



**Dokumentinformation**

**Titel:** Ökad folkhälsa genom kollektivtrafikens fördubblingsprojekt - Kunskaps- och metodstöd för kollektivtrafikens hälsoeffekter

**Serie nr:** 2012:62

**Projektnr:** 11080

**Författare:** Anna Clark, Trivector Traffic  
Hanna Wennberg, Trivector Traffic  
Lovisa Indebetou, Trivector Traffic

**Kvalitetsgranskning** Lena Smidfelt Rosqvist, Trivector Traffic

**Beställare:** Trafikverket  
Kontaktperson: Bertil Magnusson, tel 0243-750 05

**Dokumenthistorik:**

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Förändring</b>	<b>Distribution</b>
0.2	2012-01-27		Intern
0.3	2012-06-11	Intern granskning	Intern
0.4	2012-06-21	Ny version efter granskning	Intern
0.9	2012-06-29	Slutversion	Beställare
1.0	2012-09-24	Slutversion	Beställare

# Förord

---

Trivector Traffic AB fick i juli 2011 i uppdrag av Trafikverket att genomföra forskningsprojektet *Ökad folkhälsa genom kollektivtrafikens fördubblingsprojekt: Kunskaps- och metodstöd för kollektivtrafikens hälsoeffekter*. Projektet har slutrapporterats i och med denna rapport i juni 2012.

Syftet med projektet är att undersöka på vilket sätt och i vilken omfattning kollektivtrafiken bidrar till det transportpolitiska hälsomålet. Detta kommer att innebära en utveckling av metodstöd för att kvantifiera kollektivtrafikens hälsoeffekter, ett metodutvecklingsarbete med kollektivtrafikens fördubblingsarbete som tillämpningsområde.

Kontaktperson för detta projekt har varit Bertil Magnusson på Trafikverket. Projektledare på Trivector Traffic har varit tekn.dr. Hanna Wennberg (juli-januari), och därefter tekn.dr. Anna Clark (februari-juni). Övriga projektmedarbetare har varit tekn.dr. Lena Smidfelt Rosqvist, civ.ing. Lovisa Indebetou och tekn. dr. Annika Nilsson. Kvalitetsgranskningen har tekn.dr. Lena Smidfelt Rosqvist svarat för.

Till projektet har även en referensgrupp varit knuten, som gett värdefulla synpunkter på den generella metoden för skattning av kollektivtrafikens hälsoeffekter. I denna referensgrupp har följande personer medverkat:

- Bertil Magnusson, Trafikverket
- Kajsa Lindström, Trafikverket
- Lena Hiselius, LTH/Teknik och samhälle
- Anders Wretstrand, LTH/Teknik och samhälle
- Rune Elvik, TØI
- Lena Smidfelt Rosqvist, Trivector Traffic AB
- Annika Nilsson, Trivector Traffic AB
- Hanna Wennberg, Trivector Traffic AB
- Helena Sjöstrand, Trivector Traffic AB

Lund, juni 2012

Trivector Traffic AB



# Innehållsförteckning

---

## Förord

<b>1.</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Upplägg	2
<b>2.</b>	<b>Kunskapssammanställning</b>	<b>3</b>
2.1	Översikt av kollektivtrafikens hälsoeffekter	3
2.2	Trafikolyckor	4
2.3	Luftföroreningar	6
2.4	Trafikbuller	7
2.5	Fysisk aktivitet	7
2.6	Psykisk hälsa och välbefinnande	9
2.7	Värdering av hälsa	10
<b>3.</b>	<b>Skattning av hälsoeffekter</b>	<b>13</b>
3.1	Översikt av metoden	13
3.2	Effekter från resandet	15
3.3	Skattning hälsoeffekter av trafikolyckor	15
3.4	Skattning hälsoeffekten av exponering av luftföroreningar	17
3.5	Skattning hälsoeffekter av trafikbuller	21
3.6	Skattning hälsoeffekten av fysisk aktivitet	24
<b>4.</b>	<b>Potentialberäkning med tillämpning på kollektivtrafikens fördubblingsprojekt</b>	<b>26</b>
4.1	Beräkningsförutsättningar	26
4.2	Anslutningsresor till kollektivtrafik & bil	26
4.3	Trafikprognos år 2020	30
4.4	Skattning av effekter på hälsan	31
4.5	Värdering av hälsoeffekter i monetära termer	37
4.6	Sammanfattande diskussion	39
<b>5.</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>40</b>
<b>6.</b>	<b>Referenser</b>	<b>41</b>



# 1. Inledning

---

## 1.1 Bakgrund

Hälsa är ett av transportpolitikens hänsynsmål (Prop. 2008/09:93). Fysisk aktivitet är en förutsättning för god hälsoutveckling och välbefinnande. Därför pekas fysisk aktivitet ut som ett prioriterat målområde för folkhälsopolitiken (Prop. 2007/08:110). Statens folkhälsoinstitut har genom regeringsuppdraget *Byggda miljöer och fysisk aktivitet*, gjort flera kunskapssammanställningar av forskningsläget kring den bebyggda miljöns betydelse för fysisk aktivitet och visat praktiska exempel på stöd i kommunal fysisk planering. Att regelbundet gå eller cykla till olika aktiviteter, inklusive till/från kollektivtrafiken, ökar sannolikheten för att människor är tillräckligt fysiskt aktiva (Faskunger, 2008).

I dagsläget är 64 % av befolkningen i Sverige fysiskt aktiva minst 30 minuter per dag. Det finns dock skillnader beroende på var man bor i landet, utbildningsnivå och inkomst. Skillnaden mellan män och kvinnor är emellertid försumbar (Statens folkhälsoinstitut, 2010). I det hälsofrämjande folkhälsoarbetet är barn och unga samt äldre särskilt angelägna målgrupper (Prop. 2007/08:110).

Utvecklingen mot ett bilburet samhälle gör det allt svårare att få sin vardagsmotion tillgodosedd genom de dagliga transporter till/från skola, arbete och service. Förr fick människor sin dagliga dos av fysiska aktivitet när de skulle uträtta ärenden, genom hushållsarbete och genom fysiskt krävande arbetsuppgifter. På senare år har dock frågor som rör mer aktiva transporter (gång och cykel) fått större fokus och hamnat högre upp på dagordningen inom samhällsplaneringen i takt med en ökad insikt om behovet av att uppmuntra mer hållbara transportmedel och för att främja folkhälsan.

Det finns en stor potential till ökad folkhälsa genom kollektivtrafiksatsningar, inte minst genom den ökade vardagsmotionen av att man går och cyklar i samband med kollektivtrafikresan. Det finns dock ett behov av kunskaps- och metodstöd när det gäller kollektivtrafikens hälsoeffekter. I Sverige pågår en stor satsning på kollektivtrafiken genom det så kallade fördubblingsprojektet vars mål är att på lång sikt fördubbla kollektivtrafikens marknadsandel (till år 2020 ska antalet resor med kollektivtrafik fördubblas). Det är därför högst relevant att för svenska förhållanden göra en skattning av den potential kollektivtrafikens fördubblingsprojekt har för hälsan. I förlängningen kan en sådan skattning användas för metodutveckling i syfte att kvantifiera kollektivtrafikens bidrag till det transportpolitiska hälsomålet.

## 1.2 Syfte

Syftet är att undersöka på vilket sätt och i vilken omfattning kollektivtrafiken bidrar till det transportpolitiska hälsomålet. Detta ska resultera i ett utvecklat metodstöd för att kvantifiera kollektivtrafikens hälsobidrag. Detta metodutvecklingsarbete använder kollektivtrafikens fördubblingsarbete som tillämpningsområde. Vilket innebär att även en uppskattning av fördubblingsprojektets hälsovinster kan presenteras.

## 1.3 Upplägg

Projektet genomförs i tre delar:

- **Kunskapssammanställning:** en sammanställning av dagens kunskap och erfarenheter kring kollektivtrafikens hälsoaspekter genom litteraturstudier. Här ges en översikt av kollektivtrafikens olika hälsofördelar/risker och kunskapsläget om dessa.
- **Potentialberäkning med tillämpning på kollektivtrafikens fördubblingsprojekt:** en skattning av effekten på folkhälsan från dagens kollektivtrafikresande respektive utifrån kollektivtrafikens mål om fördubblat resande 2020. Detta innefattar en beräkning av antalet kilometer med gång respektive cykel som genereras av kollektivtrafikresandet samt bilresandet.
- **Förslag på generell metod för att skatta och värdera kollektivtrafikens hälsoeffekter:** en kartläggning och kvantifiering av hälsofördelarna/riskerna med kollektivtrafik ur ett samhällsperspektiv utifrån föreliggande kunskap och erfarenheter. Analysen innebär en översättning av olika typer av hälsofördelar/risker; till exempelvis antal sparade liv per år, besparingar för sjukvård etc. samt en översättning till monetära termer. Kollektivtrafikens hälsoeffekter ur ett samhällsperspektiv beräknas i tre steg (Litman, 2010):
  1. **Effekter på resandet** – att bestämma hur och hur mycket människor reser. I projektet används RES 05/06 för att skatta storleksordningen av den fysiska aktivitet som dagens kollektivtrafikresande ger upphov till (jämför Saelensminde, 2002). Detta ska även ställas i relation till motsvarande promenader till/från bilparkeringar för bilresenärer.
  2. **Effekter på hälsan** – att bestämma hur resandet påverkar hälsan. Projektet utgår ifrån forskningsresultat internationellt och nationellt om hur hälsa påverkas av en rad relevanta faktorer med koppling till kollektivtrafik användning. Faktorerna fastställs utifrån kunskapssammanställningen, men rör exempelvis trafikolyckor, luftföroreningar, fysisk aktivitet, psykiska hälsoaspekter och välbefinnande. I projektet utvecklas och rekommenderas några metoder för hur dessa faktorer kan översättas till kvantitativa termer.
  3. **Värdering av hälsoeffekterna i monetära termer** – att översätta hälsoeffekter till monetära termer. Projektet kommer att använda sig av generella hälsoekonomiska utvärderingsmodeller (t ex Trafikverkets Cykalk 1.0 (Trafikverket, 2008)).



## 2. Kunskapssammanställning

---

### 2.1 Översikt av kollektivtrafikens hälsoeffekter

Färdmedelsval är kopplat till människors hälsotillstånd när det gäller förekomst av olika sjukdomar och fetma. Studier från flera länder visar möjliga positiva effekter av att åka kollektivtrafik. Tätorter med välfungerande kollektivtrafik har bättre folkhälsa värden i form av färre kroniska sjukdomstillstånd (Sturm, 2005). BMI (body mass index), fetma och högt blodtryck har visat sig vara lägre i orter med högre befolkningstäthet och bra kollektivtrafik (Rundle et al, 2007, Ewing et al, 2003b). Studierna pekar på en koppling mellan befolkningstäthet, mindre bilburna samhällen och bättre hälsotillstånd. De positiva effekterna är kopplade till kollektivtrafikutbudet och beror även på markanvändning och samhällsplanering (HiTrans 2005). Studierna visar en positiv effekt på folkhälsotillstånd i städer med bättre kollektivtrafik men visar inte på hälsoeffekter av att välja kollektivtrafik som färdmedel jämfört med andra alternativ.

För att kunna värdera just skillnaden mellan olika färdmedelsval på individnivå, finns det flera initiativ till att utveckla en metodik för att skatta och värdera hälsoeffekter på ett systematiskt sätt. Världshälsoorganisationens (WHO) europakontor och FNs Economic Commission for Europe (UNECE) har organiserat programmet THE PEP (Transport, Health and Environment – Pan-European Program) under 2000-talet. THE PEP (2006) definierar de hälsoeffekter som bör ingå i en analys av totala effekter enligt följande (Boesch et al, 2008):

- Skador i trafikolyckor
- Hälsoeffekter av vägtrafikens luftföroreningar
- Hälsoeffekter av trafikbuller
- Psykosociala effekter (stress, störningseffekter och barriäreffekter)
- Hälsoeffekter av brist på fysisk aktivitet på grund av bilåkande istället för aktivt transport
- Hälsoeffekter av globala klimatförändringen relaterad till vägtrafikens växthusgaser

Den sistnämnda hälsoeffekten, orsakad av den globala klimatförändringen, drabbar Sverige i betydligt mindre utsträckning än utvecklingsländer. Många utvecklingsländer kan drabbas svårt av missväxt, matbrist, försämrad vattenkvalitet och diarrésjukdomar, spridning av malaria och andra sjukdomar, översvämningar på grund av skyfall och havsytans höjning samt dödsfall i hjärtsjukdom bland äldre och små barn under svåra värmeböljor. Beräkningar redovisade i Vägverkets publikation 2009:3 uppskattar att 0,13 % av de globala folkhälsoeffekterna av klimatförändringen kan vara orsakade av växthusgaser från svensk vägtrafik samt att Sveriges vägtransporter kan orsaka 1 237 döds-

fall i utvecklingsländer på grund av klimatförändringen under perioden 2000 – 2080. Denna rapport behandlar dock enbart kollektivtrafikens hälsoeffekter i Sverige och därmed hanteras inte denna hälsoeffekt vidare här.

En annan översikt av hälsoeffekter av kollektivtrafik och förslag på ansats för att skatta och värdera denna görs av Litman (2010). Här lyfts följande hälsoeffekter av kollektivtrafiken fram.

- Trafikolyckor – att risken för trafikskador och dödsfall i trafiken minskar
- Luftföroreningar – att utsläpp av olika luftföroreningar och trafikbuller minskar
- Fysisk aktivitet – att människor är tillräckligt fysiskt aktiva
- Psykisk hälsa – att stress förebyggs och trygghet, välbefinnande osv. främjas
- Ekonomiska kostnader – att människor har råd att transportera sig och leva hälsosamt
- Grundläggande transportbehov – att alla människor, även icke-bilburna, kan nå grundläggande och livsnödvändig service och aktiviteter och leva hälsosamt

I denna rapport skattas och värderas kollektivtrafikens hälsoeffekter (i kvantitativa termer) för trafikolyckor, luftföroreningar, trafikbuller samt fysisk aktivitet (se kort beskrivning i Tabell 2-1). De möjliga hälsoeffekterna av kollektivtrafik på psykisk hälsa och välbefinnande beskrivs, men inte i kvantitativa termer.

Tabell 2-1. Översikt och beskrivning av de hälsoeffekter, kopplade till kollektivtrafiken, som hanteras i denna rapport.

Hälsoeffekt	Beskrivning
Trafikolyckor	Förändring av antalet svårt skadade och dödade i trafikolyckor
Luftföroreningar	Förändring av hälsovådliga luftföroreningar (framförallt via kvävedioxider som indikator för hälsoeffekter från olika ämnen)
Trafikbuller	Förändring av trafikbuller
Fysisk aktivitet	Förändring av fysisk aktivitet i form av gång och cykling i samband med anslutningsresor till kollektivtrafik och bil
Psykisk hälsa och välbefinnande	Förändring av psykisk hälsa och välbefinnande i form av stress och trygghet

## 2.2 Trafikolyckor

Risker för dödsfall och skadefall i kollektivtrafiken är låga, även om olyckor som sker ombord i regel inte finns med i statistiken (Berntman et al, 2012). Jämfört med resor med bil står kollektivtrafiken endast för en tjugondel av skadorna. Även om man tar hänsyn till risken för andra trafikanter står kollektivtrafiken för en lägre skaderisk per personkilometer (Beck et al, 2007). En studie från LTH har undersökt skador i samband med kollektivtrafikresor, både till och

från bussen samt på bussen, och sedan undersökt vilka konsekvenser och kostnader de leder till (Berntman, Wretstrand och Holmberg, 2010).

