG-system som nämns i litteraturstudien är investeringskostnaden ungefär 135 miljoner kronor per kilometer. Denna kilometerkostnad är baserad på en gondolbana med ett stationsavstånd som ungefär motsvarar det för Spårväg sydsträckningen och därför utgår följande räkneexempel från den. Det är emellertid en godtycklig siffra som endast antas för att visa ungefär i vilken storleksordning skillnaderna i pris mellan spårväg, BRT och gondolbana ligger.

Med 135 miljoner kronor per kilometer blir den totala investeringskostnaden därmed cirka 1,3 miljarder kronor. Investeringskostnaden 1,3 miljarder kronor får dock ses som ett budgetalternativ där specialutformningar av stationer och annan utrustning inte är inräknat. I detta skede är en uppskattning av dessa extrakostnader svår att göra.

#### **4.4.5 Resandeeffekter**

De effekter som de olika alternativen ger på resandet mellan Flemingsberg och Skärholmen och i denna del av regionen är svåra att uppskatta i detta skede. En förbättrad koppling med bland annat en ökad turtäthet förväntas däremot kunna locka fler resenärer till den nya kollektivtrafiklinjen, både från andra kollektiva resalternativ och från gång- och cykeltrafiken men även till viss del från personbilstrafiken.

En av förutsättningarna i ruttvalsanalysen tidigare är att de befintliga busslinjerna ligger kvar samtidigt som den nya linjen tillkommer. Däremot förutsätts att det inte sker någon överflyttning av resenärer från bil-, gång- eller cykeltrafiken till den nya linjen. Resenärerna i ruttvalsanalysen kommer därför bara från andra kollektivtrafiklinjer och från det befolkningstillskott som finns med i RUFSS 2010 för år 2030. För att göra en prognos för hur stor överflyttningen från bil-, gång- och cykeltrafiken kan bli krävs en fullständig modellkörning och inte bara en ruttvalsanalys för kollektivtrafikresenärer.

#### **Buss**

Eftersom det inte finns några specifika åtgärder planerade går det i detta skede inte att säga om bussalternativet ger några förbättringar mot dagens situation. Därför går det heller inte att uppskatta om alternativet ger några effekter på resandet. Därför antas att resandet motsvarar dagens, både i denna sträckning och i ett vidare perspektiv.

#### **Spårväg och BRT**

Resandeeffekterna av spårvägs- och BRT-alternativen är svåra att uppskatta men restiden blir kortare jämfört med dagens situation och båda alternativen byggs på egen bana vilket ger en bättre framkomlighet och punktlighet. Många resenärer som idag åker buss på någon del av sträckan antas därför välja spårväg eller BRT istället tack vare den högre attraktiviteten. Spårvägen antas även i viss mån kunna få bilister att istället åka kollektivt.



### **Gondolbana**

Även för gondolbanealternativet är det svårt att uppskatta resandeeffekterna men den höga turtätheten kan enligt ruttvalsanalysen i EMME/2 ge mer än dubbelt så stort resandeunderlag som spårvägs- och BRT-alternativet. En gondolbana ger även möjligheten att enkelt medta cykel på resan vilket kan ge nya möjligheter för resenärer som idag har långt till närmaste hållplats att använda kollektivtrafiken. Gondolbanan antas förutom att locka resenärer från befintlig kollektivtrafik även att locka fotgängare, cyklister och bilister till den nya linjen.

#### **4.4.6 Övriga effekter**

Utöver effekter på själva resandet kan de olika alternativen ge ett antal övriga positiva och negativa effekter.

### **Buss**

För bussalternativet antas inga övriga effekter jämfört med dagens situation.

### **Spårväg och BRT**

Eftersom spårvägen eller BRT-linjen kommer gå parallellt med ett antal befintliga busslinjer på delar av sträckan ger det möjligheter att spara in på befintlig busstrafik genom att anpassa linjerna till det nya utbudet.

Spårvägsalternativet antas genom eldrift bidra till minskade utsläpp på plats genom att ersätta delar av busstrafiken som idag trafikerar sträckan. Beroende på drivmedel antas BRT-alternativet antingen ge en oförändrad situation alternativt minska utsläppen på plats. Inget av alternativen antas i någon större utsträckning påverka bullersituationen på plats. I och med att båda alternativen innebär att en helt ny bana byggs kommer vissa barriäreffekter att uppstå.

Båda alternativen, men främst spårvägsalternativet, antas få en strukturerande effekt som kan driva bebyggelseutvecklingen framåt längs med banan.

### **Gondolbana**

På samma sätt som för spårväg och BRT kommer gondolbanan gå parallellt med ett antal befintliga busslinjer på delar av sträckan. Det ger en möjlighet att spara in på befintlig busstrafik genom att anpassa linjerna till det nya utbudet. I och med den höga turtätheten och överkapaciteten det medför borde en gondolbana exempelvis helt kunna ersätta busslinje 865 på sträckan Flemingsberg – Skärholmen.

I och med att gondolbanor drivs med elmotorer och dessutom är mycket energieffektiva kommer inga utsläpp ske på plats. Gondolbanan antas inte skapa några nya problem med störande bullernivåer. Gondolbanan antas inte heller skapa några större barriäreffekter utom på platserna för stöd och stationer.

Utöver gondolbanans egentliga transportsyfte antas den även bli ett unikt inslag i staden som kan utgöra en turistattraktion i sig och som ger platsen en tydlig identitet. Gondolbanealternativet antas här liksom spårväg och BRT kunna bidra till samhällsutvecklingen längs med banan.

#### **4.4.7 Samlad bedömning**

I tabell 4.1 görs en sammanställning med de uppgifter för de olika färdmedlen som jämförts i denna fallstudie.

