


Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

KUND

Jarl Hammarqvist, Trafikverket

KONSULT

WSP, Umeå Universitet och Karolinska Institutet

KONTAKTPERSON


Fredrik Johansson, WSP

Tel. 070-28 37 813


E-post: fredrik.johansson@wspgroup.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	<u>INLEDNING</u>	11
1.1	<u>Syfte, frågeställningar och avgränsningar</u>	11
1.2	<u>Rapportens disposition</u>	12
2.	<u>VAL AV MÅTT PÅ HÄLSA – DALY</u>	13
2.1	<u>Beskrivning av DALY</u>	13
2.2	<u>Underlag till DALY-beräkningar</u>	14
2.3	<u>Diskontering och åldersviktning</u>	15
2.4	<u>Diskussion om DALY</u>	16
3.	<u>BULLER</u>	18
3.1	<u>Trafikbullerexponering</u>	18
3.2	<u>Bullerexponering och hälsa</u>	21
3.3	<u>Metod för beräkning av hälsokonsekvenser av trafikbuller</u>	25
3.4	<u>Resultat av testberäkning</u>	36
3.5	<u>Diskussion</u>	41
4.	<u>AKTIVT RESANDE</u>	43
4.1	<u>Exponering av aktivt resande</u>	43
4.2	<u>Trafiksystemet och exponering</u>	48
4.3	<u>Hälsa och aktivt resande</u>	54
4.4	<u>Metod för beräkning av hälsokonsekvenser av aktivt resande</u>	58
4.5	<u>Resultat av testberäkning</u>	66
4.6	<u>Diskussion</u>	68
5	<u>LUFTFÖRORENINGAR</u>	70
5.1	<u>Exponering för trafikens luftföroreningar</u>	70
5.2	<u>Exponerings-responssamband</u>	72
5.3	<u>Metod för beräkning av hälsokonsekvenser av luftföroreningar från trafik</u>	78
5.4	<u>Resultat av testberäkning</u>	84

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

5.5	Diskussion.....	88
6	SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE	90
6.1	Effekt av Trafikverkets åtgärder och verksamhet – två angreppssätt.....	92
6.2	DALY som hälsomått.....	93
6.3	Osäkerheter och utvecklingspotential.....	93
	REFERENSER	96
	BILAGA 1. GEMENSAMMA FÖRUTSÄTTNINGAR	105
	BILAGA 2. FÖRENKLINGAR I DEN NATIONELLA KARTLÄGGNINGEN AV TRAFIKBULLER	109
	BILAGA 3 ALTERNATIV TILL ÖVERSÄTTNING MELLAN OLIKA BULLERMÅTT	110
	BILAGA 4. UTDRAG UR STROKEDATABASEN.....	111
	BILAGA 5. ANTAL EXPONERADE FÖR TRAFIKBULLER I SVERIGE	112
	BILAGA 6. TEST AV BERÄKNINGSMETOD FÖR AKTIVT RESANDE.....	119
	BILAGA 7. TEST AV BERÄKNINGSMETOD FÖR AKTIVT RESANDE – KLIMATSCENARIO	122

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

FÖRORD

WSP, Umeå Universitet och Karolinska Institutet har fått i uppdrag av Trafikverket att utveckla en metod för att beräkna hälsokonsekvenser inom transportsektorn. Beräkningsmetoder har tagits fram för buller, luftföroreningar och aktivt resande. Hälsokonsekvenserna presenteras i en indikator som väger samman förlorade friska levnadsår genom förtida död och minskad livskvalitet på grund av sjukdom, Disability Adjusted Life Years (DALY).


Fredrik Johansson (WSP) var projektledare för uppdraget. Emma Tarrodi (WSP) var uppdragsledare från oktober 2016.

Marianne Klint (WSP), Andreas Novak (WSP), Jenny Selander (Karolinska Institutet), Charlotta Eriksson (Stockholms läns landsting) och Theo Bodin (Karolinska Institutet) arbetade med utvecklingen av beräkningsmetoden för buller och hälsa.