Olyckor sker oftare på vägen till eller från kollektivtrafiken som gående eller cyklist än på själv kollektivtrafikdelen av resan. Gång- och cykeltrafikens risker är högre både jämfört med att resa med kollektivtrafik och med bil. En förflyttning från bil till kollektivtrafik kan leda till ökade olyckor (för anslutningsresor med gång- och cykeltrafik), men olycksrisken för gång och cykel är inte bara baserad på hur mycket man går eller cyklar, även andra faktorer spelar in. Litman (2010) argumenterar, med stöd från olika källor, att en överflyttning från bil till icke-motoriserade transportmedel inte innebär någon större ökning av olycksrisken, beroende på flera faktorer:

- Icke-motoriserat resande innebär i regel små risker för andra trafikanter
- Trafikanter är i regel mer uppmärksamma när de förväntar sig att möta gående och cyklister. Studier visar att skaderisken per kilometer minskar då mängden gående och cyklister ökar, en effekt som brukar kallas för *safety in numbers* (Elvik, 2009; Jacobsen, 2003; Hydén et al 1998; Ekman, 1996). Till exempel visar Elvik (2009) i en metaanalys av flera tidigare studier att ju fler gående och cyklister det blir, desto mindre blir risken per gående och cyklist. En omfattande överföring av bilresor till gång och cykel bidrar således till att minska det totala antalet olyckor – dvs. ger positiva säkerhetseffekter.
- Ökad gång och cykling är sannolikt ett incitament för att bygga bättre infrastruktur för gång och cykel samt införa olika trafiksäkerhetshöjande åtgärder för denna grupp, vilket i sin tur minskar trafiksäkerhetsrisken.
- Resor med icke-motoriserade trafikslag är ofta kortare än med motoriserade. En gångresa kan ersätta en längre bilresa genom att målpunkten för ärendet ändras. Boende i kollektivtrafikorienterade områden tenderar att resa mindre då de har bättre tillgänglighet till önskade aktiviteter.
- För särskilda grupper kan dock överflyttningen innebära en ökad olycksrisk. Detta gäller riskgrupper såsom barn och äldre. Vuxna har i regel lägre risk.

Litman (2010) drar slutsatsen att förbättrad kollektivtrafik och en planering för att främja kollektivtrafiken kan öka säkerheten och tryggheten, särskilt då förbättringar av trafiksäkerheten för gående och cyklister genomförs samtidigt.

En kollektivtrafikorienterad planering av våra städer kan öka trafiksäkerheten. I kollektivtrafikorienterade områden med tätare bebyggelsestruktur, där de boende kör mindre bil, är olycksriskerna lägre än i mer bilorienterade områden. Ewing et al (2003a) rankade 240 städer i USA efter ett *sprawl index* baserat på bebyggelsens densitet, blandning och mångfald. Deras analyser visar att de tio städerna med lägst index (med tätare och mer blandad bebyggelsestruktur) hade en fjärdedel av dödstaten jämfört med de tio städerna med högst index.

Även om *olyckstalen* i regel är större i tätare områden på grund av fler interaktioner, är olyckornas allvarlighet och därmed *dödstaten* högre i glesare områden på grund av högre hastigheter och längre insatstider för räddningstjänsten. Litman & Fizroy (2006) menar att eftersom kollektivtrafikanvändningen är högre i tätare områden, är kollektivtrafiken förenad med högre olyckstal (mindre kol-

lisioner med egendomsskador snarare är personskador) men lägre grad av olyckor med dödlig utgång och allvarliga skador som följd.

Ökad kollektivtrafikanvändning och ett bättre utbud av kollektivtrafik betyder fler tunga fordon i städer. Tunga fordon (lastbil, buss) är oftare inblandade i allvarliga olyckor än bilar. Kollektivtrafik har också högre olycksfall per fordonskilometer (fkm) än bilar. Utifrån statistik från Göteborg kan konstateras att bussen har cirka 4 gånger högre risk att skada andra trafikanter per fordonskilometer jämfört med personbilen, och att spårvagnen har ungefär 50 gånger högre risk (Hedelin mfl 2002). Men siffrorna per fkm ger inte hela bilden. Studier av Kenworthy & Laube (2000), som har gjort en jämförelse av statistik från olika städer i världen, visar att dödstalen per capita minskar med ökad kollektivtrafikanvändning.

## 2.3 Luftföroreningar

Luftförorening orsakar hälsoproblem, och en stor del av luftföroreningarna kommer från trafik (WHO 2005). Det är många faktorer som bidrar till ohälsa från trafik, t ex antal körda mil per invånare, utsläppsmängden från fordonen och exponeringen (hur många människor som vistas där utsläppen sker) (Zuurbier mfl 2010). Luftföroreningsutsläpp från motortrafik orsakar lika många fall av förtida död som trafikolyckor, men det är i första hand äldre personer som drabbas. I genomsnitt innebär en trafikolycka ca 40 års minskad förväntad livslängd, medan luftföroreningar orsakar ca 8 månaders förkortad livslängd (Rabl och de Nazelle, 2012).

Det är framförallt de lokala effekterna av kväveoxider, ozon och partiklar som påverkar hälsan (WHO 2005), och vägtransporter bidrar till stor del till halterna av dessa ämnen. Inom kollektivtrafik, kommer lokala utsläpp från bussar och dieseltåg. Även om eltåg och spårvagnar som inte drivs av förnybar energi kan ge upphov till luftföroreningar är emissionerna inte lokala och påverkar således inte hälsan i samma omfattning. Utsläpp från vägtransporter beror på vilka bränslen som används, elbilar, vätgas bussar och trådbussar ger inte upphov till några lokala utsläpp. Med en övergång från fossilbränsle till andra bränslen kommer framtidens bussfordonsflotta att ge upphov till lägre utsläpp jämfört med idag.

Hälsoeffekter på grund av luftföroreningar (från (kollektiv)trafik) orsakar dödsfall genom hjärt-kärlsjukdomar, cancer, luftvägssjukdomar, mm (WHO 2005). Det är svårt att bedöma hur mycket av de här negativa hälsoeffekterna som orsakas av utsläppen från just kollektivtrafiken. Det är också svårt att säga vilka ämnen som orsakar vilka hälsoeffekter och i vilken utsträckning, därför kan ett ämne används som indikator för hälsoeffekter från luftförorening (ExternE 2005). Det betyder att halten av PM10 (partiklar mindre än 10 $\mu$ m) eller NO<sub>2</sub> (kvävedioxid) (som beror på utsläpp, men också andra faktorer) kan används som indikator för att kunna förstå och skatta hur många dödsfall som orsakas av luftföroreningar totalt sett.

## 2.4 Trafikbuller

Trafikbuller ökar risken för högt blodtryck och störd blodcirkulation (t ex kärlkramp i hjärta och hjärtinfarkt) och ger störningseffekter som har en negativ effekt på hälsan (se studier refererade i Vägverket Publikation 2009:3 och WHO 2011). Trafikbuller kommer huvudsakligen från fordonets motor, kontakt med väg- eller spårbana och vindbruset kring fordonen. Bullernivåerna beror på motorfordon, gatu- /spårutformning, hastigheter, mm.

Negativa hälsoeffekter från kollektivtrafikbuller kommer från alla typer av kollektivtrafik; både busstrafik och spårbunden trafik. Tunga fordon har större inverkan på bullernivåer jämfört med lätta fordon, och en ökning av antalet fordonskilometer (fkm) för bussar bidrar således till en större bullerökning än liknande ökning av fordonskilometer för bil.

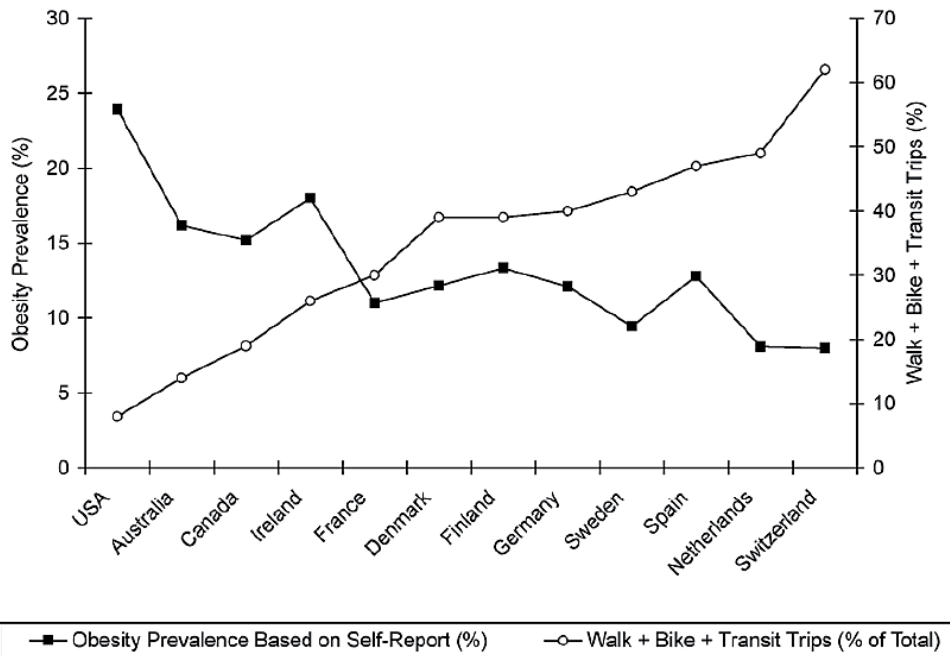
## 2.5 Fysisk aktivitet

Kollektivtrafiken bidrar till fysisk aktivitet genom att man går och cyklar i samband med kollektivtrafikresan. Fysisk aktivitet genom att gå eller cykla erbjuder stora vinster för samhället i form av förebyggande av övervikt och minskad risk för olika sjukdomar såsom hjärt- och kärlsjukdomar och högt blodtryck (se t ex Tudor-Locke et al, 2001; Wagner et al, 2001 och Vuori et al, 1994). Ökad fysisk aktivitet kan också reducera korttidsfrånvaro (Elvik, 1998) och fysisk *inaktivitet* förorsakar kostnader som är i samma storleksordning som cigarettrökningen (6,0 miljarder för år 2002) (Bolin & Lindgren, 2006).

Det finns ett tydligt samband mellan hur mycket människor rör på sig och risken att drabbas av övervikt och fetma. Ökad fysisk aktivitet förebygger övervikt och fetma, som ofta orsakas av alltför stillasittande livsstil. Övervikt och fetma påverkar i sin tur risken att drabbas av andra sjukdomar som diabetes, högt blodtryck, hjärt- och kärlsjukdomar, vissa cancersjukdomar och ledbesvär.

Invånare i länder med stor andel aktiv transport (här menat som hög andel gång och cykel, inklusive anslutningsresor till kollektivtrafik) har generellt mindre förekomst av fetma (Bassett et al, 2008; Forsyth et al, 2009). Det finns stora skillnader mellan Europa och USA där européer går betydligt mer än amerikaner (382 respektive 140 km per person och år) och även cyklar mer (188 respektive 40 km per person och år) (Bassett et al, 2008 – se även Figur 2-1).

Figur 2-1. Förekomst av övervikt ( $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) och andel aktiv transport (gång, cykel) i några länder i Europa, Nordamerika och Australien (Bassett et al, 2008).



Kollektivtrafikresenärer går eller cyklar mer än bilresenärer som leder till mer fysisk aktivitet för kollektivtrafikresenärer än bilresenärer och således positiva folkhälsoeffekter. Flera studier visar ökad gång och cykel i samband med kollektivtrafikresandet jämfört med bilresandet. Studier från USA visar att en genomsnittlig amerikan går cirka 6 minuter om dagen, medan kollektivtrafikresenärer går cirka 19 minuter om dagen (Besser och Dannerberg, 2005; Weinstein and Schimek, 2005), och att tågpendlare i genomsnitt går 30 % mer jämfört med bilpendlare (Wener och Evans, 2007). En australiensisk studie visar att kollektivtrafikresenärer spenderar i genomsnitt 41 minuter om dagen på att gå och cykla för transportändamål, vilket är fem gånger mer än de 8 minuter som bilanvändare spenderar (BusVic, 2010). En enkel kollektivtrafikresa genererar i genomsnitt 1 250 steg, men den mängden gångförflyttning som kollektivtrafiken genererar varierar beroende på typ av resenär (äldre tar färre steg, män tar fler) och typ av resa (arbets- och skolresor samt tågresor genererar fler steg) (Morency et al, 2011).

Inom den hälsorelaterade litteraturen finns flera studier som visar på samband mellan den byggda miljön, fysisk aktivitet och hälsa. Till exempel visar Owen et al (2004), King et al (2005) och Suminiski et al (2005) att bättre utformning av utemiljöer är ett effektivt sätt att främja hälsa genom att de främjar gång. Relativt lite sådan forskning finns inom transportområdet, särskilt med tydlig koppling till kollektivtrafiken. Ett undantag är en studie av Todd Litman som drar slutsatsen att satsningar på kollektivtrafik kan vara en av de mest kostnadseffektiva åtgärdssatsningar för folkhälsan (Litman, 2010).

Studierna som beskrivits ovan kan genomföras på olika sätt. Det finns flera studier som undersöker skillnader mellan områden med god och dålig kollektivtrafikförsörjning och drar slutsatser utifrån detta. Frank et al (2006) menar att boende i områden med mer och bättre kollektivtrafik går signifikant mer, och kör mindre bil, än boende i mer bilorienterade områden. Även Ohland och



Poticha (2007) visar liknande resultat; boende i områden med bra kollektivtrafik äger i genomsnitt hälften så många bilar, kör hälften så många mil, går och cyklar fyra gånger så mycket och använder kollektivtrafik tio gånger så mycket, jämfört med boende i mer bilorienterade områden. Samtidigt är påvisade skillnader mellan områdena *delvis* ett resultat av självvalda beteenden där människor som föredrar att, eller av olika skäl måste, använda bil väljer att bosätta sig i bilorienterade områden och vice versa – dock är samhällets insatser för att främja kollektivtrafiken genom planeringen av bebyggelse och infrastruktur fortfarande av stor betydelse. Uppskattningsvis 20 % kan förklaras av självvalda beteenden (Cervero, 2007).

Tack vare hälsoeffekten från fysisk aktivitet är en överflyttning från bil till cykling mycket positiv även när man räknar bort hälsoförlusten orsakad av ökad utsatthet för luftföroreningar och ökad risk för inblandning i trafikolyckor (de Hartog et al, 2010; Rabl & de Nazelle, 2012). Hälsoeffekterna av en övergång från bil till kollektivtrafik innebär dock kortare sträckor och mindre positiva effekter från fysisk aktivitet än en övergång från bil till cykel, men hittills finns det inga studier av en överflyttning till kollektivtrafik.

## 2.6 Psykisk hälsa och välbefinnande

Det finns få studier om effekter av kopplingar mellan transportmedel och psykisk hälsa och välbefinnande, vilket innebär att det finns för få studier för att skatta ett kvantitativt värde av psykiska hälsoeffekter av att åka kollektivtrafik.

Pendling kan visa negativa hälsoeffekter (Hanson et al, 2011), men det kan bero på hur långt man pendlar, och stressnivåer kan variera med färdmedel, (upplevd) tillförlitlighet, mm (Evans et al, 2002; Gaterslebben & Uzzell, 2007; Wener & Evans, 2011). Det är inte självklart om det innebär mer stress att åka kollektivt eller med bil, men kortare avstånd och ökad tillförlitlighet för pendlare till fots eller med cykel visar mindre stress (Gatersleben & Uzzell, 2007). En studie från Sverige visar också att långpendling (>30km) kan ha effekter på hälsan, och att stressen ökar om man åker med kollektivtrafik jämfört med bil eftersom flexibilitet, restid och bekvämlighet blir sämre (faktorer som är särskilt viktiga för långpendlare). Långpendling innebär flera negativa sociala effekter även om den brukar vara kopplad till högre lön och bättre ekonomisk situation (Sandow, 2011).

Upplevd tillförlitlighet är kopplad till känsla av kontroll som ger ökad trygghet och minskad stress. Att åka bil kan minska stressnivån genom att öka känslan av kontroll jämfört med att åka kollektivt (Ellaway et al, 2003). Känslan av kontroll tas upp också i en annan studie från Storbritannien, som handlar om effekten av överbeläggning i kollektivtrafiken på resenärernas stressnivå. Studien visar att överbeläggning i sig själv inte är det största problemet, men att känslan av tappa kontroll kan öka stressen (Cox et al, 2006). Detta pekar på att själva valet mellan bil eller kollektivtrafik inte påverkar stressnivån. Det är istället andra faktorer som spelar in, till exempel kulturella faktorer (t ex om att åka kollektivt är bara för folk utan medel för att köpa bil), upplevd trygghet och pålitlighet, och utbudet av kollektivtrafik samt biltrafik, mm.