Tabell 4.1 Sammanställning alternativ för Flemingsberg – Skärholmen

	Buss	BRT	Spårväg	Gondolbana
Restid	28 min	21 min	21 min	27,2 min
Medelhastighet	21 km/h	28 km/h	28 km/h	21 km/h
Turtäthet	10 min	10 min	10 min	0,5 min
Viktad restid *	38 min	31 min	31 min	28 min
Investeringskostnad	-	3,4 Mdr	4,6 Mdr	1,3 Mdr
Resandeunderlag	/	+	+	++
Pålitlighet	/	+	+	++
Miljö	/	+	+	++

\*Viktad restid summerar i detta fall viktad väntetid + faktisk åktid. Väntetiden har här getts värdet 2 / Oförändrat; + Förbättring; ++ Stor förbättring

Restiden för spårvagn och BRT är kortare än för gondolbana. En stor fördel som gondolbanan har jämfört med de andra färdmedlen är däremot att medelväntetiden, halva turintervall, endast är 15 sekunder medan medelväntetiden för buss, BRT och spårväg är 5 minuter. Utifrån de relativa restidsvikterna som presenterats i litteraturstudien värderas väntetid minst två gånger högre än åktiden i fordonet. Sammantaget skulle då gondolbaneresan kunna uppfattas som mindre besvärande rent tidsmässigt. Den viktade restiden (faktisk åktid + viktad väntetid värde 2) för en resa mellan Flemingsberg och Skärholmen blir knappt 28 minuter med gondolbana jämfört med 31 och 38 minuter för BRT/spårväg respektive buss.

En gondolbana mellan Flemingsberg och Skärholmen skulle teoretiskt sett kunna bli en billigare investering jämfört med en spårväg eller en BRT-linje. Dessutom pekar ruttvalsanalysen som gjorts för den aktuella sträckan på att en gondolbana, genom den höga turtäthet som erbjuds, får mer än dubbelt så stort resandeunderlag jämfört med BRT- och spårvägsalternativet. Ett större resandeunderlag ger också större biljettintäkter. I denna studie har dock viktiga poster som drifts- och underhållskostnader utelämnats samtidigt som investeringskostnadsuppgifterna är mycket osäkra. Dessutom är BRT-kostnaderna höga för att kunna möjliggöra framtida konvertering till spårväg. Valet att inte tillgodose den möjligheten skulle ge lägre investeringskostnader.

Pålitligheten blir högre med en gondolbana eftersom den opererar helt utan interaktion med annan trafik. Miljömässigt ger gondolbanan mindre buller och mindre energianvändning samtidigt som den skapar mindre barriäreffekter än spårväg och BRT.

För att kunna avgöra vilket av alternativen som ger störst samhällsekonomiska nytta krävs många fler uppgifter och djupare studier än vad som här har genomförts. Av den anledningen föreslås djupare studier för ett gondolbanealternativ till Spårväg syd där bland annat följande aspekter bör utredas vidare:

- Kostnader – investerings-, drifts- och underhållskostnader
- Alternativa linjesträckningar och stationslägen
- Eventuella etappindelningar eller förgreningar
- Stationsutformning
- Finansiering
- Påverkan på stadsbild och anpassning till omgivning
- Bemanning och personal

## 5 Diskussion

Gondolbanor är precis som övriga kollektivtrafiksystem inga helhetslösningar men de bör fungera bra som ett tillskott till dagens kollektivtrafik. I fallstudien har några förslag på tvärförbindelser i Stockholmsregionen presenterats och som just tvärförbindelser borde gondolbanor vara ett bra alternativ till konventionella färdmedel. Som tvärförbindelser kan gondolbanor erbjuda snabba direktbyten utan väntetid vilket enligt SOU 2003:67 är en av de viktiga strategierna för ökat resande.

Stockholm är omgivet av mycket vatten och att korsa vatten är också ett av de stora tillämpningsområdena för gondolbanor eftersom inga broar eller tunnlar behöver byggas vilket annars vore fallet för konventionell trafik. Områden som är avskilda med vatten är idag ofta dåligt försörjda med kollektivtrafik men med gondolbanor öppnas därför nya möjligheter. Av de föreslagna sträckningarna går endast den mellan Södertälje och Östertälje station över vatten men förslagen i denna studie är emellertid bara några idéer på vad som i Stockholmsregionen en gondolbana skulle vara ett intressant alternativ att studera vidare.

En av svagheterna med de gondolbanor som finns i drift idag är att hastigheten är begränsad. Det gör att längre sträckningar riskerar att bli oattraktiva på grund av för lång åktid. I sin tur kan det medföra att de möjligheter som öppnades genom de övriga egenskaperna begränsas av tillämpbar längd. Det borde emellertid gå att öka hastigheterna eftersom exempelvis reversibla kabinbanor kan ha hastigheter upp till 12 m/s, vilket är en mycket hög hastighet i kollektivtrafiksammanhang. Möjligheter att öka hastigheten för gondolbanor skulle göra en stor skillnad för en sträcka som den mellan Flemingsberg och Skärholmen i fallstudien. Med en ökning från 7,5 m/s till 9 m/s skulle i detta fall genast ge mer än 10 procent kortare restid.

Idag har gondolbanor de tekniska egenskaper som har krävts av dem i de alpina miljöer de är utvecklade för. När fler och fler implementeringar görs i urban miljö behöver helt nya krav ställas på tillverkarna. Högre krav på tillverkarna kan förhoppningsvis leda till produktutvecklingar. Exempelvis borde hastigheterna kunna bli högre genom att högre krav ställs från beställarna. Ett annat viktigt utvecklingsområde inom gondolbanetekniken är att kunna möjliggöra att svänga med gondolbanor även ute på linjen utan att behöva sänka hastigheten särskilt mycket. Idag finns ingen bra lösning på det men skulle fler efterfråga det så kanske tillverkarna drivs till att utveckla en teknik för att lösa problemet.