Fredrik Johansson (WSP), Karin Brundell-Frej (WSP), Xinpei Cui (WSP), Johan Nilsson Sommar (Umeå Universitet) och Wasif Raza (Umeå Universitet) arbetade med utvecklingen av beräkningsmetoden för aktivt resande och hälsa. Vi vill även tacka Pelle Envall (Trafikutredningsbyrån) för värdefulla kommenterar på arbetet.

Eva Ericsson (WSP), Helen Lindblom (WSP) och Bertil Forsberg (Umeå Universitet) arbetade med utvecklingen av beräkningsmetoden för luftföroreningar och hälsa. I samband med framtagning av metod för befolknings-exponeringen har Malin Gustafsson IVL Svenska Miljöinstitutet och Christer Johansson på SLB-analys bidragit med data och kommentarer.

Från Trafikverket har Jarl Hammarqvist (projektledare och aktivt resande), Karin Blidberg (buller) och Martin Juneholm (luftföroreningar) deltagit.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

SAMMANFATTNING

Syftet med projektet har varit att utveckla en metod som kan användas för att beräkna det svenska trafiksystemets bidrag till ohälsa till följd av:

- Luftföroreningar
- Buller
- Fysisk inaktivitet

Stora delar av metodutvecklingen i projektet har bedrivits i tre parallella delprojekt, ett för vardera ovanstående sakområde. För vart och ett av sakområdena skall metoden kunna användas för tre olika typer av analyser:


- **Tillståndsbeskrivning:** Det totala ohälsobidraget från hela transportsektorn
- **Uppföljning:** Hur ohälsobidraget förändras över tid (till exempel mellan två på varandra följande år)
- **Utvärdering:** Hur ohälsobidraget förändrats till följd av Trafikverkets åtgärder/verksamhet

Hälsokonsekvenserna mäts med DALY

I beräkningsmetoderna används Disability Adjusted Life Years (DALY) för att beskriva hälsokonsekvenser. DALY är en sammanvägd indikator som redovisar hälsokonsekvenserna i form av antal friska levnadsår som en population förlorar genom en negativ hälsopåverkan (eller tjänar genom ökad fysisk aktivitet). Fördelen med DALY som indikator är att den tar hänsyn till både risker för förtida död och risker att insjukna i olika kroniska sjukdomar.

Beräkningsmetoder

De framtagna beräkningsmetoderna innehåller två steg. I det första görs en beräkning av exponeringen (t.ex. exponeringen för ett år jämfört med referenssenariot). I det andra beräknas hälsokonsekvenserna med hjälp av identifierade exponerings-responssamband. En sammanfattning av metoderna ges i faktarutor nedan.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Faktaruta: Beräkningsmetod för buller och hälsa.

Beräkningsmetod för buller och hälsa

Beräkning av total bullerexponering för hela transportsystemet


1. Beräkning av andelen bullerexponerade vid bostaden, redovisat i 5-dBA-intervall. Data tas från nationella bullerkartläggningen samt från Statistiska centralbyrån.

Beräkning av förändring av bullerexponering

2. Inhämtning av uppgifter om bullerskyddsåtgärder från Trafikverket.
3. Simulering av sänkt bullerexponering (<55dBA) för hela populationen.

Beräkning av hälsokonsekvenser

4. Inhämtning av information om totala antalet besvärade, insjuknade och avlidna och beräkning av hur många av dessa som kan tillskrivas trafikbuller.
5. Identifiering av samband mellan bullerexponering alternativt förändring av bullerexponering och besvärelseupplevelser, insjuknande och/eller dödsfall, i olika decibelintervall. Beräkningar är gjorda för olika bullermått och därför behövdes en transformering dem emellan göras.
6. Beräkning av antalet DALY: Effekten på mortalitet (dödlighet), morbiditet (sjuklighet) och/eller besvärelseupplevelser beräknas för tre hjärt-kärlsjukdomar samt allmänstörning och sömnstörning i form av förtida dödsfall samt kvarvarande levnadsår och/eller antal förlorade friska år. Detta baseras bl.a. på exponerings-responssamband, andelen exponerade samt dess sjukdomsvikt vid DALY-beräkning.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Faktaruta: Beräkningsmetod för aktivt resande och hälsa.