## 2.7 Värdering av hälsa

### **Vad är hälsa?**

Det finns olika synsätt på vad hälsa är. Kristenson (2005) förenklar denna diskussion genom att beskriva två perspektiv: ett sjukdomsorienterat och ett holistiskt perspektiv. Det sjukdomsorienterade perspektivet definierar hälsa som frånvaro av sjukdom och att en människa är vid hälsa då hennes kropp och själ fungerar utifrån det statistiskt normala. De holistiska perspektiven beskriver hälsa som ett tillstånd där individen har "en repertoar av nödvändiga resurser" och att hälsa är relaterat till i vilken utsträckning individen "under standardomständigheter kan förverkliga sina vitala mål". Man talar också om hälsa och sjukdom (dysfunktion) som två skilda dimensioner, till exempel kan två individer med samma sjukdom uppleva varierande grad av egenupplevd hälsa eller välbefinnande. Det är dessa två dimensioner som vi också finner i WHO:s hälsodefinition från 1946:

*"Hälsa är ett tillstånd av fullständigt fysiskt, psykiskt och socialt välbefinnande och inte enbart frånvaro av sjukdom"*

### **Vad är tillräcklig fysisk aktivitet?**

Hälsovinster av kollektivtrafiksatsningar i USA har studerats av Litman (2010) med slutsatsen att satsningar på kollektivtrafik kan vara en av de mest kostnadseffektiva åtgärdssatsningarna för folkhälsan. Litman ger en översikt av olika hälsovinster av kollektivtrafiken samt föreslår en enkel metod för att bedöma dessa hälsovinster - en högst relevant utgångspunkt för utvecklingsarbetet inom detta projekt. Det handlar om hälsovinster kopplade till trafiksäkerhet, avgasemissioner, fysisk aktivitet, psykisk hälsa och välbefinnande samt jämlikhetsaspekter i form av fysiska och ekonomiska möjligheter till tillgänglighet (Litman, 2010).

De senaste 15 åren har omfattande och vetenskapligt övertygande bevis lagts fram om de positiva effekterna på hälsan av fysisk aktivitet (se till exempel refererade studier i denna rapport). Även dokumentationen av hur inaktivitet bidrar till de stora folksjukdomarnas utveckling har stärkts. En stor del av den hälsorelaterade litteraturen är dock amerikansk och australiensisk och det är viktigt att detta översätts till svenska förhållanden när hälsoeffekter av kollektivtrafiksatsningar i Sverige ska skattas. Beräkningar och metodrekommendation bör alltså baseras på de generella effekterna av fysisk aktivitet som anses gälla för svenska förhållanden och här kan FYSS (2008) användas. FYSS (2008) ger sammanfattningsvis följande rekommendation kring fysisk aktivitet:

*"Alla individer bör, helst varje dag, vara fysiskt aktiva i sammanlagt minst 30 minuter. Intensiteten bör vara åtminstone måttlig, till exempel rask promenad. Ytterligare hälsoeffekt kan erhållas om man utöver detta ökar den dagliga mängden eller intensiteten."*

### **Vilka hälsomått används?**

Ett centralt mått vid skattning av hälsoeffekter är förlorade levnadsår. I Vägverket Publikation (2009:3) används DALY (disability adjusted life) som ett mått på "sjukdoms- och skadebördan" enligt följande definition:



- DALY (disability adjusted life) = YLL + YLD
- YLL (years of life lost) är produkten av genomsnittligt antal förlorade levnadsår och antalet individer som dött
- YLD (year of life with disability) är produkten av genomsnittligt antal levnadsår med skada/invaliditet och antalet individer som skadats/invalidiserats

DALY är ett mått som utvecklats av WHO och Världsbanken under 1990-talet. Det sammanfattar antalet hälsosamma år som förloras pga. sjuklighet och dödlighet under ett år i en specifik befolkning jämfört med antalet hälsosamma levnadsår som denna befolkning kunnat ha om den haft samma livslängd och hälsoliv som ett land med optimal hälsa. Optimal hälsa baseras på det land som har den längsta livslängden (Japan). Hög DALY per person innebär sämre hälsa i en befolkning än låg DALY.

DALY är ett av flera mått för health-adjusted life years (HALY) som ger ett mått för både morbiditet och mortalitet. Quality-adjusted life years (QALY) är ett annat mått som används för att representera sjukdoms- och skadebördan. Det har utvecklats under 1960-talet som ett sätt att värdera kostnadseffektivitet av sjukvård och inkluderar även positiva effekter från livskvalitet. DALY har dessutom utvecklats för att försöka representera resultaten från epidemiologiska studier på ett objektivt sätt för att kunna förenkla tolkningen av siffrorna. Det finns diskussioner om praktiska och etiska problem med HALY, men de ger ett bra sätt att kunna sammanställa mycket information från epidemiologiska studier i ett mått (Gold et al 2002).

### ***Hur översätts hälsomått till monetära termer?***

Det finns flera ekonomiska värden kopplade till hälsoeffekter. WHO (2008) skattar effekter av olika transportrelaterade hälsoeffekter i flera ekonomiska värden: sjukvårdskostnader; produktionsbortfall; sjukskrivningskostnader; och svårgräpbara kostnader och minskad konsumtion. För att kunna skatta de här kostnaderna, måste alla hälsoeffekter kunna relateras direkt till en eller flera sjukdomar, och hur mycket just den hälsoeffekten bidrar till den sjukdomen. Till exempel hur mycket luftföroreningen bidrar till hjärtinfarkt och andra sjukdomar. De här siffrorna finns inte för Sverige.

Ett annat sätt att skatta hälsoeffekter är att värdera liv på något ekonomiskt sätt, och från en skattning av antal dödsfall orsakade av till exempel luftföroreningar från trafik, skatta hur mycket dödsfallen "kostar" samhället. Det finns olika mått för att kunna skatta värden av hälsoeffekter i monetära termer:

- VSL (value of statistical life) är ett statistiskt mått av hur mycket ett liv är värt. Värdet skattas utifrån studier av betalningsviljan. Används inom Health Economic Assessment Tool (HEAT, WHO (2008)) och Cykalk (Trafikverket 2008) för värdering av sparade liv från ökad fysisk aktivitet.
- Olycksvärden är ett statistiskt mått av kostnaden för en genomsnittlig olycka. ASEK (SIKA 2009) rekommenderar: 22 321 000 kr för varje dödsfall och 4 147 000kr för varje svårt skadade (2006 års penningvärde). Det här är liknande VPF (value of prevented fatality) som används

vid värdering av dödlighet. Måtten används för värdering av dödliga olyckor i Rabl & de Nazelle (2012).

- VOLY (value of a life year) används vid värdering av dödlighet. Måttet används i Sverige för värdering relaterad till luftföroreningar av SIKÅ (2009). Rabl & de Nazelle (2012) använder det för värdering av dödlighet relaterad till luftföroreningar och fysisk aktivitet.

I Sverige är VSL värderat utifrån samma värden som en dödlig olycka (SIKÅ 2009). För luftföroreningar baseras värderingen av dödlighet i termer av förväntad livslängd där värdet av ett levnadsår (VOLY) är baserat på VSL, men inget penningvärde finns för VOLY. Ett EU-värde för VOLY är 40 000€ (2006 års penningvärde; 370 000 kr) (Desaigues et al, 2011). Värdet av en förhindrad dödsolycka (VPF, VSL: 22 321 000 kr) är inte detsamma som värdet av VOLY (370 000 kr) beroende på dödsorsak. Detta beror på att en dödsolycka i trafiken i genomsnitt orsakar en förlust på en halv livslängd (omkring 40 år) medan flertalet dödsfall orsakade av exponering av luftföroreningar inträffar vid en högre ålder, dvs. färre förlorade antal levnadsår (mellan 8-12 månader vid genomsnittlig exponering i Europa och Nordamerika (Rabl & de Nazelle, 2012; Holland et al, 2005)). Men det finns också argument för att alla liv borde värderas med samma siffror, och att VSL också borde användas till värdering av dödsfall från luftförorening och buller (Naturvårdsverket, 2009).

VOLY och VSL ger ett sätt att jämföra flera hälsoeffekter med ett mått. Det kan dock vara lite svårt att förstå det här måttet på en praktisk nivå. Aktuella kostnader från sjukvård och produktionsbortfall kan vara enklare att förstå och kommunicera, men som redan beskrivits kan det vara svårt att förstå exakt vilka kostnader från vilka sjukdomar som är kopplade till transporters hälsoeffekter. Det finns dock studier som skattar möjliga sjukvårdskostnader i Sverige relaterade till fysisk inaktivitet (Moutakis & Persson, 2007) och olyckor (Maraste et al, 2008), samt skattning av kostnader relaterade till hjärtinfarkt (Lundqvist et al, 2012). De här studierna ger dock inte någon skattning av den genomsnittliga besparingen eller kostnaden per sparade respektive förlorat liv avseende sjukvårdskostnader.

I den här rapporten, använder vi samhällsekonomiska värden (VSL och VOLY) som ett sätt att kunna jämföra olika hälsoeffekter i monetära termer. Olyckor och fysisk aktivitet värderas med VSL, och luftföroreningar och buller med VOLY (efter SIKÅ, 2009; Trafikverket, 2008; och WHO, 2008). Det finns dessutom ingen schablonmässig metod för hur sparade eller förlorade liv ska skattas i ekonomiska termer i Sverige, och inga standardvärde för DALY.

## 3. Skattning av hälsoeffekter

---

I det här avsnittet beskrivs hur man kan skatta hälsoeffekter från de fyra områden som diskuterats ovan: olyckor, buller, luftförorening och fysisk aktivitet, och hur skattning av DALY och ekonomiska kostnader görs (se avsnitt 2.7). Beskrivningen inkluderar vilken ingående data som behövs, processen för att komma fram till ett hälsomått, samt begränsningarna i metoden. I kapitel 4, tillämpas metoden på kollektivtrafikens fördubblingsprojekt.

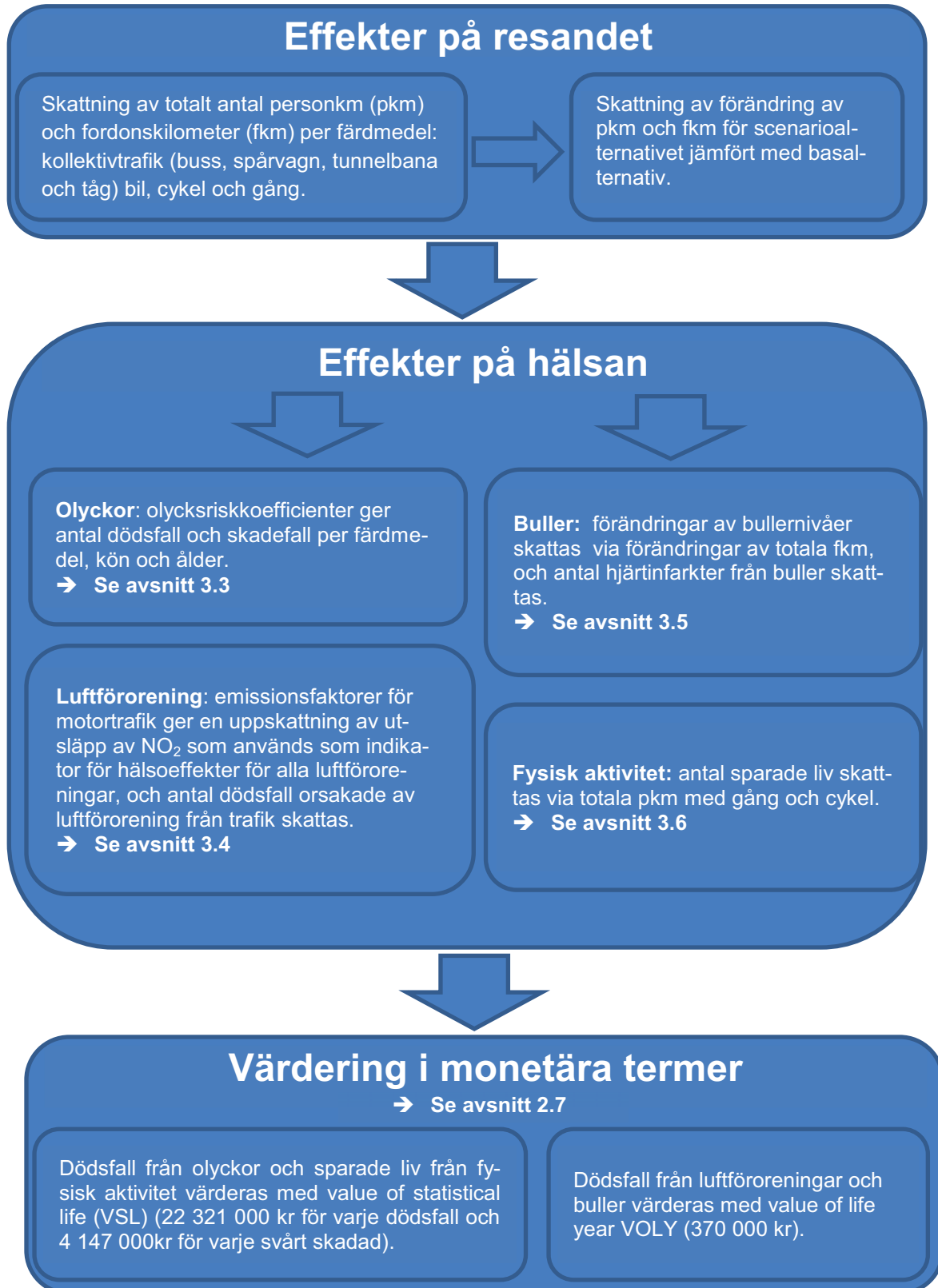
Metoden som utvecklats skattar inte bara statiskt hälsoeffekter från kollektivtrafik, utan tar även hänsyn till förändringen i färdmedelsfördelning. Vid en skattning av förändringen av kollektivtrafikresandet, är det viktigt att ta med alla färdmedlen eftersom det finns stora skillnader i totala hälsoeffekter om det nya kollektivtrafikresandet kommer från bil eller från gång och cykel.

### 3.1 Översikt av metoden

Metoden för skattning av hälsoeffekter består av tre steg (följande Litman, 2010):

1. Skattning av effekter på resandet.
2. Skattning av effekter på hälsan med avseende på olyckor, luftförorening, buller och fysisk aktivitet.
3. Värdering av hälsoeffekter i monetära termer.

Processen för skattning av hälsoeffekter från kollektivtrafik beskrivs i mer detalj i det här kapitlet, med en översikt av metoden i Figur 3-1.



Figur 3-1 Översikt av metoden för skattning av hälsoeffekter från kollektivtrafik. Alla etapper beskrivs i mer detalj i det här kapitlet och tillämpas till kollektivtrafikens fördubblingsprojektet i nästa kapitel.

## 3.2 Effekter från resandet

En skattning av totalt antal personkilometer (pkm) kan tas från den nationella RVU (RES 05/06) för kollektiva färdmedel (buss, tåg, spårvagn och tunnelbana), bil, gång respektive cykelresor.

Fordonskilometer (fkm) kan skattas med hjälp av siffror på medelbeläggning (fordonskm = pkm/medelbeläggning). Om siffror för medelbeläggning inte är tillgängliga, kan de estimeras från totalt antal utbudskilometer för olika trafikslag (Trafikanalys 2012), genomsnittliga antal sittplatser i olika trafikslag och totala pkm för olika trafikslag<sup>1</sup>.

## 3.3 Skattning hälsoeffekter av trafikolyckor

Vi följer metoden från de Hartog et al (2010) som använder olycksdata för skattning av hälsoeffekter. Olycksdata från Sverige tas från en studie i Sverige där ett kalkylblad för riskkoefficienter har utvecklats baserat på data från STRADA och den nationella resvanundersökningen 2005-2006 (Larsson et al, 2009).

### **Ingångsdata:**

- Personkilometer (pkm) per färd sätt, indelat efter kön och ålder för bil, gång, cykel, buss och tåg inklusive anslutningsresor med cykel och till fots till kollektivtrafik och bil.
- Förväntad livslängd för män och kvinnor
- VSL (value of statistical life)

### **Metod för skattning av hälsoeffekter**

Hälsoeffekter kommer från antal dödsfall och svårt skadade i trafiken. Historiska olycksdata ger riskkoefficienter för olika resenärer som kan används för skattning av antal dödsfall och svårt skadade baserat på data om totala pkm för olika färdmedel, kön och åldersgrupper.

Ett verktyg har utvecklats där riskkoefficienter har samlats baserat på statistisk analys av olycksdata i Sverige. Verktöget ger antal dödsfall, svårt skadade och lindrigt skadade från olika transportfärdmedel, kön och åldern. Verktöget finns tillgängligt på Trafikverkets websida<sup>2</sup>:

[http://www.trafikverket.se/Privat/Trafiksakerhet/Vart-  
trafiksakerhetsarbete/Skyltfonden/Projekt/Slutforda-projekt/Vagen--  
Trafikmiljon/Vagen-och-trafikmiljon/Riskmatt-for-hela-resor-i-trafiken/](http://www.trafikverket.se/Privat/Trafiksakerhet/Vart-trafiksakerhetsarbete/Skyltfonden/Projekt/Slutforda-projekt/Vagen--Trafikmiljon/Vagen-och-trafikmiljon/Riskmatt-for-hela-resor-i-trafiken/)

<sup>1</sup> Medelbeläggning per färdmedel = pkm per färdmedel / totala utbud sittplatser per färdmedel = pkm per färdmedel / (genomsnittliga antal sittplatser per färdmedel\*utbudskm per färdmedel).