Stockholmsregionen står inför stora utmaningar när det gäller befolkningsökning och ett ökat resande. För att det ska bli en sund utveckling krävs många nya och attraktiva kopplingar i kollektivtrafiken bland annat genom tvärförbindelser. Att bygga attraktiv kollektivtrafik är dessvärre mycket kostsamt och det går inte att göra alla de satsningar som det finns planer på eftersom finansieringen inte är löst. Gondolbanor kan möjligtvis påverka detta åt det positiva hållet genom att det blir möjligt att bygga bra kollektivtrafik för mindre pengar. När det gäller kostnaderna för gondolbanor är emellertid uppgifterna svåra att verifiera i detta skede. De kostnadsuppgifter som använts här är baserade på system som är byggda eller planerade på platser med vitt skilda förutsättningar. Det är därför viktigt att utreda kostnaderna vidare.

Förutom att vara kritisk till kostnadsuppgifterna bör det även utredas vad exempelvis de praktiska kapaciteterna är för de olika systemen. Mycket av uppgifterna i detta arbete gällande tekniska egenskaper kommer från tillverkarna, antingen direkt eller via andra studier. Därför är det viktigt att ta reda på hur de praktiska egenskaperna förhåller sig till de teoretiska.

Samtidigt som det finns stora fördelar med gondolbanor finns det även problem som måste hanteras vid en satsning på ett system i urban miljö. Det kan till exempel vara svårt att hitta linjer där gondolbanan inte hamnar för nära bostadsbebyggelse eller gör ett visuellt intrång i stadsbilden. Här måste frågor ställas om vad som kan accepteras, hur långa minimiavstånden bör vara från bostäder etc.

Andra aspekter som på något sätt bör hanteras är exempelvis hur resenärer uppfattar färden med en gondolbana. Kan vissa personer känna sig förbisedda genom att de på grund av höjdrädsla eller otrygghet inte kan använda sig av systemet är en av frågorna som bör ställas. En gondolbana innebär även en utökning av antalet färdmedel vilket medför en risk för att det totala kollektivtrafiksystemet i en stad blir oöverskådligt. Sådana frågor bör finnas med i planeringen så att man skapar så bra helhetslösningar som möjligt.

## 6 Slutsats

För att förstärka kollektivtrafikens attraktionskraft konstateras det i bland annat Vägverkets effektkatalog att satsningar på att eliminera förseningstid, väntetid och bytestid kan ge större effekter än att förkorta själva åktiden. Gondolbanor erbjuder turintervall långt under en minut samtidigt som pålitligheten tack vare enkelheten i systemen är mycket hög. Den höga turtätheten kan dessutom erbjudas dygnet runt utan behöva medföra några större kostnadsökningar. Väntetid och bytestid blir därför kort, oavsett tid på dygnet, och pålitligheten gör att eventuella förseningar först uppkommer om det skulle uppstå något större fel i systemet alternativt vid svåra väderförhållanden. En gondolbana skulle därför kunna erbjuda resenärerna ett attraktivt alternativ och komplement till de kollektivtrafiksystem som finns i Sverige idag.

Gondolbanor har även många andra fördelar som exempelvis att de går att bygga över i stort sett vilka barriärer som helst samtidigt som banan i sig inte utgör någon större fysisk barriär. En gondolbana är ett särskilt intressant alternativ då något eller några av följande behov finns:

- att uppfylla ett resandebehov på upp till 5000 personer och riktning.
- att skapa kort (under 10 km) men samtidigt attraktiv linjetrafik.
- att skapa tvärförbindelser i storstäder.
- att skapa attraktiv stomtrafik i mindre städer.
- att överbygga stora barriärer, naturliga som onaturliga.
- att förbättra kollektivtrafiken i halvglesa stadsmiljöer.

När en lämplig gondolbanesträckning har identifierats återstår fortfarande flera frågetecken som behöver rätas ut innan ett eventuellt beslut kan tas om att bygga en gondolbana i Sverige. Exempelvis finns det frågor kring:

- bemanning och personal
- drift och underhåll
- lagstiftning och juridik inklusive planeringsprocess
- finansieringsalternativ
- påverkan på stadsbild och anpassning till omgivning

Att ta med en gondolbana som ett alternativ i förstudier och planer för ny och förbättrad kollektivtrafik skulle kunna ge nya möjligheter och förutsättningar för kollektivtrafikplanering. Där det inte går att hitta en lösning med konventionella medel skulle dessutom gondolbanan kunna vara den lösning man inte trodde fanns. För att hitta den lösningen krävs emellertid att gondolbanan är med i planeringsprocessen för exempelvis en ny tvärförbindelse redan från början. Det borde vara först efter en grundlig utredning som en gondolbana eventuellt kan förkastas som alternativ. En trafikslagsövergripande förstudie för en kollektivtrafikutbyggnad bör just vara trafikslagsövergripande för att kunna hitta den absolut bästa lösningen.