Beräkningsmetod för aktivt resande och hälsa

Beräkning av exponering

1. Beräkning av reslängd per dag: Baserat på enkätdata från resvaneundersökningen har det genomsnittliga antalet kilometer som en person cyklar respektive går en viss dag uppskattats uppdelat på åldersgrupper och kön.
2. Omräkning av reslängd per dag till reslängd per vecka: 77 procent av det uppskattade cyklandet och 100 procent av resandet till fots antas utföras regelbundet.
3. Omräkning av reslängd till restid: För att sedan räkna om genomsnittliga avstånd till genomsnittlig restid antas gående i genomsnitt gå 4,8 kilometer/timme samt cyklister cykla i en hastighet som beror av ålder och kön enligt en studie av cyklister i Stockholm (Schantz, 2016).

Beräkning av hälsokonsekvenser

4. Beräkning av relativ riskreduktion för befolkningen: Den relativa riskreduktionen vid exponeringen (MET timmar per vecka) beräknas per åldersgrupp och kön.
5. Antal förhindrade fall av kronisk sjukdom och förtida död som kan tillskrivas brist på fysisk aktivitet beräknas.
6. DALY beräknas utifrån antal förhindrade fall av kronisk sjukdom och förtida död med DW-faktorer och durationerna som presenteras.

Faktaruta: Beräkningsmetod för luftföroreningar och hälsa.


Beräkningsmetod för luftföroreningar och hälsa

Beräkning av exponering

1. Beräkning av emissioner av trafikrelaterade partiklar i tätort för ett basår, 2010. Utsläppen fördelas på avgaspartiklar och slitagepartiklar samt på stora, medelstora och små tätorter.
2. Framtagning av samband mellan emissioner i tätort och tätortsbefolkningens exponering för trafikrelaterade partiklar. I beräkning kombinerades resultat från tidigare studier genomförda av IVL, SMHI och SLB. Genom bearbetning av resultat från dessa studier skattades samband mellan emissionsförändringar och halt- exponeringsförändringar i olika ortstyper. För slitagepartiklar gjordes även en viktning med avseende på var i landet orten låg med antagande om olika dubbdäcksanvändning.
3. Beräkning av förändringar av emissioner och exponering för efterföljande år. För åren efter basåret beräknas emissionernas utveckling uppdelat på de tre tätortskategorierna med hjälp av HBEFA-modellen. Utifrån emissionernas förändring skattas en förändring av haltnivåer med antagande om linjära samband enligt punkt 2. Förändringen i haltnivåer respektive folkmängdsförändring ger befolkningsexponering för aktuellt beräkningsår.

Beräkning av hälsokonsekvenser

4. Beräkning av antalet DALY – Mortalitet:
Beräkningarna utgår från antagande om att avgaspartiklar har en långsiktig effekt på mortaliteten (dödsfall) medan slitagepartiklar endast antas kortvarigt påverka totala antalet dödsfall. För DALY-beräkningen användes exponerings-responssamband för hur risken att dö påverkas av årsmedelhalten och hur många fall det blir i olika åldrar. Antal förlorade levnadsår beräknas utifrån dödsålder.
5. Beräkning av antalet DALY – Morbiditet:
Effekten på morbiditet (sjuklighet) beräknas för fem sjukdomar i form av antal förlorade friska år. Detta baseras på exponerings-responssamband, ålder vid insjuknandet, beräknat antal år som återstår att leva med sjukdomen samt dess sjukdomsvikt vid DALY-beräkningen.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Transportsystemets påverkan på hälsan

Beräkningsmetoderna har använts för att beräkna effekterna som dagens transportsystem har på hälsan. Effekterna är i förhållande till framtagna referensscenarios. Nedan ges en sammanfattning av trafiksektorns hälsokonsekvenser för buller, aktivt resande och luftföroreningar. Plustecknen i tabellen nedan betyder att bullerstörningar leder till drygt 40 000 förlorade funktionsjusterade levnadsår och luftföroreningarna till 27 000 förlorade funktionsjusterade levnadsår. Minustecknet betyder att dagens aktiva resande bidrar till att 83 000 förlorade funktionsjusterade levnadsår undviks.