<sup>2</sup> Tillgänglig 2012-06-09

### **Skattning av DALY**

Förväntad livslängd i Sverige var år 2006 78,7 år för män respektive 83 år för kvinnor (UN 2007).

$$DALY = YLL + YLD$$

YLL = years life lost = totalt antal år som inte levts till följd av trafikolyckor

$$YLL = \sum_{i,k} (E^k - \bar{a}_i) * x_i^k$$

$E^k$  = förväntad livslängd för kön  $k$

$\bar{a}_i$  = medelåldern i åldersgrupp  $i$

$x_i^k$  = antal dödsfall i åldersgrupp  $i$  med kön  $k$

$k$  = kön

$i$  = åldersgrupp (e.g. 6-14; 15-24;...)

YLD = years of life with disability = totalt antal år som levts med skador orsakade av trafikolyckor

$$YLD = \sum_{i,k} (E^k - \bar{a}_i) * DW * y_i^k$$

$E^k$  = förväntad livslängd för kön  $k$

$\bar{a}_i$  = medelåldern i åldersgrupp  $i$

$DW$  = disability weight

$y_i^k$  = antal svårt skadade i åldersgrupp  $i$  med kön  $k$

$k$  = kön

$i$  = åldersgrupp (e.g. 6-14; 15-24;...)

### **Skattning av ekonomisk kostnad**

Den ekonomiska kostnaden orsakad av olyckor räknas i 2006 års penningvärde (SIKA 2009):

- 22 321 000 kr för varje dödsfall
- 4 147 000kr för varje svårt skadad

Total ekonomisk kostnad = kostnad per dödsfall\* antal dödsfall+ kostnad per svårt skadade\*antal svårt skadade

### **Begränsningar av metoden**

Det finns många brister i olycksstatistiken. Det finns inte tillräckligt med information om ej rapporterade olyckor, och det är väldigt svårt att skatta risk från existerande statistik eftersom trafikolyckor är sällsynta händelser. Riskkoefficienter och antal dödade och svårt skadade baserad på dem är osäkra. Riks-

måtten som föreslås här har flera kategorier där risk kan inte skattas på grund av brist i information.

Riskkoefficienterna som används är baserad på statistik från 2005-2006 vilket innebär att koefficienterna baserats på de förutsättningar som rådde då och därmed inte inkluderar vad som händer om färdmedelsandelarna ändras, eller om hastigheter på vägarna sänks etc. Tidigare studier visar till exempel, att risken att drabbas av en olycka för cyklister och fotgängare minskar med stigande antal cyklister och fotgängare (safety in numbers: Elvik, 2009; Jacobsen, 2003; Hydén et al 1998; Ekman, 1996). Det är också möjligt att flera stora fordon i stadsmiljö med ökad kollektivtrafik (buss och spårvagnar) kan höja antalet svårt skadade.

### 3.4 Skattning hälsoeffekten av exponering av luftföroreningar

Det är ganska okomplicerat att beräkna utsläpp av luftförorening med hjälp av fordonsparksdata. Dock beror inte hälsoeffekterna från luftförorening på mängden utsläpp (mäts i vikt, kg), utan på halten av luftförorening (mäts i miljondels gram per kvadrat meter,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Utsläppsmängden beror på trafikmängder och fordonspark, men halten beror på gatuutformning, väder, kemi *och* utsläpp. För att kunna göra exakta prognoser om framtida luftföroreningshalter behövs prognoser av utsläpp per gata tillsammans med väderprognoser och kemiska reaktioner, men det finns stora osäkerheter i dessa prognoser.

Om det är möjligt att använda nationella modeller för att beräkna andelen av den svenska befolkningen som är exponerad för luftföroreningar, kan man använda dessa data till att skatta hälsoeffekterna följande metod från WHO (2008). Att använda en sådan modell är alltför omfattande för den här studien, och därför skattas hälsoeffekterna av luftföroreningar via existerande studier.

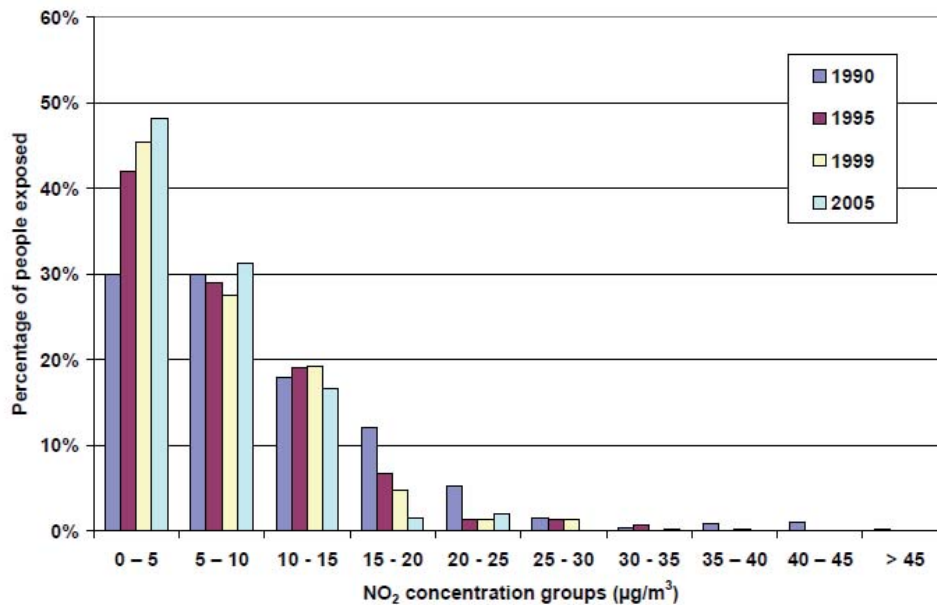
Andelen av befolkning som är exponerad för en hög halt av  $\text{NO}_2$  kan användas som indikator för hälsoeffekter från luftföroreningar (Forsberg & Sjöberg, 2005). Det är svårt att beräkna hälsoeffekterna av individuella kemiska föreningar, men vissa kemiska föreningar kan användas som indikator för den totala hälsoeffekten av luftförorening (ExternE, 2005). Den största delen utsläpp av  $\text{NO}_x$  kommer från den förbränningen av fossilt bränsle<sup>3</sup>, som i Sverige till stor del kommer från trafik (45 % av  $\text{NO}_x$  från transport och 27 % från persontrafik år 2009 (EEA 2010)).

Om vi har en bedömning om hur stor förändringen i utsläpp av  $\text{NO}_x$  från fordonsparken bli, vill vi veta hur mycket det här påverkar halten av  $\text{NO}_2$ , och utifrån det kunna bedöma hälsoeffekterna av förändringen. Det här kan ge oss en bedömning av hälsoeffekterna av luftföroreningar i enlighet med Forsberg & Sjöberg (2005).

<sup>3</sup>  $\text{NO}_2$  tillhör en samling av kemiska föreningar som heter  $\text{NO}_x$ . Kopplingen mellan halten av  $\text{NO}_2$  och halten av  $\text{NO}_x$  beror på kemiska reaktioner.

Halten av  $\text{NO}_2$  är kopplad till utsläpp av  $\text{NO}_x$  (Naturvårdsverket 2005), men en exakt koppling mellan utsläpp av  $\text{NO}_x$  och halt av  $\text{NO}_2$  finns inte, utan mer information, som är nästan omöjlig att beräkna med den noggrannhet som behövs (väder, kemiska reaktioner, gatuutformning osv)<sup>4</sup>.

Istället för att göra en beräkning om framtida nivåer, estimerar vi nivåer av  $\text{NO}_2$ -halter beroende på utsläpp av  $\text{NO}_x$ . Vi antar att utsläppen av  $\text{NO}_x$  ( $NU$ ) är proportionell till halten av  $\text{NO}_2$  ( $NH$ ), men att dimensioneringen är okänd. Om  $NU$  stiger/minskar, så stiger/minskar  $NH$ . Även antalet människor som exponeras för luftförorening stiger/minskar.



Figur 3-2 Befolkning åren 1990, 1995, 1999 och 2005 som exponerats av  $\text{NO}_2$  under 10 exponeringskategorier. Det finns en tendens att befolkningen blir mindre exponerad (blir flera i lägre exponeringskategorier) år 2005 jämfört med 1990. Figuren är reproducerad från Sjöberg et al (2007).

Statistik över exponering av  $\text{NO}_2$  i Sverige finns för åren 1990, 1995, 1999 och 2005 (se Figur 3-2). Under perioden 1990-2005, har utsläppen från kväveoxider minskat i Sverige (EEA 2010). Under samma period har halten av kvävedioxid också minskat och befolkning i olika ”exponeringskategorier” har ändrats, med en tendens att fler lever med lägre exponering år 2005 jämfört med 1990 (Figur 3-2 reproducerad från Sjöberg et al 2007).

<sup>4</sup>  $\text{NO}_x$  (kväveoxider) innebär  $\text{NO}_2$  (kvävedioxid) och  $\text{NO}$  (kvävemoxid). Kvävemoxid kombineras med  $\text{O}_3$  (ozon) och utgör tillsammans  $\text{NO}_2$ . Utsläppen av  $\text{NO}_x$  är av större betydelse än utsläppen av  $\text{NO}_2$  för  $\text{NO}_2$ -halten.



Tabell 3-1 Antal invånare i Sverige i olika exponeringskategorier av NO<sub>2</sub> µg/m<sup>3</sup> år 2005. Skäl: Sjöberg et al (2007).

Exponeringskategori (µg/m <sup>3</sup> )	Befolkning (år 2005)	Population weighted annual mean
0-5	4287400	2,7
5-10	2789200	7,2
10-15	1487000	12,0
15-20	136700	16,6
20-25	176100	21,6
25-30	10600	28,5
30-35	12700	33,3
>35	0	n/a

### ***Ingångsdata***

För skattningen av hälsoeffekter av luftföroreningar:

- Fordonskilometer per färdmedel: bil, buss, järnväg
- Emissionsfaktorer av NO<sub>x</sub> för bil, buss, järnväg (data finns hos trafikverket, inklusive prognoser för framtidens fordonsflotta)
- Andel dieseltåg i tågfordonsflottan
- Befolkning i olika exponeringskategorier för NO<sub>2</sub> (data finns inte för alla år, så data måste vara från närmaste år)
- Totalt utsläpp av NO<sub>x</sub> under samma år som data finns för befolkning i exponeringskategorierna för NO<sub>2</sub>
- Antal dödsfall per 100 000 invånare i Sverige
- VOLY i Sverige

### ***Metod för skattning av hälsoeffekter:***

Som tidigare nämnts beror inte hälsoeffekterna på utsläppen av NO<sub>x</sub>, utan på halterna av NO<sub>2</sub>. För att kunna skatta hälsoeffekterna, måste vi ha en idé om hur många människor som är exponerade för olika halter (genom exponeringskategorier). En tabell som Tabell 3-1 måste tas fram. Vi antar att halten av NO<sub>2</sub> är påverkad av utsläppen av NO<sub>x</sub>, och fördelningen av antalet exponerade är densamma som i Figur 3-2. Följande steg tas:

1. Kalkylera utsläpp av NO<sub>x</sub> baserad på fkm av olika trafikslag och emissionsfaktorer för NO<sub>x</sub>

2. Kalkylera hur mycket utsläppen har förändrats sedan 2005:  $-x\%$ <sup>5</sup>
3. Kalkylera nya befolkningsmängder i de olika haltkategorierna utifrån följande regel:

befolkningsmängd i kategori  $k = (\text{befolkningsmängd år 2005} + \text{befolkningsmängd i kategori } k+1 \text{ år 2006} - \text{befolkningsmängd i kategori } k+1 \text{ år av studie } (1-x) \cdot (1-x))$

Till exempel, om  $x=5\%$

Befolkningsmängd i kategori 30-35 =  $12700 \cdot 0,95 + 0 = 12065$

Befolkningsmängd i kategori 25-30 =  $(10600 + 12700 - 12065) \cdot 0,95$

Kalkylera nytt befolkningsviktat haltmedelvärde för varje exponeringskategori (kolumn 3 i Tabell 3-1). Uppgifterna i Sjöberg et al (2007) kommer från data som vi inte har tillgång till. De här siffrorna måste också skattas, och eftersom det finns en stor osäkerhet här, är det värt att använda mer än en metod:

a. Metod A

Genomsnittliga haltvärden (kolumn 3 i Tabell 3-1) över alla exponeringskategorier ändras lika mycket som andelen utsläpp ändras från 2005 värden (den trenden syns i åren 1990-2005). På det sättet, kan möjliga medelvärden i alla kategorier tas fram.

b. Metod B

Samma värden som år 2005 används (kolumn 3 i Tabell 3-1).

4. Kalkylera antal dödsfall orsakade av luftförorening enligt metod från Forsberg et al (2005). I metoden antas att mortalitet ökar med 13% för varje  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  när halten är över  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
5. Kalkylera antal dödsfall orsakad av trafik (vi antar att 27% av det totala utsläppet av  $\text{NO}_x$  kommer från persontrafik, och sedan att 27% av halten av  $\text{NO}_2$  kommer från persontrafik<sup>6</sup>)

### Skattning av DALY

I genomsnitt förkortas livslängden med ungefär 8-12 månader (Rabl & de Nazelle, 2012; Holland et al, 2005). Vi använder här 10 månader. Antal förloade år (YLL) på grund av dödsfall orsakade av luftförorening:

$$\text{YLL} = \text{antal dödsfall} \cdot 0,83$$

Metoden skattar inte dödlighet orsakad av luftföroreningar, vilket innebär att det inte finns någon siffra för YLD. Därmed,  $\text{DALY} = \text{YLL}$ .

<sup>5</sup> Det är möjligt att utsläppen har ökat, men det skulle vara starkt emot trenderna för emissioner.

<sup>6</sup> Persontrafik: 'passenger cars', 'light duty vehicles', 20% av 'heavy duty vehicles' (bussar), 'mopeds & motorcycles', 'railway'. Från: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/emissions-nec-directive-viewer>

### **Skattning av ekonomisk kostnad**

Varje dödsfall översätts till ekonomiska termer via VOLY (se avsnitt 2.7). En VOLY är värd 370 000 kr. Total hälsokostnad orsakad av luftföroreningar är 370 000\*antal dödsfall från luftföroreningar.

### **Begränsningar av metoden**

Det är väldigt svårt att föreslå en enkel metod för skattning av hälsoeffekter från luftföroreningar. Den första bristen är att utsläpp som mäts från fordon inte är direkt kopplad till halten av ämnena i luften eller befolkningens exponering. Det finns många faktorer som påverkar befolkningens exponering för luftföroreningar. Det bästa sättet att kunna skatta hur stor andel av befolkningen i Sverige som exponeras för olika halter av föroreningar är att använda stora modelleringsverktyg.

Även om vi skulle veta den direkta kopplingen mellan utsläpp och halter är den bakomliggande distribution av befolkningen i de olika exponeringskategorierna okänd. Detta gör att vi inte vet hur kategorierna förändras med en förändrad halt. Vi har tagit fram en möjlig metod som skattar befolkningens mängd i nya kategorier, men mer data skulle behövas för ett bättre sätt att skatta både befolkningen i exponeringskategorierna och det genomsnittliga haltvärdet för olika exponeringskategorier.

Samtidigt, är hälsoeffekterna av luftföroreningar väldigt små jämfört med effekterna från fysisk aktivitet och olyckor (se vidare avsnitt Skattning av effekter på hälsan 4.4-4.6). Värdet av att beräkna hälsoeffekter från luftförorening med så mycket osäkerhet tas upp i kapitel 5.

## **3.5 Skattning hälsoeffekter av trafikbuller**

Epidemiologiska studier visar hur bullernivåer kan påverka risken för hjärtinfarkt. WHO (2011) har utvecklat en metod för skattning av antal hjärtinfarkter (dödliga och icke dödliga) orsakade av trafikbuller.

### **Ingångsdata**

- Fordonskilometer per färdmedel: bil, buss, järnväg
- Befolkningsmängd i olika exponeringskategorier för buller
- Antal dödsfall per 100 000 invånare i Sverige
- Befolkning i olika bullerexponeringskategorier i Sverige under  $L_{den}$ <sup>7</sup> eller  $L_{day,16h}$
- Ändring av bullernivåer
- VOLY i Sverige

<sup>7</sup>  $L_{den}$ : genomsnittlig bullernivå day-evening-night.