## 7 Referenser

- Andersson, PG & Gibrand, M (2008), *Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem - som finns på världsmarknaden och är i bruk*, Trivector Traffic AB, Lund
- Andersson, PG & Johansson, T (2005), *Trådbuss Landskrona – Om trådbussens återkomst till Sverige*, Trivector, Lund
- Arkitektur (2010), *Arkitektur – Erskinepriset till två, Nummer 5, Årgång 110, Semptember 2010*, Arkitektur – Byggnad Interiör Plan Landskap
- Berge, G & Amundsen, A (2001), *Holdinger og transportmiddelvalg – en litteraturstudie*, TØI rapport 512/2001, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Bjerkemo, S-A (2007), *Avancerade kollektivtrafiksystem utomlands – mellanformer mellan buss och spårväg*, VINNOVA Rapport VR 2007:03, Bjerkemo Konsult, Lund
- Bösch, S & Petersson, B (2010), *Automatbana i Älmhult – Möjligheter och förutsättningar*, Trivector Traffic AB, Lund
- Casemyr (2009), *Samlad effektbedömning objekt Spårväg syd*, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast rev. 2009-04-07
- Europaparlamentet (2000), *Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/9/EG om linbaneanläggningar för persontransporter*, Europeiska gemenskapernas officiella tidning
- Henningsson, J et. al (2010), *Förstudie över Gondolbanor i Kiruna*, WSP Sverige AB, Analys & Strategi, Stockholm
- Holmberg, B (2008), *Kollektivtrafik*, I: C. Hydén (red), *Trafiken i den hållbara staden*, Studentlitteratur, Malmö
- Holmberg, B & Hydén, C (1996), *Trafiken i samhället – Grunder för planering och utformning*, Studentlitteratur, Lund
- IST (2009), *Avancerade trafiksystem med fokus på spårbilar*, IST Rapport 2009:1, Institute for Sustainable Transportation AB, Stockholm
- Johansson, T (2004), *Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar*, VTI meddelande 948, Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping
- Johansson, T & Lange, T (2009), *Spårväg – Guide för etablering*, Banverket, Borlänge
- Jähkel, G & Markstedt, A (1990), *Kabinbana i Sundsvall*, Delrapport 4 i Miljöprojekt Sundsvall-Timrå, KM Herolf Byggkonsulter AB, Sundsvall
- Kottenhoff, K et. al (2009), *Bus Rapid Transit – kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor*, Trivector Traffic AB, Stockholm
- Länsstyrelsen (2010), *Länsplan för regional transportinfrastruktur i Stockholms län 2010-2021*, Rapport 2010:10, Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm
- Norheim & Ruud (2002), *Marknadsorientert kollektivtransport*, TØI rapport 603/2002, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Persson, A (2008), *Attraktiv kollektivtrafik i små städer – Förutsättningar och möjligheter för ett ökat resande*, Lunds tekniska högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, Trafik och väg, Lund

Prop. 2009/10:200, *Ny kollektivtrafiklag*, Regeringens Proposition 2009/10:200, Stockholm

Regionplanekontoret (2010), *RUFS 2010 – Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen*, Stockholms Läns Landsting, Stockholm

Sandberg, L et. al (2011) *Buss, BRT och spårväg - en jämförelse*, Rapport 2011:1, WSP Sverige AB, Analys & Strategi, Stockholm

Seeber, A (2010), *The Renaissance of the Cableway – Innovative Urban Transportation Systems from Leitner Technologies*, Prokopp & Hechensteiner L.P., St. Pauls, Italy

Scandiaconsult, 2002, *Sträckningsstudie Spårväg SYD*, Scandiaconsult AB

Schéele, S & Pettersson, K (2003), *Spårväg Syd – Trafikantanalys och samhällsekonomisk bedömning*, Arbetspromemoria Nr 5, Inregia AB, Stockholm

SIKA (2002), *Persontransporternas utveckling till 2010*, SIKA Rapport 2002:1, Stockholm

SL (2008a), *RIPLAN – Riktlinjer för planering av kollektivtrafiken i Stockholms län*, PLAN Rapport 2008:4, AB Storstockholms Lokaltrafik, Stockholm

SL (2010a), *Trafikplan 2020*, AB Storstockholms Lokaltrafik, Stockholm

SL (2010b), *Inbjudan till samråd - Förstudie Spårväg syd*, AB Storstockholms Lokaltrafik, Stockholm

SL (2011), *Fakta om SL och länet 2010*, AB Storstockholms Lokaltrafik, Stockholm

SOU 2003:67, *Kollektivtrafik med människan i centrum*, Slutbetänkande av kollektivtrafikkommittén, Stockholm

Stadsbyggnadskontoret (2010), *Promenadstaden – Översiktsplan för Stockholm*, Stockholm

Svensk Kollektivtrafik (2011), *Kollektivtrafikbarometern – Årsrapport 2010*, Svensk Kollektivtrafik, Ipsos Social Research Institute, Stockholm

Tegnér, G (2007), *Alternativa trafiksystem för Ostsektorn – En systemjämförelse*, Transek AB, Stockholm

Tegnér et. al (2009), *Hur kan spårtaxi finansieras? – en jämförelse mellan buss, spårväg och spårtaxi*, WSP Rapport 2008:21, WSP Analys & Strategi, Stockholm

TfL (2011a), *London Cable Car – Transport Assessment*, prepared by Transport for London, London, UK

TfL (2011b) *London Cable Car – Environmental Statement – Non Technical Summary*; Transport for London, London, UK

Tramway Engineering (2009), *Aerial People Movers – Future Role in Urban Mass Transportation in the United States*, Tramway Engineering Ltd., Glenwood Springs, Colorado, USA

Trafikanalys (2010), *Uppföljning av de transportpolitiska målen*, Rapport 2010:1, Trafikanalys, Stockholm

TRAST (2007), *TRAST – Trafik för en attraktiv stad utgåva 2*, Sveriges Kommuner och Landsting, Stockholm

Tupper, B (2009), *Proposed Burnaby Mountain Gondola Transit Project - Initial Feasibility Study*, UniverCity, Burnaby, Canada

Vägverket (2008), *Effektkatalog – Effektsamband för vägtransportsystemet – Kollektivtrafik*, Publikation 2008:10, Vägverket, Borlänge

Wilkinson Eyre (2011), *London Cable Car – Design and Access Statement*, Wilkinson Eyre Architects, London, UK

**Webbaserade källor:**

Alshalalfah, B & Shalaby, A (2010), *Aerial Ropeway Transit – State of the ART*, Submitted paper for TRB 2011 Annual Meeting, Toronto, Ontario, Canada

Barkarbystaden (2011), *Barkarbystaden i Järfälla < Om Barkarbystaden < Bostäder < Kommunikationer*, <http://www.barkarbystaden.se/> [Avläst 2011-05-28]