Det är dock viktigt att poängtera att DALY-beräkningar för dessa tre exponeringar i dagsläget inte är jämförbara. Detta på grund av olika detaljeringsgrad på grunddata både för andel exponerade, identifierade hälsoutfall samt exponering-respons mellan exponering och hälsoutfall.

Tabell: Transportsystemets påverkan på hälsan

Sakområde	DALY	Antal förtida dödsfall
Buller	+ 41 000	+ 500
Aktivt resande	- 83 000	- 3500
Luftföroreningar	+ 27 000	+ 3000

1. INLEDNING

Trafikverket har i uppdrag att redovisa vilka hälsokonsekvenser som transportsystemet och verkets arbete ger upphov till. Detta uppdrag hänger samman med preciseringar av de transportpolitiska målen, där hälsa är en viktig del. I det transportpolitiska hänsynsmålet ingår bl.a. att transportsystemet ska bidra till ökad hälsa (Prop. 2008/09:93 2009). Hälsa är relativt nytt som specifikt utpekat målområde inom transportpolitiken. Att arbeta med hälsofrågor är dock inget nytt för Trafikverket och att det nu pekats ut är rimligen en markering av hälsofrågornas ökade betydelse i samhällsplaneringen. Trafikverket väljer initialt att följa upp och redovisa hälsokonsekvenser för tre områden:

- Buller
- Luftföroreningar
- Aktivt resande


För att kunna beskriva de hälsokonsekvenser som transportsystemet ger upphov till behöver metoder och indikatorer utvecklas. Ett forskningsprojekt startades hösten 2014 med syfte att ta fram metoder för att beräkna hälsokonsekvenser inom de tre ovannämnda sakområdena, och det är resultaten från det projektet som presenteras i den här rapporten. De framtagna metoderna baseras på vetenskapliga epidemiologiska samband mellan exponering och hälsokonsekvenser. Projektgruppen är tvärvetenskaplig och omfattar experter både inom trafikanalys och inom miljömedicin.

För att kunna styra mot det transportpolitiska hänsynsmålet (om en ökad hälsa) är det viktigt att kunna mäta hälsokonsekvenser samt följa utvecklingen över tiden.

1.1 SYFTE, FRÅGESTÄLLNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR

Syftet med den här rapporten är att redovisa metoder för att beräkna hälsokonsekvenser av buller, luftföroreningar och aktivt resande inom transportsektorn. Metoderna är framtagna inom ett forskningsprojekt finansierat av Trafikverket. Metoderna ska kunna användas för tre typer av analyser:

- **Tillståndsbeskrivning:** Kvantifiera hälsokonsekvenserna av dagens transportsystem.
- **Uppföljning:** Följa upp utvecklingen av hälsokonsekvenser över tiden.
- **Utvärdering:** Utvärdera hälsokonsekvenser av olika scenarier samt av Trafikverkets arbete.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tonvikten i rapporten ligger på att beskriva metoderna och metodutvecklingen. I rapporten beskrivs de olika stegen i metoderna, vilka begränsningar som finns samt vilka avvägningar som har gjorts i respektive steg. I slutet av rapporten presenteras även några räkneexempel för att visa hur metoderna kan tillämpas.

Metoderna är utvecklade för att mäta hälsokonsekvenser av buller, luftföroreningar och aktivt resande. Hälsokonsekvenserna är avgränsade till risken för förtida dödsfall och insjuknande i vissa kroniska sjukdomar/tillstånd. Detta innebär att lindriga och övergående sjukdomar/tillstånd inte ingår i metoden (t.ex. ökad/minskad risk för förkylning). För buller ingår dock allmänstörning och sömnstörning i metoden. Andra, icke hälsomässiga, sekundära effekter som förändrad exponering för buller, luftföroreningar och aktivt resande kan ge upphov till ingår inte heller i metoderna (t.ex. sjukfrånvaro, vårdkostnader).