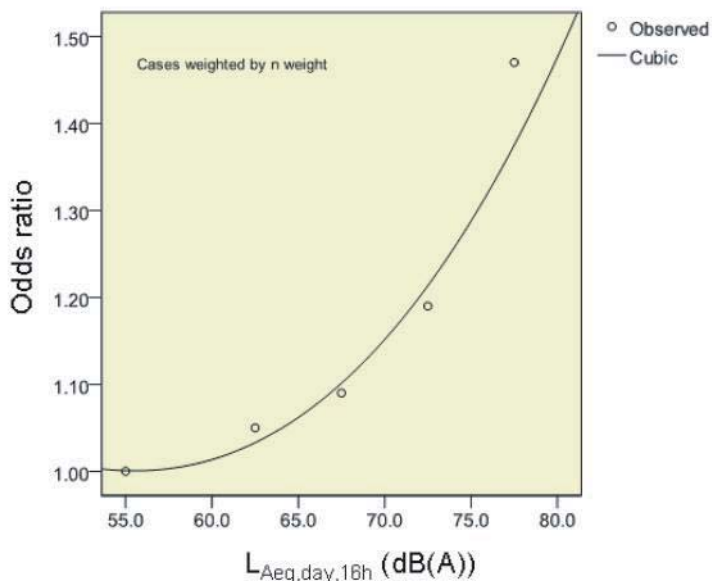
### Metod för skattning av hälsoeffekter:

Enligt följande metod från WHO (2011, kapitel 2), är antalet hjärtinfarkter relaterade till bullernivåer enligt ekvationen (se Figur 3-3 för grafisk illustration):

$$OR = 1,63 - 0,000613 * (L_{\text{day},16h})^2 + 0,00000736 * (L_{\text{day},16h})^3$$

OR = Odds Ratio

$L_{\text{day},16h}$  = ekvivalent ljudnivå för en genomsnittlig dag 07:00-23:00



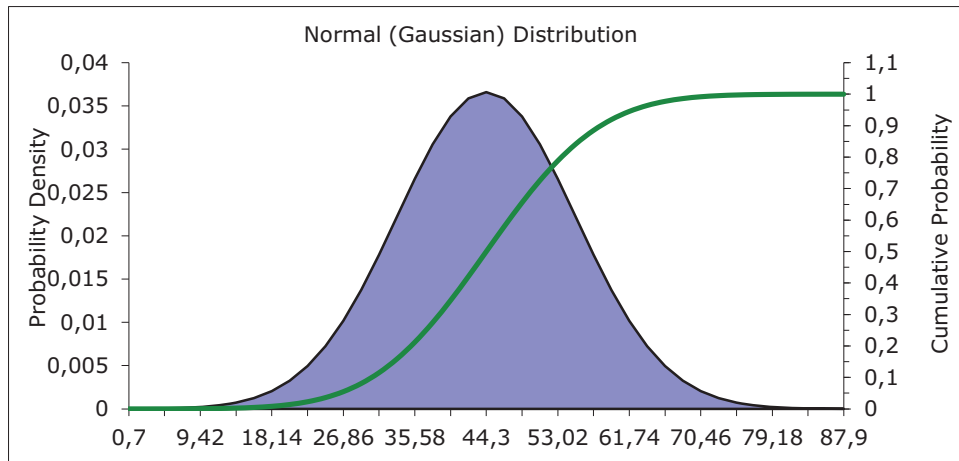
Figur 3-3 Relation mellan buller nivå och "odds ratio" för hjärtinfarkt. Figur från Babisch (2008), och reproducerad i WHO (2011).

De steg som måste tas för att skatta hjärtinfarkter orsakade av buller är:

1. Ta fram data om ljudnivåer och antal befolkning i olika exponeringskategorier av trafikbuller för ett basår (till exempel 2006). Data från 2006 kan tas till exempel från <http://cdr.eionet.europa.eu/se/eu/colr2l5qg/envr2pina/overview> (Sveriges rapportering till EU om bullernivåer).
2. Skatta det genomsnittliga värdet av  $L_{\text{den}}$  (eller  $L_{\text{day},16h}$ ) samt standardavvikelse med antagande om att exponeringskategorierna följer en normalfördelningskurva<sup>8</sup> (se Figur 3-4).
3. Skatta förändringen i bullernivåer med en ändring i antalet fordonkilometer för spår samt vägtrafik.
4. Justera genomsnittliga bullernivåer med ändring i buller från steg 3 (se Figur 3-4).
5. Kalkylera befolkningen i olika exponeringskategorier enligt normalfördelningskurva.

<sup>8</sup> Det finns inte mycket data för hur befolkning sprids för bullernivåer under 55dB, men data som finns visar troligen en normalfördelning.

6. Skatta antal hjärtinfarkter orsakade av buller enligt WHO 2011 (se sidor 24-26 för en exempelkalkyl). Antal hjärtinfarkter i Sverige tas från Socialstyrelsen<sup>9</sup>.



Figur 3-4 Exempel av befolkningsspridning över bullernivåer som följer en normalfördelning med  $\mu=44,3$  och  $\delta=10,9$ . Om bullernivåerna ökar med 1dB, ökar den genomsnittliga bullernivån, och  $\mu=45,3$ . Detta innebär att fler bor i befolkningskategorier med högre bullernivåer, enligt normalfördelningen.

### Skattning av DALY

$$DALY = YLL + YLD$$

YLL = antal dödsfall \* genomsnittligt antal år förlorade per dödsfall

YLD = antal icke dödliga hjärtinfarkter \* DW \* antal år med invaliditet från hjärtinfarkter

WHO (2011) tar  $DW^{10}=0,405$  och antar att antal år med invaliditet är 1 år per hjärtinfarkt.

### Skattning av ekonomisk kostnad

Varje dödsfall översätts till ekonomiska termer via VOLY (se avsnitt 2.7). En VOLY är värd 370 000 kr. Total hälsokostnad av buller är  $370\,000 \cdot$  antalet dödsfall från buller. Ekonomiskt värde för icke dödliga hjärtinfarkter värderas inte.

### Begränsningar av metoden

Aktuell distribution av befolkning i olika bullerkategorier är okänd. Vanligtvis, är endast exponering över 55dB känd, och exponering under dessa nivåer okänd.

Även om det finns en koppling mellan bullernivåer och hjärtinfarkter, är inte kopplingen så självklart som visas i denna ekvation. För mer diskussioner om brist på information och osäkerheten i hälsoeffekter hänvisas till WHO (2011).

<sup>9</sup> <http://www.socialstyrelsen.se/Lists/Artikelkatalog/Attachments/18511/2011-11-36.pdf>

<sup>10</sup> Disability weight

Det finns också andra hälsoeffekter från buller, och en djupare analys kunde också ta hänsyn till störd sömn och psykiska besvär av buller (se WHO, 2011). Skattning av den ekonomiska kostnaden kunde också ta hänsyn till kostnader för icke dödliga hjärtinfarkter.

### 3.6 Skattning hälsoeffekten av fysisk aktivitet

För att skatta hälsoeffekten av fysisk aktivitet kan vi dra nytta av HEAT<sup>11</sup> (Health Economic Assessment Tool), ett verktyg utvecklat av WHO som ger antal sparade liv från fysisk aktivitet utifrån data om antal cykel- och gångresor samt medelreslängd.

En skattning av kollektivtrafikens anslutningsresor, i form av gång- och cykelresor, ger den fysiska aktiviteten för en kollektivtrafikresa. HEAT översätter den fysiska aktiviteten till antal sparade liv.

#### **Ingångsdata**

- Pkm per färdmedel: bil & kollektivtrafik (inklusive anslutningsresor med gång och cykel), gång och cykel.
- Medelreslängd för gång- och cykelresor samt anslutningsresor till kollektivtrafik
- Ungefärlig skattning om antal gång- och cykelresor per person och dag.
- Antal dödsfall per 100 000 invånare i Sverige.
- VSL i Sverige

Se mer om ingångsdata på

<http://www.heatwalkingcycling.org/index.php?pg=requirements&PHPSESSID=q3jkco40bnm8aj7poon2v765o5>

#### **Metod för skattning av hälsoeffekter:**

Ingångsdata kan mätas direkt genom HEAT walking och HEAT cycling: [www.heatwalkingcycling.org](http://www.heatwalkingcycling.org).

Verktyget ger antal sparade liv utifrån det totala antalet gång- och cykelresor, samt ekonomiskt värde av de sparade livet.

#### **Skattning av DALY**

Det finns inte förutsättningar i HEAT att kunna översätta antalet sparade liv till DALY. Den positiva effekten från fysisk aktivitet brukar översättas till QALY, inte DALY, och kräver komplicerade beräkningar kopplade till specifika sjukdomar som är kopplade till fysisk aktivitet.

<sup>11</sup> [www.heatwalkingcycling.org](http://www.heatwalkingcycling.org)

YLL är i detta fall YLG ”years of life gained”: vi antar att varje ”sparat” liv förlängs med ett år. Det är dessutom svårt att skatta YLD, eller i detta fall antal år sparade med ett liv med invaliditet.

$DALY = YLL = -1 * \text{antal år sparade liv}$

### **Skattning av ekonomisk vinst**

Ett sparat liv värderas till  $VSL = 22\,321\,000$  kr. Totalt ekonomiskt värde från fysisk aktivitet är  $22\,321\,000 * \text{antal sparade liv}$ .

### **Begränsningar metoden**

HEAT tittar bara på kopplingar mellan fysisk aktivitet och dödsfall (mortalitet) men tar inte hänsyn till skadebördan (morbidity) som också orsakar problem i vårt samhälle samt ekonomiska kostnader. Mer detaljerad information om begränsningarna i HEAT finns på verktygets hemsida.

## 4. Potentialberäkning med tillämpning på kollektivtrafikens fördubblingsprojekt

### 4.1 Beräkningsförutsättningar

Kollektivtrafikens fördubblingsprojekt syftar till att på sikt fördubbla kollektivtrafikens marknadsandel. Som ett mål på vägen dit ska antalet resor med kollektivtrafik fördubblas till år 2020 jämfört med år 2006.

Antal delresor per huvudfärdsätt samt medelreslängd för alla färdsätt har tagits från den nationella resvaneundersökningen 2005-2006 (RES 05/06), (se Tabell 4-1).

Tabell 4-1 Antal delresor och medelreslängd för bil, olika typer av kollektivtrafik samt gång och cykel från RES 05/06. Gång och cykel står för en stor del av antal delresor, men en väldigt liten andel av pkm.

Huvudfärdsätt	Personbil, förare	Personbil, passagerare	Buss	T-bana, spårväg	Tåg	Cykel	Till fots
antal delresor	9586	3582	1167	537	356	1927	6334
% delresor	0,41	0,15	0,05	0,02	0,02	0,08	0,27
medelreslängd (km)	17	21	21	9	75	3	1
pkm	160331	76455	24406	4844	26619	5062	9477
% pkm	0,52	0,24	0,08	0,02	0,09	0,02	0,03

En fördubbling av det totala antalet resor översätts i denna studie som en fördubbling av antal delresor med kollektivtrafik (buss, tunnelbana, spårvagn och tåg) från 2006 års nivå.

### 4.2 Anslutningsresor till kollektivtrafik & bil

Ur den nationella resvaneundersökningen RES 05/06 har statistik tagits fram om anslutningsresor till/från kollektivtrafik. Statistiken innehåller antal gång- respektive cykelresor till/från olika kollektivtrafikslag en genomsnittlig dag på året samt genomsnittlig reslängd för dessa resor och hur de fördelar sig mellan olika reslängder. Utifrån dessa uppgifter har ett totalt trafikarbete för resorna beräknats. När det gäller gångresor till/från kollektivtrafik är dessa så många i underlaget från RES05/06 att man kan dela upp resultaten på flera olika kollektivtrafikslag; tåg, tunnelbana, spårvagn och buss. De anslutande cykelresorna till kollektivtrafiken är dock för få för att kunna göra motsvarande fina indel-



ning och ändå få en någorlunda statistisk säkerhet i resultaten (se Tabell 4-2 och Tabell 4-3).

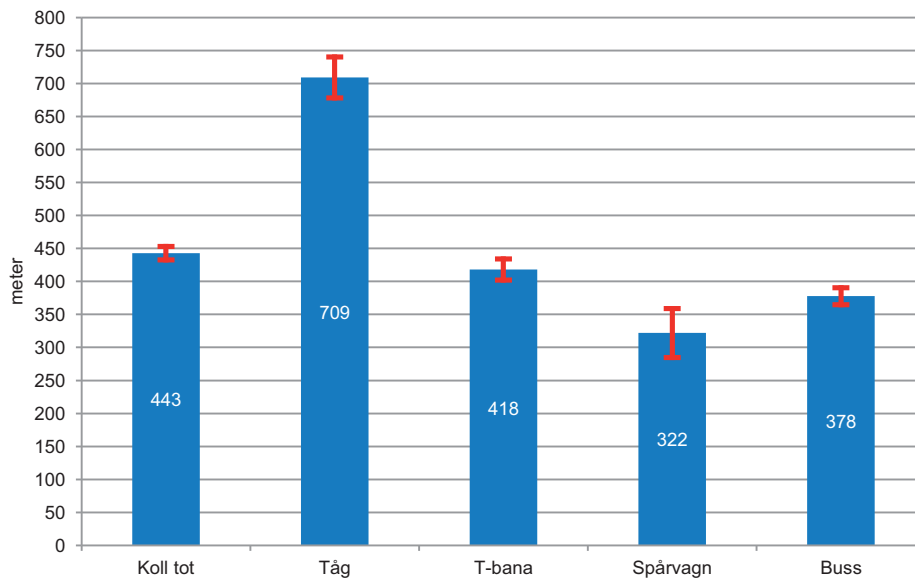
Tabell 4-2 Antal till kollektivtrafiken anslutande gångresor samt deras längd, en genomsnittlig dag på året.  $N_{\text{reselement}}=463-9\ 980$ .

	Kollektivtrafik totalt	Tåg	T-bana	Spårvagn	Buss
Antal miljoner resor/dag	2,65	0,48	0,59	0,18	1,41
Fördelning av antal resor per kollektivtrafikslag	100 %	18 %	22 %	7 %	23 %
Genomsnittlig reslängd/resa (m)	443	709	418	322	378
Totalt antal tusen km/dag	1 175	339	245	58	532
Fördelning av km per kollektivtrafikslag	100 %	29 %	21 %	5 %	45 %
Fördelning i olika längdintervall:					
<100 m	13 %	6 %	10 %	14 %	16 %
100-299 m	35 %	22 %	34 %	46 %	39 %
300-499 m	15 %	13 %	18 %	13 %	15 %
500-999 m	22 %	26 %	25 %	20 %	19 %
minst 1 km	15 %	33 %	13 %	7 %	11 %
Summa:	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 4-3 Antal till kollektivtrafiken anslutande cykelresor samt deras längd en genomsnittlig dag på året.  $N_{\text{reselement}}=109-237$  (N är för T-bana bara 10 och Spårvagn bara 1). \* indikerar för få i underlaget för att kunna ta ut någorlunda säkra värden

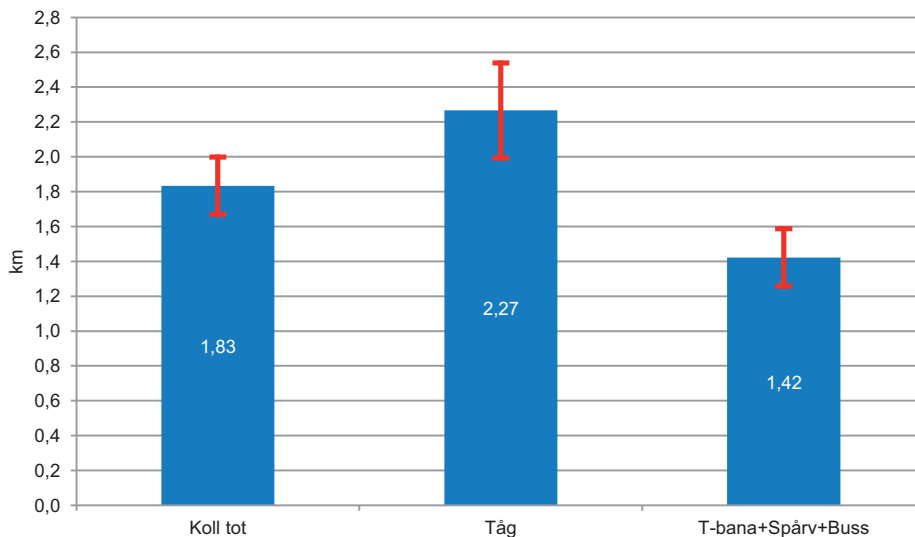
	Kollektivtrafik totalt	Tåg	T-bana	Spårvagn	Buss
Antal resor/dag	75 000	37 000	*	*	36 000
Fördelning av antal resor per kollektivtrafikslag	100 %	49 %	Totalt ca 4 %		47 %
Genomsnittlig reslängd/resa (km)	1,83	2,27	*	*	1,49
Totalt antal tusen km/dag	138	83	*	*	53
Fördelning av km per kollektivtrafikslag	100 %	60 %	Totalt ca 1 %		38 %
Fördelning i olika längdintervall:					
<0,5 km	6 %	1 %	*	*	8 %
0,5-0,9 km	14 %	9 %	*	*	18 %
1-1,9 km	31 %	25 %	*	*	37 %
2-2,9 km	31 %	37 %	*	*	27 %
3-4,9 km	14 %	19 %	*	*	11 %
minst 5 km	4 %	9 %	*	*	0 %
Summa:	100 %	100 %	*	*	100 %

I figuren nedan visas genomsnittlig reslängd för gångresor till/från kollektivtrafiken, dels totalt, dels uppdelat på olika trafikslag, med konfidensintervall i rött.