Dale, S (2009a), *The Gondola Project < Learn about Cable Transit < Introducing Grips < Grips Module 2: Detachable Grips*, <http://gondolaproject.com/2009/12/20/551/> [Avläst 2011-05-24]

Dale, S (2009b), *The Gondola Project – Not over my back yard, 15 Nov 2009*, <http://gondolaproject.com/2009/11/15/not-over-my-back-yard/> [Avläst 2011-05-21]

Dale, S (2009c), *The Gondola Project < Learn about Cable Transit < Introducing Grips < Grips Module 4: How Grips Affect Cornering*, <http://gondolaproject.com/2010/01/03/grip-module-lesson-4-corners/> [Avläst 2011-08-17]

Dale, S (2010a), *The Gondola Project < Learn about Cable Transit < Aerial Technologies, Lesson 8: Funifor*, <http://gondolaproject.com/2010/06/26/aerial-technologies-lesson-8-funifor/> [Avläst 2011-05-13]

Dale, S (2010b), *The Gondola Project < Learn about Cable Transit < Aerial Technologies, Lesson 7: 3S or Tricable Detachable Gondolas (TDG)*, <http://gondolaproject.com/2010/06/16/aerial-technologies-lesson-7-3s/> [Avläst 2011-05-11]

Dale, S (2010c), *The Gondola Project < Learn about Cable Transit < Aerial Technologies, Lesson 4: Funitels*, <http://gondolaproject.com/2010/03/19/technologies-module-4-funitel/> [Avläst 2011-05-12]

Dale, S (2010d), *The Gondola Project < Learn about Cable Transit < Aerial Technologies, Lesson 5: Aerial Trams*, <http://gondolaproject.com/2010/04/24/technologies-module-5-aerial-trams/> [Avläst 2011-08-17]

Dale, S (2011), *The Gondola Project – Rio's Complexo do Alemão Teleferico Open For Business, 20 May 2011*, <http://gondolaproject.com/2010/10/13/the-complexo-do-alemao-teleferico/> [Avläst 2011-06-01]

Doppelmayr (2011a), *Doppelmayr-Garaventa < Products < Reversible Ropeways < System brochure*, <http://www.doppelmayr.com/en/doppelmayr-international/products/reversible-ropeways.html?country=all> [Avläst 2011-05-13]

Doppelmayr (2011b), *Doppelmayr-Garaventa < Products < Gondolas < System brochure*, <http://www.doppelmayr.com/en/doppelmayr-international/products/gondolas.html?country=all> [Avläst 2011-05-10]

Doppelmayr (2011c), *Doppelmayr-Garaventa < Products < Bicable and Tricable Ropeways < Media library 2S < System brochure*, [http://www.doppelmayr.com/uploads/media/flid\\_2s\\_2009\\_eng.pdf](http://www.doppelmayr.com/uploads/media/flid_2s_2009_eng.pdf) [Avläst 2011-05-11]

Doppelmayr (2011d), *Doppelmayr-Garaventa < Products < Funitel < System brochure*, <http://www.doppelmayr.com/en/doppelmayr-international/products/funitel.html?country=all> [Avläst 2011-05-12]

Doppelmayr (2011e), *Doppelmayr-Garaventa < Communication < Brochures < Worldwide 2011*, [http://www.doppelmayr.com/uploads/media/annual2011\\_englisch\\_web.pdf](http://www.doppelmayr.com/uploads/media/annual2011_englisch_web.pdf) [Avläst 2011-07-01]

Fördubblingsprojektet (2011), *Fördubbling.se < Start < Om fördubblingen*, <http://www.svenskkollektivtrafik.se/fordubbling/Om-Fordubblaprojektet/> [Avläst 2011-05-24]

Huddinge (2011), *www.huddinge.se < Om kommunen < Områden, kartor och kommunikationer < Bostadsområden < Flemingsberg & Segeltorp & Vårby*, <http://www.huddinge.se/Omkommunen/Omraden-kartor-och-kommunikationer/Bostadsomraden/Flemingsberg/> [Avläst 2011-07-20]

Leitner (2011a), *Leitner Ropeways < Products < Aerial Tramways*, <http://en.leitner-lifts.com/Products/Aerial-tramways> [Avläst 2011-05-13]

Leitner (2011b), *Leitner Ropeways < Products < Gondola Ropeways*, <http://en.leitner-lifts.com/Products/Gondola-ropeways> [Avläst 2011-05-10]

Leitner (2011c), *Leitner Ropeways < Products < Bicable-2S-and-Tricable-3S-ropeways*, <http://en.leitner-lifts.com/Products/Bicable-2S-and-Tricable-3S-ropeways> [Avläst 2011-05-11]

Poma (2011), *www.poma.net < Urban < TC 10Metro Cable < MEDELLIN, Colombia*, <http://www.poma.net/en/project/index/view/id/5> [Avläst 2011-05-10]

SL (2011), *Reseplanerare*, <http://reseplanerare.sl.se/bin/query.exe/sn> [Avläst 2011-05-28]

Snow Village (2011), *www.snowvillage.fi < Activities < Programmes on Request < Gondola Sauna*, <http://www.snowvillage.fi/gondolasauna.htm> [Avläst 2011-07-01]

TfL (2011c), *Transport for London < Corporate < Media < News centre < Articles < Who will sponsor London's cable car?*, 27 June 2011, <http://www.tfl.gov.uk/corporate/media/newscentre/metro/20379.aspx> [Avläst 2011-08-17]

Trafikverket (2010), *Trafikverket.se < Trafikera & transportera < Trafikera järnväg < Nyhetsarkiv < 2010 < Avregling av persontrafik på järnväg tidigareläggs*, <http://www.trafikverket.se/Foretag/Trafikera-och-transportera/Trafikera-jarnvag/Nyhetsarkiv-for-Trafikera-jarnvag/2010/Avregling-av-persontrafiken/> [Avläst 2011-05-24]