1.2 RAPPORTENS DISPOSITION

I kapitel 2 beskrivs det valda måttet på hälsa, DALY, samt dess fördelar och begränsningar. I kapitel 3 beskrivs metoden för beräkning av hälsoeffekter för buller, i kapitel 4 för aktivt resande och i kapitel 5 för luftföroreningar. I kapitel 6 dras slutsatser och ett antal rekommendationer ges.

Det finns även 7 bilagor till rapporten. I Bilaga 1 redovisas ett antal gemensamma förutsättningar för beräkningsmetoderna. I bilaga 2 och 3 redovisas förenklingar och beräkningsmetodik för bullermetoden. I bilaga 4 redovisas ett utdrag ur strokestatistik. Slutligen redovisas test av beräkningsmetoderna i bilaga 5-7. Metoden kan även användas för scenarioräkningar. I bilaga 7 presenteras ett beräkningsexempel av hälsoeffekter av aktivt resande för ett tänkt klimatscenario. Detta beräkningsexempel är ämnat att visa hur metoden kan användas i framtida scenarier.

2. VAL AV MÅTT PÅ HÄLSA – DALY

Hälsokonsekvenser kan utvärderas på olika sätt, och varje indikator har sina för- och nackdelar. Vilken indikator som ska väljas beror på vad indikatorn ska användas till. Syftet i detta projekt är att utveckla en metod för att beräkna hälsokonsekvenser varför en indikator för just hälsotillståndet är lämplig. Indikatorn som Trafikverket har valt att använda är *DALY*, vilket står för *Disability Adjusted Life Years* eller *Funktionsjusterade levnadsår* översatt till svenska. I det här kapitlet beskriver vi först vad DALY-indikatorn består av. Sedan följer en kort diskussion av för- och nackdelar med den valda indikatorn.

2.1 BESKRIVNING AV DALY

DALY som begrepp utvecklades under 1990-talet av Världshälsoorganisationen och Världsbanken (WHO, 2011). Syftet med indikatorn är att väga samman antalet år som personer i en befolkning lever med en funktionsnedsättning eller sjukdom med antal förlorade år på grund av förtida död under ett givet år. Fördelen med DALY-indikatorn är att det är en sammanvägd indikator för olika sjukdomsfall och för dödsfall. Detta gör det möjligt att genom en indikator presentera den totala sjukdomsördan i en population.

DALY-indikatorn består av två sammanvägda indikatorer:

- **YLL** - Years of Life Lost – förlorade levnadsår
- **YLD** - Years Lived with Disability – levda år med funktionsnedsättning.

YLL mäter antal friska levnadsår som en person förlorar på grund av förtida död och beräknas enligt följande (WHO, 2016a):

$$YLL = N * L$$

Där:

N= antal dödsfall

L= förväntad livslängd vid åldern då dödsfallet inträffade (standard of life expectancy at age of death in years).

YLD är en indikator som mäter antal friska levnadsår som förloras på grund av sjukdom. För att kunna jämföras med YLL viktas sjukdomen med en funktionsvikt som speglar sjukdomens allvarlighetsgrad (mellan 0 och 1 där 0 är fullt frisk och 1 död). YLD beräknas enligt följande (WHO, 2016):

$$YLD = I * DW * L$$

Där:

I = antal incidenta fall

DW= Disability weight (funktionsvikt, DW-faktor)

L= genomsnittlig duration till återställande eller död (i antal år)

2.2 UNDERLAG TILL DALY-BERÄKNINGAR

För att kunna genomföra DALY-beräkningar av transportsystemets hälsopåverkan behövs uppgifter om trafik, exponering och exponerings-responssamband.

Trafik handlar om trafiksystemet; flöden, färdmedelsfördelning etc.

Exponering handlar om hur människor utsätts för de hälsopåverkande effekter som uppstår till följd av trafiken; luftföroreningar där människor vistas, trafikbuller i och utanför bostäder etc.


Exponering-Respons är de samband som i medicinsk forskning fastslagits gälla mellan exponering och olika typer av sjukdomar.