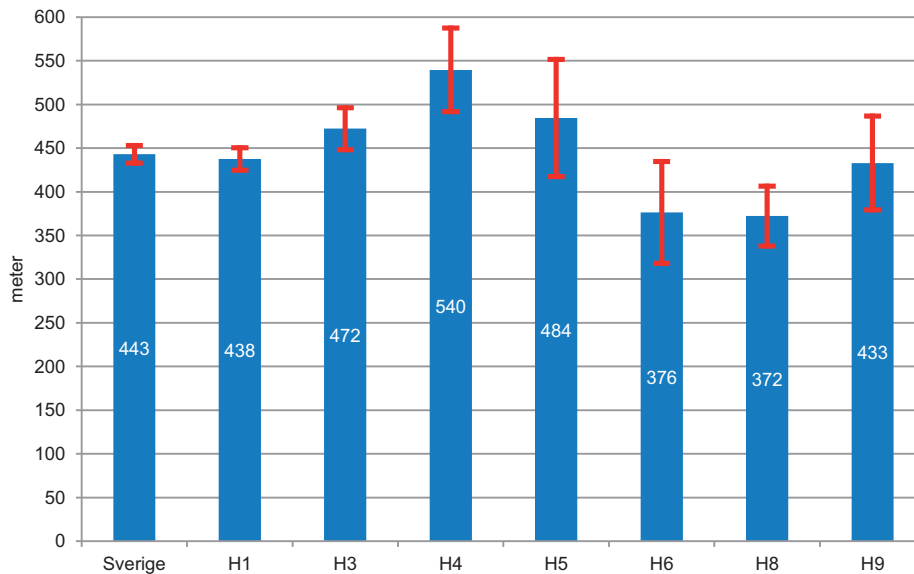
Figur 4-1 Genomsnittlig reslängd i och konfidensintervall (95 %) för **gångresor** till/från olika kollektivtrafikslag.  $N_{\text{reselement}} = 436\text{-}9\ 980$ .

I figuren nedan visas genomsnittlig reslängd för cykelresor till/från kollektivtrafiken, dels totalt, dels uppdelat på tåg respektive tunnelbana, spårväg och buss.



Figur 4-2 Genomsnittlig reslängd i och konfidensintervall (95 %) för **cykelresor** till/från olika kollektivtrafikslag.  $N_{\text{reselement}} = 109\text{-}237$ .

Troligtvis varierar reslängderna till kollektivtrafiken beroende på var i landet man bor. I figuren nedan visas den genomsnittliga reslängden för gångresor till/från kollektivtrafiken inom olika H-regioner. Motsvarande uppdelning går inte att göra för cykelresor eftersom antalet resor i underlaget är för få.



Figur 4-3 Genomsnittlig reslängd i och konfidensintervall (95 %) för **gångresor** till/från kollektivtrafiken för boende inom olika H-regioner.  $N_{\text{reselement}} = 162\text{-}5\text{ }711$ . H-regioner (där H står för Homogena med avseende på befolkningsunderlaget) är en gruppering av kommuner efter lokalt och regionalt befolkningsunderlag, längs skalan storstad – glesbygd (SCB, 2003).

Figuren tyder på att gångvägen per resa till/från kollektivtrafiken i genomsnitt är något kortare för boende inom H-regionerna 6 och 8, d v s H-region Göteborg och H-region Glesbygd, än genomsnittet i Sverige. För boende i H-region 4, d v s Mellanbygd, tyder resultaten i stället på att den genomsnittliga gångresan till/från kollektivtrafiken något högre än för genomsnittet i Sverige.

Likadana siffror har tagits fram för anslutningsresor till bil. Rent praktiskt har alla bilresor en gångresa i var ände eftersom det är så gott om omöjligt att komma helt fram med bil utan att ta sig ur denna. Även om den totala andelen av resor med bil är mycket större än med kollektivtrafik (56% respektive 9%, Tabell 4-2) är det totala antalet km per dag för anslutningsresor till fots till bil (Tabell 4-3) mycket färre än det totala antalet km per dag för anslutningsresor till kollektivtrafiken (Tabell 4-4). Det här innebär att folk går betydligt mindre till sin bil än till kollektivtrafikhållplatser. Data för anslutningsresor till bil med cykel saknas på grund av för få data från RES 05/06, men vi antar att väldigt få människor cyklar till bilen.

Tabell 4-4 Antal till bil anslutande gång och cykelresor samt deras längd en genomsnittlig dag på året.  $N_{\text{reselement}} = 8071$  för gång men bara 31 för cykel: siffrorna är inte statistisk säkra för cykel.

	Gång anslutningsresor bil (förare)	Gång anslutningsresor bil (passagerare)	Cykel anslutningsresor bil (förare)	Cykel anslutningsresor bil (passagerare)
Antal resor/dag (1000tal)	1967	745	2,8	7,9
Genomsnittlig reslängd/resa (km)	0,098	0,115	*	*
Totalt antal tusen km/dag	192	85	*	*

### 4.3 Trafikprognos år 2020

Om antalet kollektivtrafikresor har fördubblats år 2020 har hela trafiksystemet förändrats. Vi gör flera olika scenarier för att kunna skatta mellan vilka nivåer hälsoeffekterna kan hamna år 2020. De här scenarierna är inte alla en trolig utveckling av vad som verkligen kommer att hända, men ger en idé av inom vilket spann för hälsoeffekterna kommer att ligga. Sammanlagt sex scenarier tas fram för 2020 baserat på två huvudscenarier om total antal pkm:

- **Scenario 1:** samma totala antal pkm som i år 2006, och samma medelreslängd för alla färdmedlen, med följande delscenarier:
  - a. Ingen fördubbling (basscenario).
  - b. Det blir en fördubbling av antalet kollektivtrafikresor, och alla 'nya' kollektivtrafikresor kommer från biltrafiken.
  - c. Det blir en fördubbling av antalet kollektivtrafikresor, och alla 'nya' kollektivtrafikresor kommer från gång- och cykeltrafiken.
- **Scenario 2:** totalt antal pkm har ökat med 14% och medelreslängd har ökat med 8% enligt prognoser (Löfgren 2009, Yngström Wänn 2009), med följande delscenarier:
  - a. Ingen fördubbling (basscenario).
  - b. Det blir en fördubbling av antalet kollektivtrafikresor, och alla 'nya' kollektivtrafikresor kommer från biltrafiken.
  - c. Det blir en fördubbling av antalet kollektivtrafikresor, och alla 'nya' kollektivtrafikresor kommer från gång- och cykeltrafiken.

Det är naturligtvis orealistiskt att det inte skulle finnas någon gång- och cykeltrafik år 2020, men scenarierna ger en gränsnivåer för hälsoeffekterna om alla skulle byta från gång och cykel till kollektivtrafik. En sammanställning av det nya antalet resor och deras medelreslängd finns i Tabell 4-5.

Tabell 4-5 Antal delresor och medelreslängd för scenario 1a,b,c och 2a,b,c. För scenario 1, totala pkm är fast för a, b och c (till totala pkm från år 2006), och för scenario 2, totala pkm är fast för a,b och c (till totala pkm 2006 plus en ökning av 14%).

	Huvud färd sätt	Personbil, förare	Personbil, passagerare	Buss	T-bana, spårväg	Tåg	Cykel	Till fots
Scenario 1a	antal delresor	9586	3582	1167	537	356	1927	6334
	% delresor	0,35	0,10	0,10	0,05	0,03	0,09	0,28
	Medelreslängd (km)	16,7	21,3	20,9	9,0	74,7	2,6	1,5
Scenario 1b	antal delresor	7874	2306	2335	1074	713	1927	6334
	% delresor	0,35	0,10	0,10	0,05	0,03	0,09	0,28
	Medelreslängd (km)	16,7	21,3	20,9	9,0	74,7	2,6	1,5

Scenario 1c	antal delresor	7913	2957	2335	1074	713	0	0
	% delresor	0,53	0,20	0,16	0,07	0,05	0,00	0,00
	Medelreslängd (km)	16,7	21,3	20,9	9,0	74,7	2,6	1,5
Scenario 2a	antal delresor	10118	3781	1232	567	376	2034	6686
	% delresor	0,41	0,16	0,05	0,02	0,02	0,08	0,27
	Medelreslängd (km)	18,1	23,1	22,6	9,7	80,6	2,8	1,6
Scenario 2b	antal delresor	8363	3125	2335	1074	713	2034	6686
	% delresor	0,34	0,13	0,10	0,04	0,03	0,08	0,27
	Medelreslängd (km)	18,1	23,1	20,9	9,0	74,7	2,6	1,5
Scenario 2c	antal delresor	9654	3607	2335	1074	713	0	0
	% delresor	0,56	0,21	0,13	0,06	0,04	0,00	0,00
	Medelreslängd (km)	16,7	21,3	20,9	9,0	74,7	2,6	1,5

## 4.4 Skattning av effekter på hälsan

### Trafikolyckor

Antal olyckor för 2006 och de sex scenarierna för 2020 har skattats (se metod i avsnitt 3.1). Antal dödliga olyckor i kollektivtrafiken är få jämfört med andra färdmedel och antalet olyckor relaterade till anslutningsresorna är 2-4% av det totala antalet olyckor. Med de här hypotetiska scenarierna, ser vi att antalet dödliga olyckor är 329-358 per år med en fördubbling av kollektivtrafiken, vilket ger en minskning av det totala antalet dödliga olyckor med 71-100 olyckor (per år) jämfört med 2006. Om det inte skulle bli en fördubbling, skulle antalet olyckor med dödlig utgång öka med 0-59 olyckor per år (se Tabell 4-6).

Tabell 4-6 Totalt antal dödsfall år 2006, och år 2020 för olika scenarier och olika trafikslag. Antal dödsfall för kollektivtrafik och bil är inklusive dödsfall från anslutningsresor till fots eller med cykeln, med antal dödsfall relaterade till anslutningsresorna inom parentes. Det är få olyckor i kollektivtrafiken, även när vi inkluderar anslutningsresorna.

Trafikslag	2006	2020:1a	2020:1b	2020:1c	2020:2a	2020:2b	2020:2c
Bil	296 (3)	296 (3)	207 (6)	244 (2)	337 (3)	279 (3)	298 (3)
Kollektivtrafik	16	16	31	31	18	31	31

	(5)	(5)	(10)	(10)	(6)	(11)	(11)
Cykel	45	45	45	0	51	47	0
Gång	75	75	75	0	85	79	0
TOTALT	432	432	358	275	491	436	329

Antalet svårt skadade med fördubbling år 2020 är 1 223-2 599 svårt skadade per år. Det här betyder att förändringen jämfört med år 2006 ligger mellan 77 fler svårt skadade och 1 319 färre skadade per år. Utan en fördubbling av kollektivtrafikresandet ökar antalet svårt skadade med 0-354 personer (se Tabell 4-7). Det här betyder att en fördubbling av kollektivtrafik troligen skulle minska antalet svårt skadade och dödsfall från trafikolyckor, även om det finns en högre risk för kollektivtrafikresenärer i anslutningsresor till fots eller med cykel jämfört med för bilresenärer.

Tabell 4-7 Totalt antal svårt skadade år 2006, och år 2020 för olika scenarier och olika trafikslag. Antal svårt skadade för kollektivtrafik och bil är inklusive svårt skadade från anslutningsresor till fots eller med cykeln, med antal svårt skadade relaterade till anslutningsresorna inom parentes. Det är få olyckor i kollektivtrafiken, även när vi inkluderar anslutningsresorna.

Trafikslag	2006	2020:1a	2020:1b	2020:1c	2020:2a	2020:2b	2020:2c
Bil	1275 (19)	1275 (19)	894 (31)	1053 (16)	1454 (22)	1202 (18)	1284 (20)
Kollektivtrafik	85 (54)	85 (54)	170 (108)	170 (108)	97 (61)	170 (111)	170 (111)
Cykel	616	616	616	0	702	650	0
Gång	546	546	546	0	623	577	0
TOTALT	2522	2522	2226	1223	2876	2599	1454

Fördelningen av risken att råka ut för en olycka är tillgänglig för olika kön och åldersgrupper, vilket gör att vi kan skatta antal dödsfall och svårt skadade. Med antagande om DW (disability weight)=0,5 kan DALY tas fram. DALY minskas för alla fördubblingsscenarioer, utom för scenario 2b som får en liten höjning (se Tabell 4-8).

Tabell 4-8 DALY (disability adjusted life years) som förloras i olika scenarier. DALY är ett mått som räknar alla åren som förlorats, i detta fall från dödsfall och svårt skadade från trafikolyckor. En ökning i DALY är *negativ*: en ökning betyder en ökning av åren med invaliditet eller dödsfall.

Scenario	DALY
Basår 2006	86 887
Scenario 1a: pkm samma som år 2006, ingen fördubbling av kollektivtrafik	86 887
Scenario 1b:	73 000

pkm samma som år 2006, alla 'nya' kollektivtrafik resor från bil	
Scenario 1c: pkm samma som år 2006, alla 'nya' kollektivtrafik resor från gång och cykel	43 056
Scenario 2a: pkm ökning år 2020 enligt prognoser, ingen fördubbling av kollektivtrafik	99 051
Scenario 2b: pkm ökning år 2020 enligt prognoser, alla 'nya' kollektivtrafik resor från bil	87 506
Scenario 2c: pkm ökning år 2020 enligt prognoser, alla 'nya' kollektivtrafik resor från gång och cykel	51 916

### Luftföroreningar

Luftföroreningarnas effekter på hälsan beräknas genom metoden från avsnitt 3.4. Halten av NO<sub>2</sub> tas som indikator för hälsoeffekter av alla luftföroreningar, och uppskattad nivå av luftförorening tas från utsläpp av NO<sub>x</sub>. Emissionsfaktorer för NO<sub>x</sub> finns på Trafikverkets hemsida, inklusive prognoser för emissionsfaktorer år 2020. Emissionsfaktorer används för buss, personbil och tåg (7 % av alla tåg är dieseltåg (data från Trafikanalys), emissionsfaktorer från Banverket, 2009).

Mellan år 2006 och 2020 väntas en kraftig minskning av utsläppen av NO<sub>x</sub> vilket beror på lägre emissionsfaktorer.

Tabell 4-9 Utsläpp NO<sub>x</sub> och ändring av utsläpp från bus år till 2020 (mäts i ton). Det finns en stark minskning av utsläpp även med ökad pkm, och det här beror på emissionsfaktorer som visar en stark minskning av utsläpp av NO<sub>x</sub> i g/km i 2020 jämfört med 2006. Det finns egentligen ingen stor skillnad mellan scenarierna, med en minskning av utsläpp mellan 56-67% för alla scenarier. Störst minskning av utsläpp sker utan fördubbling av kollektivtrafik, och utan ökning i totala pkm år 2020 jämfört med år 2006 (scenario 1a).

Trafikslag	2006	2020:1a	2020:1b	2020:1c	2020:2a	2020:2b	2020:2c
Bil	62 369	25 653	21 073	21 175	29 244	24 172	25 835
Kollektivtrafik	10 224	2 248	4 708	4 708	2 470	4 334	4 334
% ändring sedan år 2006		-0,67	-0,64	-0,64	-0,56	-0,61	-0,58
TOTALA utsläpp NO <sub>x</sub> (ton per dag)	72 593	23 892	25 780	25 883	31 715	28 506	30 168

Med en minskning av 56-67 % av utsläppen, och med antagandet att utsläppen från persontrafiken är 27 % av de totala utsläppen, minskar utsläppen 15-17 % från 2006 års nivåer. En beräkning utifrån metoden i avsnitt 3.4, innebär denna minskning att antalet dödsfall i trafiken minskar med 15-26 per år (från 114 dödsfall till 89-99 dödsfall).