WIR (2007), *WIR – Doppelmayr/Garaventa Customer Magazine, No. 172, June 2007*, <http://www.doppelmayr.com/en/doppelmayr-international/communication/customer-magazine.html?country=all> [Avläst 2011-05-21]

WIR (2010), *WIR – Doppelmayr/Garaventa Customer Magazine, No. 182, September 2010*, <http://www.doppelmayr.com/en/doppelmayr-international/communication/customer-magazine.html?country=all> [Avläst 2011-05-14]

WIR (2011), *WIR – Doppelmayr/Garaventa Customer Magazine, No. 183, February 2011*, <http://www.doppelmayr.com/en/doppelmayr-international/communication/customer-magazine.html?country=all> [Avläst 2011-05-21]

# Bilaga 1 – Ruttvalsanalys Spårväg syd

## Förutsättningar och resultat EMME/2

### Förutsättningar

#### Grundläggande:

Ruttvalsanalys för kollektivtrafikresenärer med samma prognosförutsättningar som ligger bakom utställningsförslaget till RUFSS 2010 med prognosåret 2030. Därmed finns bland annat Förbifart Stockholm, de stombusslinjer som är tänkta att trafikera förbifarten samt planerad ny bebyggelse i regionen med i prognosen. I analysen antas att ingen överflyttning sker från varken bil-, gång- eller cykeltrafiken. För det krävs en fullständig modellkörning.

För Spårväg syd förutsätts i prognosen att alla dagens parallella busslinjer finns kvar och att den nya linjen trafikeras 16 timmar per dygn. Medelhastigheten för Spårväg syd är i analysen ungefär 40 km/h (vilket inte är ett helt rimligt antagande).

#### Scenario 1:

Hela Spårväg syd Flemingsberg – Älvsjö. Spårväg med 5 minuters turtäthet i högtrafik.

#### Scenario 2:

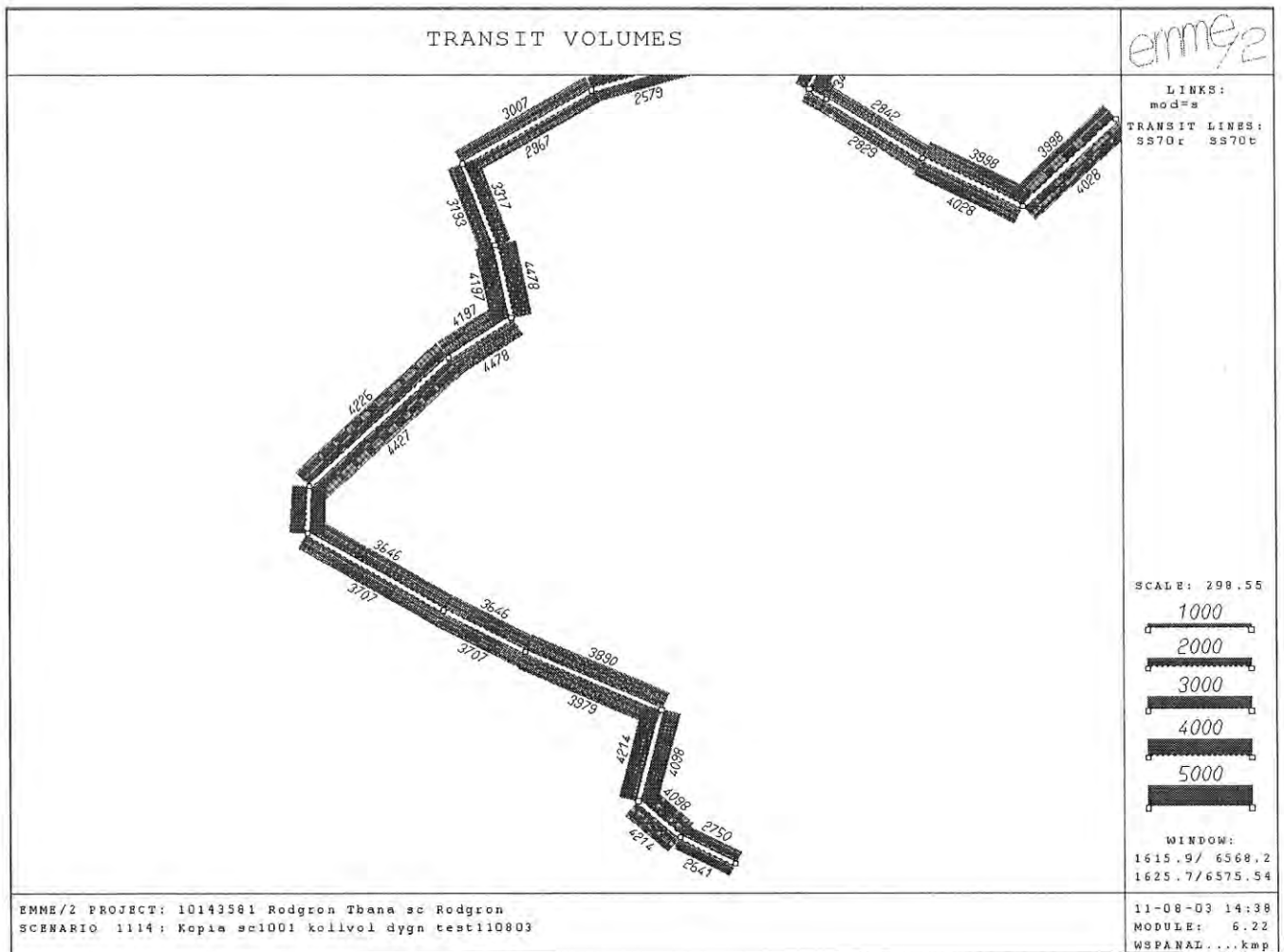
Endast sträckan Flemingsberg – Skärholmen. Spårväg med 5 minuters turtäthet i högtrafik.