Ovanstående uppgifter är specifika för respektive sakområde och vilken typ av uppgifter som behövs beskrivs mer ingående i kapitel 3, 4 och 5. Andra underlag som behövs för beräkningarna, hälsostatistik, funktionsvikter och data om sjukdomsduration är gemensamma förutsättningar.

Hälsostatistik. DALY-beräkningarna baseras på samma data när det gäller hälsostatistik. Det gäller bland annat information om årlig mortalitet (dödlighet) och morbiditet (sjukdom) för relevanta sjukdomar. Se bilaga 1 för den hälsostatistik som har använts i testberäkningarna som presenteras i denna rapport. Inför varje DALY-beräkning bör relevant och aktuell hälsostatistik inhämtas bland annat från Socialstyrelsen.

Funktionsvikter, DW-faktorer, används för att beräkna år med viss funktionsnedsättning på grund av sjukdom. De är samma för de tre sakområdena. Av förklarliga skäl är det mycket komplicerat att fastställa en sjukdoms funktionsvikt. Det finns inga ”sanna värden” utan funktionsvikterna bör ständigt utvärderas och diskuteras. När DALY-metoden togs fram till WHO:s beräkningar i *Global Burden of Disease* användes referensgrupper för att fastställa funktionsvikterna (Murray and Acharya, 1997). Funktionsvikterna som används i metoderna är tagna från WHO:s rapport *Global Burden of Disease 2004*. De presenteras i bilaga 1. Inför varje DALY-beräkning bör aktuella DW-faktorer inhämtas.

Duration för olika sjukdomar är en annan gemensam förutsättning. Antalet år med sjukdom bestäms av den förväntade livslängden med sjukdomen föru-


Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

tom för hjärtinfarkt där sjukdomsdurationen antagits vara ett år för de fall som förväntas överleva första året. Överlevnaden efter lungcancer, bröstcancer och tjocktarmscancer, samt första året efter insjuknande i hjärtinfarkt och stroke, har inhämtats från Socialstyrelsen. För stroke har överlevnaden därefter baserats på data från Riksstroke (egna beräkningar av Eriksson m.fl., 2008) där extrapolering har skett efter tre års överlevnad. Ettårsmortaliteten efter hjärtsvikt har antagits vara tre gånger så hög som i totala befolkningen. Förväntade livslängden efter insjuknande i diabetes antas vara oförändrad.

2.3 DISKONTERING OCH ÅLDERSVIKTNING

I den ursprungliga metoden som togs fram åt WHO användes viktning av olika åldersgrupper (se t.ex. Murray, 1994). DALY-indikatorns konstruktion, som mäter antal förlorade friska levnadsår, leder till att personer som drabbas av en sjukdom i yngre ålder tillmäts en större vikt (fler DALY) än personer som drabbas av en liknande sjukdom högre upp i åldrarna. Murray m.fl. (1997) argumenterar för att man bör använda åldersspecifika vikter för att värdera upp vissa åldersgrupper. Deras resonemang baseras på att DALY ska användas för att rikta hälsoinsatser dit de har störst effekt (flest DALY per investerad krona), vilket enligt dem motiverar att vikta upp vissa åldersgrupper. I den framtagna metoden som presenteras i den här rapporten används ingen åldersviktning, vilket betyder att varje förlorat levnadsår värderas lika högt oberoende av vilken ålder personen har. Eftersom DALY-indikatorn, som alla hälsoindikatorer, präglas av subjektiva bedömningar och värderingar, kan det vara problematiskt att använda DALY för att prioritera hur hälsofrämjande åtgärder ska prioriteras. I metoden som presenteras i den här rapporten används DALY för att följa upp hälsokonsekvenser på en aggregerad nivå, men metoden är inte tilltänkt för att identifiera en optimal allokering av resurser. Vilka områden som ska prioriteras är en politisk fråga, där DALY kan utgöra ett underlag bland flera. Det är dock viktigt att ha i åtanke att en kronisk sjukdom eller ett dödsfall som inträffar i tidigare åldrar tillmäts fler DALY än de som inträffar högre upp i åldrarna.