Beräkningarna för 2006 visar på mycket lägre dödstal än Forsberg et al (2005). Det här beror på bassiffror som används för genomsnittliga dödsfall per år i Sverige per 100000 invånare. I Forsberg et al (2005), är dödstalet nästan 1 000 per 100 000 invånare och i HEAT för Sverige mindre än 300 per 100 000 invånare. Skillnader mellan åren ger inte så stor skillnad, och från definitionen av dödsfall, en siffra av 510 per 100000 invånare har tagits från EURO WHO statistik databas för Sverige: 510 = SDR (all mortality) i Sverige år 2006 – SDR (external causes) i Sverige år 2006.

DALY från dödsfall orsakad av luftföroreningar från trafik år 2006 är 96, och enligt prognoserna mellan 74-83 år 2020.

### **Trafikbuller**

En skattning av förändringar i bullernivåer har tagits fram, beräknad utifrån procentuell förändring av antalet fordonskilometer år 2020 jämfört med 2006 (Tabell 4-10).

Tabell 4-10 Ändring i bullernivåer i genomsnitt för väg och järnväg jämfört med nivåer i 2006 för olika scenarier. En fördubbling av antalet tågresor orsakar stora höjningar i bullernivåer jämfört med vägbuller. En minskning av tågbuller i scenario 1a och 2a beror på att medelbeläggningen på tåg och buss antas höjas till år 2020. Utan fördubbling blir det färre fordon och således mindre buller.

Trafikslag	2020:1a	2020:1b	2020:1c	2020:2a	2020:2b	2020:2c
Ändring i vägbuller (dB)	-1	1,5	1,6	0,2	1,7	2
Ändring i järnvägbuller (dB)	-1,2	1,8	1,8	-1	1,8	1,8

Data från år 2006 och en anpassad normalfördelning av andel befolkning i olika exponeringskategorier av buller för väg och järnväg (mått Lden) ger:

Järnväg:  $\mu=42,3\text{dB}$  och  $\sigma=10,9$

Väg:  $\mu=39,5\text{dB}$  och  $\sigma=9,9$

Utifrån förändringar i buller för väg och järnväg (Tabell 4-10) kan antal hjärtinfarkter orsakade av trafikbuller beräknas med hjälp av metod i WHO (2011). Antal hjärtinfarkter i Sverige år 2006 var 36 608, av vilka 9 489 resulterad i död (Socialstyrelsen, 2011).

En fördubbling av kollektivtrafikresandet orsakar fler dödsfall och skadade år 2020 jämfört med år 2006 (från 71 till 97-100 dödsfall). Utan en fördubbling visas en minskning i både dödliga och icke dödliga hjärtinfarkter (från 71 till 52-58 dödsfall) (se Tabell 4-11).

Statistik om åldern för alla hjärtinfarkter tas fram för att kunna värdera YLL och YLD från hjärtinfarkter med en jämförelse med förväntad livslängd i Sverige för män och kvinnor (Tabell 4-12).



Tabell 4-11 Antal dödliga och icke dödliga hjärtinfarkter orsakade av buller år 2006 och 2020 enligt flera scenarier. En fördubbling av kollektivtrafiken (scenarier 1b,c och 2b,c) orsakar fler dödliga hjärtinfarkter jämfört med 2006 nivåer.

	2006	2020:1a	2020:1b	2020:1c	2020:2a	2020:2b	2020:2c
Antal dödliga hjärtinfarkt orsakade av vägbuller	23	13	24	25	17	25	27
Antal dödliga hjärtinfarkt orsakade av järnvägbuller	48	39	73	73	41	73	73
Antal hjärtinfarkt utan död orsakade av vägbuller	65	36	69	70	49	72	77
Antal hjärtinfarkt utan död orsakade av järnvägbuller	137	113	208	208	118	208	208
TOTALA dödsfall	71	52	97	98	58	98	100
TOTALT skadade	202	149	277	278	167	280	285

Tabell 4-12 DALY från hjärtinfarkter orsakade av trafikbuller i Sverige år 2006 och 2020 för olika scenarier.

Scenario	DALY
Basår 2006	392
Scenario 1a: pkm samma som år 2006, ingen fördubbling av kollektivtrafik	289
Scenario 1b: pkm samma som år 2006, alla 'nya' kollektivtrafik resor från bil	536
Scenario 1c: pkm samma som år 2006, alla 'nya' kollektivtrafik resor från gång och cykel	539
Scenario 2a: pkm ökning år 2020 enligt prognoser, ingen fördubbling av kollektivtrafik	324
Scenario 2b: pkm ökning år 2020 enligt prognoser, alla 'nya' kollektivtrafik resor från bil	543
Scenario 2c: pkm ökning år 2020 enligt prognoser, alla 'nya' kollektivtrafik resor från gång och cykel	553

### Fysisk aktivitet

Antal sparade liv skattas från WHO's HEAT-verktyg. Antal sparade liv genom resande med kollektivtrafik är 5-10 gånger antalet sparade liv från bilresandet, även om det totala antalet pkm med bil fortfarande är mycket högre än med kollektivtrafik i alla scenarier. Cykel och gång som huvudfärdmedel ger den största delen av all nytta från fysisk aktivitet i termer av antal sparade liv, och en förflyttning från gång och cykel till kollektivtrafik skulle ha en negativ effekt på folkhälsa (Tabell 4-13).

Tabell 4-13 Antal sparade liv från fysisk aktivitet genom transportval (inklusive anslutningsresor med gång och cykel till kollektivtrafik och bil). Siffrorna skattas med hjälp av HEAT-verktyget utvecklat av WHO.

Trafikslag	2006	2020:1a	2020:1b	2020:1c	2020:2a	2020:2b	2020:2c
Anslutningsresor till bil	150	150	124	124	159	131	152
Anslutningsresor till kollektivtrafik	626	626	1 291	1 291	682	1 291	1 291
Cykel som huvudfärdmedel	1 560	1 560	1 560	0	2 014	2 014	0
Gång som huvudfärdmedel	4 503	4 503	4 503	0	5 093	5 093	0
TOTALT	6 858	6 858	7 478	1 415	7 948	8 529	1 443

För fysisk aktivitet är DALY negativ. Antal sparade liv är den siffra som kan användas som mått för DALY. Inget mått för YLD kan tas fram därför att HEAT bara tittar på mortalitet och inte morbiditet.

### Sammanvägning

För att kunna sammanställa hälsoeffekter, har vi använt DALY. DALY för olyckor är mycket större än för andra hälsoeffekter (Tabell 4-14). Detta beror på en brist på data för att kunna värdera DALY för de andra hälsoeffekterna till fullo, och på att olyckor minskar livslängden mycket mer än andra hälsoeffekterna.

Tabell 4-14 DALY för olika hälsoeffekter. DALY från olyckor är mycket större än alla andra hälsoeffekter. DALY för fysisk aktivitet är negativ därför att fysisk aktivitet ger en positiv effekt. Kolumnerna 3 & 4 visar spannet mellan olika scenarier.

Hälsoeffekt	Basvärde 2006	År 2020 utan fördubbling	Effekt av fördubblat antal kollektivtrafiker 2020
Trafikolyckor	86 887	86 887-99 051	43 056-87 506
Luftföroreningar	96	74-83	74-83

Trafikbuller	392	289-324	536-553
Fysisk aktivitet	- 6858	- 6 858-7 948	- 1 415-8 529
Total hälsoeffekt (DALY)	80 517	79 302-92 600	35 137-86 727

## 4.5 Värdering av hälsoeffekter i monetära termer

För att värdera hälsoeffekterna i monetära termer används följande värden:

- Trafikolyckor: 22,32 miljoner kr per dödsfall och 4,15 miljoner kr per svårt skadad.
- Luftföroreningar: 0,37 miljoner kr per dödsfall
- Buller: 0,37 miljoner kr per dödsfall
- Fysisk aktivitet: 22,32 miljoner kr per sparat liv

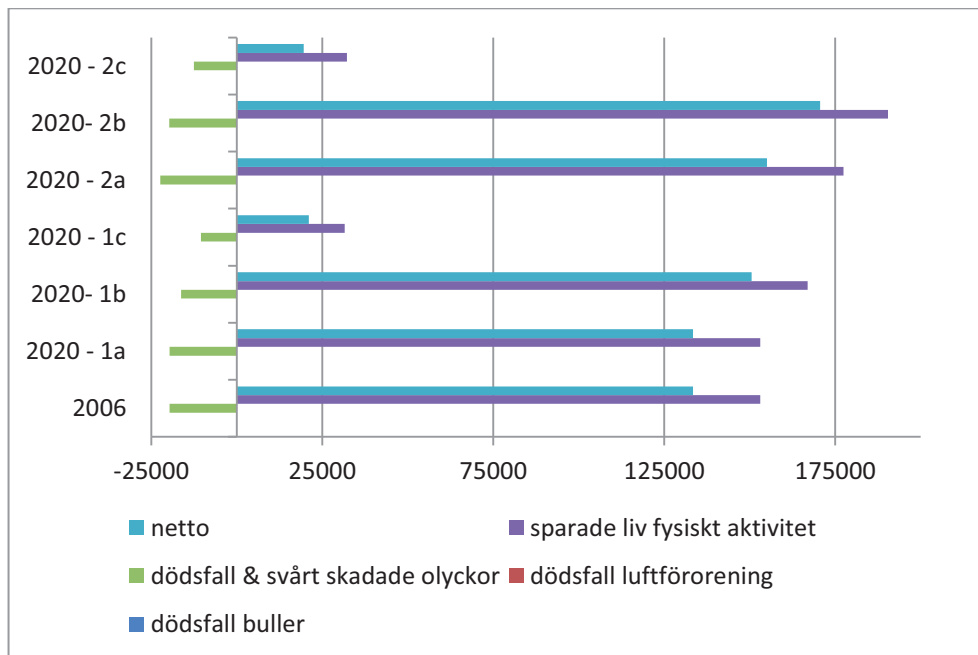
Trafikolyckor och fysisk aktivitet värderas via VSL (value of statistical life), och luftförorening och buller via VOLY (value of life year) (se avsnitt 2.7).

Tabell 4-15 Värdering av hälsoeffekter i monetära termer (i miljoner kr). Positiva samhällsekonomiska effekter från fysisk aktivitet är mycket större än negativa effekter från trafikolyckor, luftförorening och buller. '+' och '-' indikera om den ekonomiska effekten är positiv respektive negativ, och kolumnerna 3 & 4 visar spannet mellan olika scenarier.

Hälsoeffekt	Basvärde 2006	År 2020 utan fördubbling	Effekt av fördubblat antal kollektivtrafikresor 2020
Trafikolyckor	(-) 19 605	(-) 19 605-22 349	(-) 10 432-19 708
Luftföroreningar	(-) 42	(-) 33-37	(-) 33-37
Trafikbuller	(-) 26	(-) 19-22	(-) 36-37
Fysisk aktivitet	(+) 153 077	(+) 153 077-177 407	(+) 31 584-190 376
Total hälsoeffekt	(+) 133 362	(+) 1 333 384	(+) 19 535-170 562

Den samhällsekonomiska värderingen visar att den positiva effekten av fysisk aktivitet överväger alla andra negativa effekter. De positiva effekterna är starkast när kollektivtrafikresandet ökar och alla 'nya' kollektivtrafikresenärer kommer från bilresor (scenarier 1b och 2b). Den mest negativa effekten fås när alla 'nya' resor till en fördubbling av kollektivtrafiken kommer från gång- och cykelresor (scenarier 1a och 2a). I det här fallet visas en stark nettoförlust i ekonomiska termer från basår 2006 (en förlust av ungefär 110 000 miljoner kr). Siffrorna pekar på att de flesta nya resorna från kollektivtrafik måste komma från biltrafik för att kunna ha en positiv effekt på hälsan, annars försvinner alla positiva effekter från gång- och cykelresor som sker idag (se Figur 4-4). När

alla resor kommer från biltrafik blir det däremot en nettovinst på mellan 17 000 och 37 000 miljoner kr.



Figur 4-4 Samhällsekonomiskt värde av dödsfall och sparade liv från fysisk aktivitet, olyckor, luftförorening och buller för de olika scenarierna samt för basår 2006. Värden visas i miljoner kr per år. Hela ekonomiska värden är överskuggat av den positiva effekten av fysisk aktivitet, och negativa effekter från luftförorening och buller är inte ens synbara.

## 4.6 Sammanfattande diskussion

Hälsoeffekterna från olyckor, luftföroreningar, buller och fysisk aktivitet har värderats för att kunna skatta möjliga folkhälsoeffekter av en fördubbling av antalet kollektivtrafikresor år 2020 jämfört med basår 2006. Hälsoeffekterna har värderats i DALY (disability adjusted life years) och i samhällsekonomiska termer för att kunna sammanställa olika hälsoeffekter i samma skala.

Det saknas relativt mycket data för att kunna värdera DALY på ett effektivt sätt. Det finns mycket detaljerad data över olyckor som kan användas till att värdera DALY baserad på förlorad livslängd och antal levda år med invaliditet. För de andra hälsoeffekterna råder det också brist på data om olika möjliga hälsoeffekter, antal förlorade liv och antal år levda med negativa hälsoeffekter. DALY från olyckor överskuggar alla andra hälsoeffekter eftersom det finns en brist på data för alla hälsoeffekter förutom olyckor. För att kunna använda DALY krävs mer data. Det här betyder inte att DALY nödvändigtvis är ett dåligt mått, bara att mer forskning och data krävs för att kunna lita mer på resultaten.

Samma databrist finns i bedömningen av det samhällsekonomiska värdet av hälsoeffekterna. För buller, luftförorening och fysisk aktivitet finns det idag inte tillräcklig information om morbiditet för att kunna värdera folkhälsokostnader av just denna morbiditet. Negativa konsekvenser av luftföroreningar och buller överskuggas helt av effekter från olyckor och fysisk aktivitet (Figur 4-4). Mer data om effekten av fysisk aktivitet på morbiditeten skulle öka de positiva effekterna ännu mer.

Beräkningarna visar tydligt att en fördubbling av antalet kollektivtrafikresor skulle ge positiva hälsoeffekter endast om de flesta 'nya' resor till kollektivtrafiken kommer från bilresor, och inte från gång- och cykelresor. Annars skulle de positiva effekterna från gång- och cykelresorna innan fördubblingen försvinna. En fördubbling av kollektivtrafiken innebär ungefär 1200 tusen km per dag extra till fots och 138 tusen km per dag extra med cykel från kollektivtrafikens anslutningsresor. Det motsvarar ungefär 12 % av alla gångresor och 3 % av alla cykelresor som har gång och cykel som huvudfärdmedel (baserat på 2006 nivåer). Det innebär att det totala antalet km som byts från gång och cykel till kollektivtrafik högst kan vara 1200 tusen km till fots och 138 tusen km med cykel per dag – om det ska kunna ge en folkhälsovinst från fördubbling av kollektivtrafik från fysisk aktivitet. Slutsatsen är därmed att sättet på vilket resandet förändras med en fördubbling av kollektivtrafiken har helt avgörande betydelse för nettoeffekten på folkhälsan.

## 5. Slutsatser

---

En metod för skattning av hälsoeffekter från kollektivtrafiken har tagits fram. Metoden värderar hälsoeffekter av olyckor, luftföroreningar, buller och fysisk aktivitet på ett kvantitativt sätt. Hälsoeffekter av förändringar i kollektivtrafikresandet beror inte bara på hälsoeffekter kopplade direkt till kollektivtrafikresor (fysisk aktivitet med anslutningsresor till kollektivtrafik, olyckor med kollektivtrafik, osv), men också på hur transportsystemet i sin helhet förändras. En tillämpning av metoden i fallet av en fördubbling av kollektivtrafikresor år 2020 jämfört med år 2006 stärker tidigare studier som visar att vinsten av fysisk aktivitet är större än de negativa effekterna från olyckor, buller och luftförorening (sett ur ett samhällsekonomiskt perspektiv). Det här betyder att en minskning av gång- och cykeltrafiken (fysisk aktivitet) är negativ för samhället. Om en ökning i kollektivtrafikresandet orsakar minskad gång- och cykeltrafik är konsekvensen en negativ effekt ur ett samhällsekonomiskt folkhälsoperspektiv.