#### Scenario 3:

Endast sträckan Flemingsberg – Skärholmen. Gondolbana med 2 minuters turtäthet under hela trafikeringstiden.

Angående turtäthet i Scenario 1 och 2 bör det noteras att SL:s Trafikplan 2020 anger en turtäthet på tio minuter i högtrafik i denna sträckning vilket också är den turtäthet som antas i fortsättningen av denna studie. Turtätheten på två minuter för gondolbanan i Scenario 3 valdes för att ta höjd för förekomst av långa köer. En kö på två minuter till en gondolbana är en relativt lång kö och som vid en faktisk turtäthet på 30 sekunder först skulle uppkomma om över 100 personer kom dit samtidigt.

# Resultat: Scenario 1 - Hela Spårväg syd





## Resultat: Scenario 1 - Hela Spårväg syd

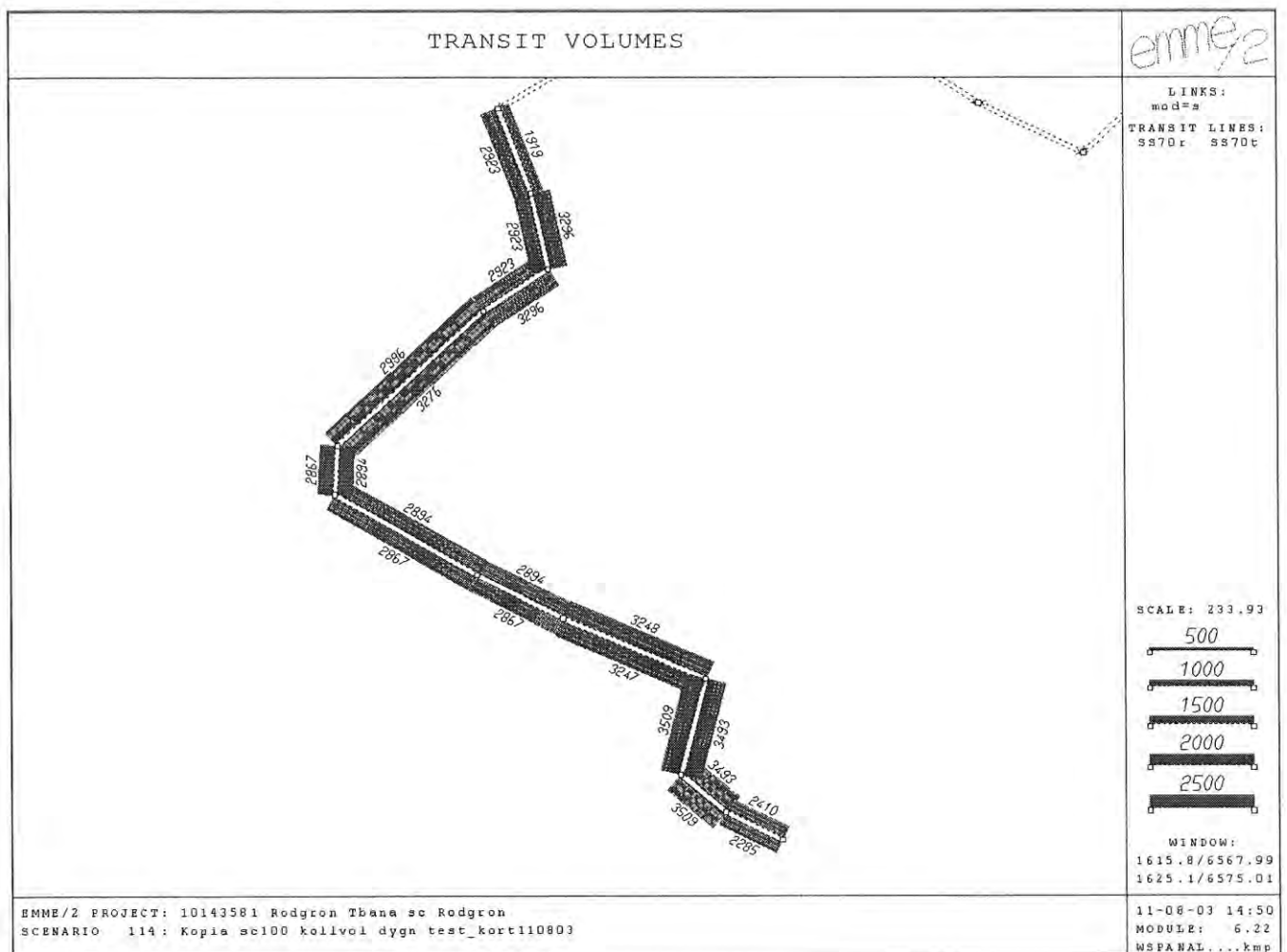
EMME/2 Module: 6.21 Date: 11-08-03 14:38 User: E781/WSPANAL...kmp  
 Project: 10143581 Rodgron Tbana sc Rodgron  
 Scenario 1114: Kopia sc1001 kollvol dygn test110803

-----  
 T R A N S I T L I N E S  
 \*\*\*\*\*

line	mode	veh type	no. veh	hdwy (min)	line length (km)	line time (min)	-----passenger-----			load-fact		max volume	oper. costs (\$)	energy consum (mj)
							no.of board.	km	hours	avg	max			
SS70r	s	62	4	8.40	17.20	23.32	12297	61176.	1363.1	2.36	2.97	4478	.00	.00
SS70t	s	62	4	8.40	17.20	23.32	12823	61389.	1370.3	2.37	2.80	4226	.00	.00
Total of the above lines:			8				25120	122565	2733.5	2.36			.00	.00