Det finns även diskussioner inom litteraturen om framtida hälsovinster ska diskonteras (dvs. att de ska väga mindre tungt än hälsovinster som uppstår idag). Denna tes drivs främst av ekonomer, och framtida effekter diskonteras vanligtvis i samhällsekonomiska analyser. I den framtagna metoden har vi valt att inte diskontera framtida hälsokonsekvenser.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


2.4 DISKUSSION OM DALY

Det positiva med DALY som indikator är att det är en sammanvägd indikator av både år med nedsatt hälsa och förlorade levnadsår genom förtida död. Som indikator fungerar den bra för att följa förändringar på en aggregerad nivå över tiden. Eftersom det är en sammanvägd indikator är den väl anpassad för denna typ av aggregerad uppföljning.

DALY möjliggör också att den totala sjukdomsördan kan jämföras mellan olika områden, t.ex. aktivt resande, buller, luftföroreningar, eller (vilket ej behandlas i denna studie) trafikolyckor. När en jämförelse av sjukdomsördan görs mellan olika områden är det dock viktigt att ha DALY-indikatorns konstruktion i åtanke, t.ex. att dödsfall i yngre åldrar ger fler förlorade år än dödsfall högre upp i åldrarna. Antalet DALY påverkas också av vilka exponerings-responssamband som anses nog etablerade för att inkluderas. Om upplevd störning inkluderas för buller men besvärsupplevelse inte kan inkluderas för avgaser, så leder det till problem vid jämförelser mellan buller och avgaser. Bara för att DALY-indikatorn erbjuder ett mått för att jämföra hälsokonsekvenser inom olika områden, betyder det inte att DALY-indikatorn ska användas för att prioritera resurser mellan olika områden. En nackdel med DALY som indikator är att den är svår att kommunicera ut till allmänheten. Det är komplicerat att förstå vad som avses med t.ex. 50 000 DALYs. När man ska kommunicera är det därför bättre att använda relativa tal som exempelvis andelen DALYs som tillskrivs en viss riskfaktor. Detta betyder mer konkret att man exempelvis kan visa hur stor andel av den totala sjukdomsördan (i DALY) som kan tillskrivas exempelvis bullerexponering. Det är också viktigt att ha i åtanke att döds- och i viss mån sjukdomsfall i yngre åldrar väger tyngre än fall högre upp i åldrarna. Det finns andra liknande sammansatta indikatorer. En av dessa är QALY (Quality Adjusted Life Years – kvalitetsjusterade levnadsår). Det finns vissa beräkningsmässiga skillnader mellan DALY och QALY, men i stort följer de liknande strukturer. Några skillnader är:

- DALY mäter sjukdomsörda och QALY förbättrad livskvalitet. Det vill säga att en DALY är något negativt medan en QALY är något positivt.
- Beräkning av funktionsvikterna skiljer sig åt.
- Åldersvikter används ibland i DALY.


Ett alternativ till att uttrycka ohälsobördan i DALY är att använda samhälls-ekonomiska beräkningar, vilket exempelvis länge har gjorts inom projektet ExternE med relaterade aktiviteter, av EU exempelvis inom Clean Air for Europe (CAFE) och av Trafikverket inom ASEK (Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn). Dessa beräkningar kan inkludera olika slag av kostnader som sjukdomsfall genererar, t.ex. produktionsbortfall och direkta sjukvårdskostnader. Den tyngsta posten brukar dock vara

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

effekten av förtida död, vilken kan uttryckas utifrån det statistiska värdet av ett liv (VSL – value of a statistical life) eller värdet av ett levnadsår (VOLY – Value of a life year), ofta med belopp som är överenskomna t.ex. för beräkningar inom EU. WHO:s beräkningsverktyg HEAT (Health Economic Assessment Tool for cycling and walking) beräknar samhällsekonomiska effekter av cykling och gång men inkluderar enbart betydelsen för mortalitet.

Tankegången bakom samhällsekonomisk värdering och beräkning av DALY är i båda fallen att omsätta olika slags konsekvenser till samma mått och enhet. Om man accepterar att DALY-konceptet faktiskt är att räkna om år med sjukdom till att motsvara förlorade levnadsår, så bör etablerade VSL- och VOLY-värden kunna tillämpas också för beräkningar i DALY. Några forskare har beräknat värden på DALY utifrån BNP per capita (Dalal, 2015).