Tillämpningen av metoden på kollektivtrafikens fördubblingsprojekt visar just att en minskning av antalet gång- och cykelresor (jämfört med nivåerna år 2006) år 2020 ger negativa folkhälsoeffekter (särskilt då dessa beskrivs i ekonomiska termer). Även anslutningsresor med gång och cykel till kollektivtrafik (och till bil) har värderats, men hälsovinster från anslutningsresorna är inte lika höga som hälsovinster från resor där gång och cykel är huvudfärdmedel. Dock visar skattningen av anslutningsresor att anslutningsresor till fots eller med cykel till kollektivtrafik i genomsnitt är längre än till bil i Sverige. Med den stora positiva effekten från fysisk aktivitet som överskuggar andra negativa effekter, ger en förflyttning från bil till kollektivtrafik en positiv hälsoeffekt.

De 'positiva' och 'negativa' folkhälsoeffekterna är värderade utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv. Det sammanställda samhällsekonomiska hälsovärdet beror väldigt mycket på vilken siffra som sätts på värdet av ett liv. Fysisk aktivitet och olyckor värderas med VSL (value of statistical life, efter SIKA (2009) och Trafikverket (2008)) och buller och luftföroreningar med VOLY (value of life year, efter SIKA (2009)). VSL är 60 gånger så högt som VOLY. Det har argumenterats att alla liv borde ha samma värde och att dödsfall från luftföroreningar och buller också borde värderas med VSL och inte VOLY (Naturvårdsverket 2009).

Det finns mer bakomliggande data och metoder för att skatta hälsoeffekterna från olyckor och fysisk aktivitet jämfört med för buller och luftförorening. För en storskalig skattning av hälsoeffekterna av luftföroreningar och buller kan modelleringsverktyg användas. Vi har sett i skattningen av hälsoeffekter från luftföroreningar och buller i denna rapport att värdet av hälsoeffekter är väldigt små jämfört med olyckor och fysisk aktivitet, vilket gör att man kan ifrågasätta värdet av att också skatta dessa hälsoeffekter när metoden måste byggas på ett stort antal antaganden.

## 6. Referenser

---

Babisch W (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise and Health* 10(38):27-33.

Banverket (2009). Beräkningshandledning: Hjälpmedel för samhällsekonomiska bedömningar inom järnvägssektorn. Verksamhetssystemet Handbok BVH 706.

Basset DR, Pucher J, Buehler R, Thompson DL, Crouter SE (2008). Walking, cycling, and obesity rates in Europe, North America, and Australia. *Journal of Physical Activity and Health* 5(6):795-814.

Beck LF, Dellinger AM, O'Neil ME (2007). Motor Vehicle Crash Injury Rates by Mode of Travel, United States: Using Exposure-Based Methods to Quantify Differences. *American Journal of Epidemiology* 166(2):212-218.

Berntman M, Wretstrand A, Holmberg H (2010). Bus travel safety – a travel chain perspective. Proceedings of the 12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED), Hong Kong.

Besser LM, Dannenberg AL (2005). Walking to Public Transit: Steps to Help Meet Physical Activity Recommendations. *American Journal of Preventive Medicine* 29(4):273-280.

Boesch HJ, Kahlmeier S, Sommer H, van Kempen E, Staatsen B, Racioppi F (2008). Economic valuation of transport-related health effects : Review of methods and developments of practical approaches, with a special focus on children. World Health Organization (WHO).

Bolin K och Lindgren B (2006). Fysisk inaktivitet: produktionsbortfall och sjukvårdskostnader.

<http://www.svensktfriluftsliv.se/media/FYSISKINAKTIVITET1.pdf>

BusVic (2010). Public Transport Use a Ticket to Health. Bus Association Victoria, Melbourne: Briefing Paper.

Cervero R (2007). Transit-oriented development's ridership bonus: a product of self-selection and public policies. *Environment and Planning A* 39(9):2068-2085.

Cox T, Houdmont J, Griffiths A (2006). Rail passenger crowding, stress, health and safety in Britain. *Transportation Research Part A* 40:244-258.

de Hartog JJ, Boogaard H, Nijland H, Hoek G (2010). Do the Health Benefits of Cycling Outweigh the Risks? *Environmental Health Perspectives* 118(8):1109-1116.

Desaigues B, Ami D, Bartczak A, Braun-Kohlová M, et al (2011). Economic valuation of air pollution mortality: a 9-country contingent valuation survey study of value of life year (VOLY). *Ecological indicators* 11(3):902-910.

EEA (2010). : NEC Emissions data viewer. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/emissions-nec-directive-viewer> (accessed juni 2012)

Ekman L (1996). On the treatment of flow in traffic safety analysis – a non-parametric approach applied on vulnerable road users. Lund University, Department of Technology and Society: Bulletin 136. Lund, Sweden.

Ellaway A, Macintyre S, Hiscock R, Kearns A (2003). In the driving seat: psychosocial benefits from private motor vehicle transport compared to public transport. *Transportation Research Part F* 6:217–23.

Elvik R (1998). Opplegg for konsekvensanalyser av tiltak for gående og syklende. TØI notat 1103/1998.

Elvik R (2009). The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis & Prevention* 41(4):849-855.

Evans G W, Wener R E, Phillips D (2002). The Morning Rush Hour: Predictability and Commuter Stress. *Environment and Behavior* 34(4):521-530

Ewing R, Schieber R, Zegeer CV (2003a). Urban Sprawl as a Risk Factor in Motor Vehicle Occupant and Pedestrian Fatalities. *American Journal of Public Health* 93(9):1541-1545.

Ewing R, Schmid T, Killingsworth R, Zlot A, Raudenbush S (2003b). Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. *American Journal of Health Promotion* 18(1):47-57.

ExternE (2005). Externalities of Energy: Methodology 2005 Update. Edited by Bickel P and Friedrich R. European Commission Publication EUR 21951.

Faskunger J (2008). Aktiv transport – på väg mot bättre förutsättningar för gång- och cykeltrafik. Statens folkhälsoinstitut, Rapport 2008:31.

Forsberg B och Sjöberg K (2005). Quantification of deaths attributed to air pollution in Sweden using estimated population exposure to nitrogen dioxide as an indicator. IVL Report B 1648.

Forsyth A, Oakes JM, Lee B, Schmitz KH (2009). The built environment, walking, and physical activity: Is the environment more important to some people? *Transportation Research Part D* 14(1):42–49.

Frank LD, Sallis JF, Conway TL, Chapman JE, Saelens BE, Bachman W (2006). Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighborhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality. *Journal of the American Planning Association* 72(1):75-87.

Frank LD, Greenwald MJ, Winkelmann S, Chapman J, Kavage S (2010). Carbonless footprints: Promoting health and climate stabilization through active transportation. *Preventive Medicine* 50(Supplement):S99-S105.



- FYSS (2008). Fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling, yrkesföreningar för fysisk aktivitet.
- Gatersleben B & Uzzell D (2007). Affective Appraisals of the Daily Commute: Comparing Perceptions of Drivers, Cyclists, Walkers, and Users of Public Transport. *Environment and Behavior* 39(3):416-431.
- Gold M R, Stevenson D och Fryback D G (2002). HALYs and QALYs and DALYs, OHMY: Similarities and Differences in Summary Measures of Population Health. *Annu. Rev. Public Health* 23:115–34.
- Hansson E, Mattisson K, Björk J, Östergren P-O, Jakobsson K (2011). Relationship between commuting and health outcomes in a cross-sectional population survey in southern Sweden. *BMC Public Health* 11:834.
- Hedelin A, Bunketorp O, Björnstig U (2002). Public transport in metropolitan areas – a danger for unprotected road users. *Safety Science* 40(5): 467-477.
- Hertting & Lagerkrantz (2010)
- HiTrans (2005). HiTrans best practice guide: Public transport and land use planning. ISBN 8299011124.
- Holland M, Watkiss P, Pye S, de Oliviera A, Van Regemorter D (2005). Cost-benefit analysis of policy option scenarios for the Clean Air for Europe programme. Report Commissioned by the European Commission.
- Hydén C, Nilsson A, Risser R (1998). WALCYNG – how to enhance walking and cycling instead of shorter car trips and to make those modes safer. Lund University, Department of Technology and Society: Bulletin 165. Lund, Sweden.
- Jacobsen PL (2003). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention* 9(3):205-209.
- Kenworthy J och Laube F (2000). Millennium Cities Database For Sustainable Transport, Institute for Sustainability and Technology Policy, distribuerad av International Union of Public Transport ([www.uitp.com](http://www.uitp.com)). Newman och Kenworthy (1999) analyserar denna databas. Kenworthy & Laube, 2000
- King WC, Belle SH, Brach JS, Simkin-Silverman LR, Soska T, Kriska AM (2005). Objective measures of neighborhood environment and physical activity in older women. *American Journal of Preventive Medicine* 28(5):461-469.
- Kristenson M (2005). Hälsofrämjande och sjukdomsförebyggande – Begrepp och perspektiv. Folkhälsovetenskapligt centrum i Östergötland.
- Lachapelle U, Frank LD (2008). Transit and Health: Mode of Transport, Employer-Sponsored Public Transit Pass Programs, and Physical Activity. *Journal of Public Health Policy* 30(Supplement):S73–S94.
- Larsson H, Sandström C, Holgersson E, Sakshaug L, Christianson S, Lundberg D och Kylefors M (2009). Riskmått för hela resan: differentierat på skadegrad, färd sätt, kön och åldern. Tyréns Rapport 227991.

Litman T (2010). Evaluating Public Transportation Health Benefits. Victoria Transport Policy Institute.

Litman T, Fitzroy S (2006). Safe Travels: Evaluating Mobility Management Traffic Safety Benefits, Victoria Transport Policy Institute.

Lundqvist A, Levin L A, Persson U, Steen Carlsson K (2012). Värdet av forskning och ny medicinsk teknologi för hjärtkärslsjukdomar: en studie utifrån exemplet ischemisk hjärtsjukdom. IHE Rapport 2012:3.

Löfgren E L och Yngström Wänn S (2009). Persontransportprognoser 2020 och 2040. Vägverket och Banverket PM.

Maraste P, Persson U, Berntman M, Svensson M (2002). Kommunalekonomiska konsekvenser till följd av trafikolyckor: en åttaårsuppföljning av långvariga trafikskador. Bulletin 208, LTH.

Morency C, Trépanier M, Demers M (2011). Walking to transit: An expected source of physical activity. *Transport Policy* 18(6):800-806.

Moutakis M och Persson U (2007). Resa, inaktivitet, hälsa: en studie av sambandet mellan resvanor, inaktivitet och sjukdomskostnader i Sverige. Opublicerat rapport, Lunds Universitet.

Murray et al (1996). Global Burden of Disease and Injury. Center for Population and Development Studies, Harvard School of Public Health.

Naturvårdsverket (2005). Kvävedioxid och ozon i tätortsluften: halternas samspel samt konsekvenser för hälsan. Rapport 5519.

Naturvårdsverket (2009). Monetära schablonvärden för miljöförändringar. Naturvårdsverkets Rapport 6322.

Newman P och Kenworthy J (1999). Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence. Island Press, Washington.

Niska A, Nilsson A, Wiklund M, Ahlström P, Björketun U, Söderström L, Robertson K (2010). Metoder för skattning av gång- och cykeltrafik : Kartläggning och kvalitetsbedömning. VTI, Linköping: VTI-rapport 686.

Owen N, Humpel N, Leslie E, Bauman A, Sallis JF (2004) Understanding environmental influences on walking - Review and research agenda. *American Journal of Preventive Medicine* 27(1):67-76.

Poticha S och Ohland G (eds) (2007). Street Smart: Streetcars and Cities in the Twenty-First Century, Reconnecting America.

Prop. 2008/09:93. Mål för framtidens resor och transporter. Näringsdepartementet.

Prop. 2007/08:110. En förnyad folkhälsopolitik. Socialdepartementet.

Rabl A, de Nazelle A (2012). Benefits of shift from car to active transport. *Transport Policy* 19(1):121-131.

RES 05/06. Den Nationella resvaneundersökningen 2005-2006. Publicerat av trafikanalys.

Rundle A, Roux AV, Free LM, Miller D, Neckerman KM, Weiss CC (2007). The urban built environment and obesity in New York City: a multilevel analysis. *American Journal of Health Promotion* 21(4 Suppl):326-334.

Saelensminde K (2002). Gang- og sykkelvegnett i norske byer Nytteløst kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk. TØI rapport 567/2002.

Sandow E (2011). On the road: Social aspects of commuting long distances to work. Akademisk avhandling, Umeå universitet. GERUM 2011:2.

SCB (2003). Karta över H-regionernas omfattning. [www.scb.se](http://www.scb.se)

SIKA (2008). Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn. PM 2008:3.

SIKA (2009). Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4. SIKA Rapport 2009:3.

Sjöberg K, Haeger-Eugensson M, Forsberg B, Åström S, Hellsten S och Tang L (2007). Quantification of population exposure to nitrogen dioxide in Sweden 2005. IVL Report B1749.

Sjöstrand H, Franzén U (2008). Kollektivtrafikens samhällsnytta : Västtrafik 2008. Västtrafik, Göteborg.

Socialstyrelsen (2011). Hjärtinfarkter 1987-2010. <http://www.socialstyrelsen.se/Lists/Artikelkatalog/Attachments/18511/2011-11-36.pdf>

SQW (2007). Valuing the benefits of cycling: A report to Cycling England. Cycling England.

Statens folkhälsoinstitut (2010). Folkhälsopolitisk rapport 2010: Framtidens folkhälsa – allas ansvar.

Sturm R (2005). Urban Design, Lifestyle, and the Development of Chronic Conditions, the Built Environment and Childhood Obesity. National Institute of Environmental Health Sciences.

Suminiski RR, Poston WS, Petosa RL, Stevens E, Katzenmoyer LM (2005). Features of the neighborhood environment and walking by U.S. adults. *American Journal of Preventive Medicine* 28(2):149–155.

Trafikanalys (2012). Statistik: Lokal och regional kollektivtrafik: <http://www.trafa.se/sv/Statistik/Kollektivtrafik-och-samhallsbetalda-resor/Lokal-och-regional-kollektivtrafik/>

Trafikverket (2008). Cykalk 1.0: Manual och bakomliggande formler. <http://www.trafikverket.se/Foretag/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Prognos--och-analysverktyg/Fliksida---verktyg/Cykalk/>

Tudor-Locke C, Ainsworth B, Popkin B (2001). Active commuting to school: and overlooked source of childrens' physical activity? *Sports Med* 31(5):309-313.

UN (2007). World Population Prospects: The 2006 Revision [http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/WPP2006\\_Highlights\\_rev.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/WPP2006_Highlights_rev.pdf)

Vägverket Publikation 2009:3. Vägtransportsektorns folkhälsoeffekter och – kostnader – Redovisning av två delprojekt.

Vuori I, Oja P, Paronen O (1994). Physically active commuting to work - testing its potential for exercise promotion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26:844-850.

Wagner A, Simon C, Ducimetière P, Montaye M, Bongard V, Yarnell J, Bingham A, Hedelin G, Amouyel P, Ferrières J, Evans A, Arveiler D (2001). Leisure-time physical activity and regular walking or cycling to work are associated with adiposity and 5 y weight gain in middle-aged men: the PRIME Study. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 25(7):940-8.

Weinstein A, Schimek P (2005). How Much Do Americans Walk? An Analysis of the 2001 NHTS. Transportation Research Board 84th Annual Meeting.

Wener RE, Evans GW (2007). A Morning Stroll: Levels of Physical Activity in Car and Mass Transit Commuting. *Environment and Behavior* 39(1):62-74.

Wener RE, Evans GW (2010). Comparing stress of car and train commuters. *Transportation Research Part F* 14:111–116.

Berntman M, Holmberg B och Wretstrand A (2012). Hur säker är bussen? Skador och risker i samband med bussresor i tätort. Bulletin 274 - Lunds Universitet, Tekniska högskolan i Lund. ISSN 1653-1930.

WHO (2005). Health effects of transport-related air pollution. Editors: Krzyzanowski M, Kuna-Dibbert B och Schneider J.

WHO (2008). Methodological guidance on the economic appraisal of health effects related to walking and cycling: summary. Economic assessment of transport infrastructure and policies.

WHO (2011). Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. ISBN 9789289002295.

Yngström Wänn (2009). Systemanalys 2020 Nationell plan + länsplaner för UA 0 % -nivån. Vägverket och banverket PM.

Zuurbier M, Hoek G, Oldenwening M, Lenters V, Meliefste K, van den Hazel P, Brunekreef B (2010). Commuters' Exposure to Particulate Matter Air Pollution Is Affected by Mode of Transport, Fuel Type, and Route. *Environ Health Perspect.* 118(6): 783–789.