-->

# Resultat: Scenario 2 - Spårväg Flemingsberg - Skärholmen



## Resultat: Scenario 2 - Spårväg Flemingsberg - Skärholmen

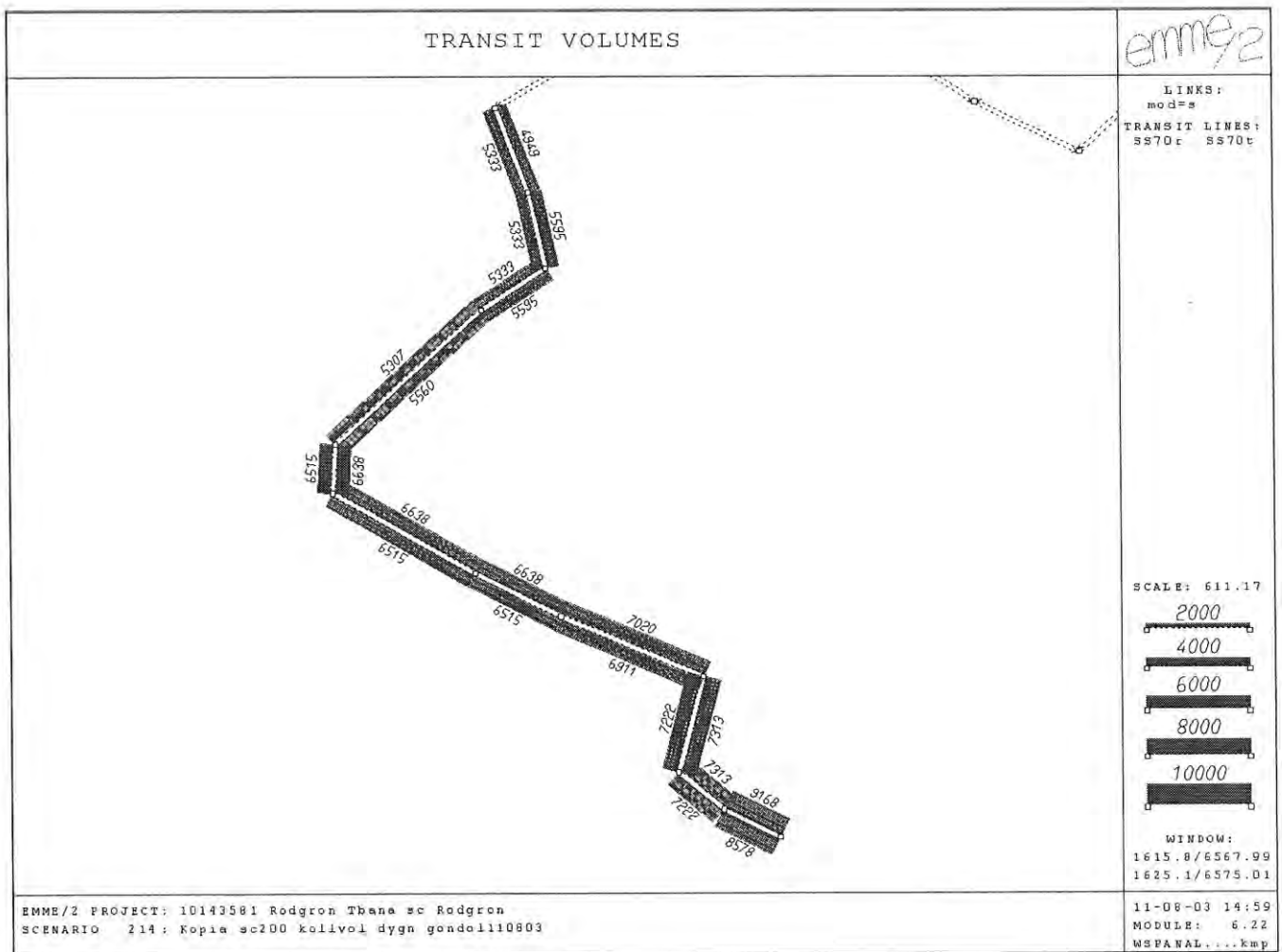
EMME/2 Module: 6.21 Date: 11-08-03 14:52 User: E781/WSPANAL...kmp  
 Project: 10143581 Rodgron Tbane sc Rodgron  
 Scenario 114: Kopia scl00 kollvol dygn test\_kort110803

-----  
 T R A N S I T L I N E S  
 \*\*\*\*\*

line	mode	veh type	no. veh	hdwy (min)	line length (km)	line time (min)	-----passenger----- no.of board.	km	hours	load-fact avg max	max volume	oper. costs (\$)	energy consum (mj)
ss70r	s	62	3	8.40	9.54	12.80	4984	29012.	640.3	2.02 2.32	3493	.00	.00
ss70t	s	62	3	8.40	9.54	12.14	4801	28722.	606.4	2.00 2.33	3509	.00	.00
Total of the above lines:			6				9785	57733.	1246.7	2.01		.00	.00

-->

# Resultat: Scenario 3 - Gondolbana Flemingsberg - Skärholmen



## Resultat: Scenario 3 - Gondolbana Flemingsberg - Skärholmen

EMME/2 Module: 6.21 Date: 11-08-03 15:01 User: E781/WSPANAL...kmp  
 Project: 10143581 Rodgron Tbane sc Rodgron  
 Scenario 214: Kopia sc200 kollvol dygn gondoll10803

-----  
 T R A N S I T L I N E S  
 \*\*\*\*\*

line	mode	veh type	no. veh	hdwy (min)	line length (km)	line time (min)	-----passenger----- no.of board.	km	hours	load-fact avg max	max volume	oper. costs (\$)	energy consum (mj)
SS70r	s	62	9	2.00	9.54	12.80	15024	61606.	1388.8	1.02 1.45	9168	.00	.00
SS70t	s	62	9	2.00	9.54	12.14	12821	60238.	1299.1	1.00 1.36	8578	.00	.00
Total of the above lines:			18				27846	121845	2687.8	1.01		.00	.00

-->



# Resultat: Scenario 3 - Gondolbana Flemingsberg - Skärholmen med omgivande kollektivtrafiklinjer