Ett problem vid jämförelse av beräkningar av DALY respektive samhällskostnader är att det för effekter på morbiditet (sjukdom) är olika studier som kan ge information. För DALY-beräkningen krävs studier av hur sjukdomsförekomsten (uppkomsten) har samband med riskfaktorn, medan de samhällsekonomiska värderingarna oftast intresserar sig för hur vårdkonsumtionen påverkas. Dessa skillnader kan innebära att olika faktorerers storleksmässiga betydelse kan rangordnas olika av en DALY-beräkning respektive en samhällsekonomisk beräkning.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

3. BULLER

Buller definieras som oönskat ljud. En av de vanligaste källorna till buller är trafik. Trafikbuller genereras främst från vägtrafik, spårtrafik och flygtrafik. Buller uppstår dels genom fordonets egna ljud samt det ljud som uppstår av friktionen mellan exempelvis fordon och vägbana/spårväg. Vägtrafikbuller består av en kombination av motorljud samt buller som uppstår i kontakt mellan däck och vägbeläggningen. För spårtrafik består bullret av en kombination av ljud som uppstår i kontakt mellan hjul och räls, ljud som uppstår i kontakt mellan strömavtagare och luftledningen samt aerodynamiskt ljud från framförallt loket.

Buller är den miljöstörning som berör flest människor. Utöver att många bostäder utsätts för buller blir även andra områden, såsom rekreativmiljöer, med god ljudkvalitet färre. Ett flertal forskningsstudier har visat att buller påverkar människors hälsa och välbefinnande negativt.

I denna rapport redovisas en modell för att beräkna hälsoeffekter av trafikbuller i boendemiljön från väg- och spårtrafik.


3.1 TRAFIKBULLEREXPONERING

Ljudutbredningen längs trafiksystemet beror bl.a. på trafikslag, intensitet, hastighet, skärmning, väderförhållanden och topografi. Bedömning av bullerexponering för stora populationsgrupper genomförs vanligtvis med hjälp av bullerkartläggningar, huvudsakligen bullerberäkningar.

Buller/ljud mäts/beräknas vanligen i decibel (dB) med A-filter (dBA). A-vägda ljudnivåer ger en acceptabel korrelation med hur vi upplever många typer av ljudkällor vid normala ljudnivåer. För exempelvis lågfrekvent buller från fläktar eller större maskiner ger C-vägda ljudnivåer en bättre korrelation. Vid vissa fall när det gäller lågfrekvensproblem, i t.ex. bostäder, krävs dock ovägda nivåer i specifika frekvensband då varken dBA- eller dBC-nivåer ger ett bra mått på störupplevelsen.

Det finns flera mätetal för trafikbuller. De två som vanligtvis används i Sverige är de ekvivalenta och maximala ljudnivåerna. Den ekvivalenta ljudnivån, L_{Aeq} , är ett logaritmiskt medelvärde som för trafikbuller normalt gäller för en 24-timmarsperiod (skrivs ibland L_{Aeq24h}). Tiden utelämnas ofta eftersom det för trafikbuller alltid är hela dygnet som gäller. För t.ex. industribuller kan dock andra tider förekomma som exempelvis en arbetsdag.

Den maximala ljudnivån, L_{Amax} , är den högsta förekommande under den aktuella 24-timmarsperioden. Maximalnivån kan mätas och beräknas med två olika tidskonstanter, Fast eller Slow. För vägtrafik- och tågbuller används alltid Fast och man kan där använda beteckningen L_{AFmax} . För flyg förekommer båda sätten att utvärdera, så där förekommer också L_{ASmax} .

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

När storheten innehåller A:et, för A-vägningen, blir enheten bara dB.

För EU-kartläggningar används ett annat mått, L_{den} , där 'den' står för day, evening och night. Olika vägning görs för de tre tidsperioderna innan bidragen från de tre perioderna slås samman. För att enbart studera nattperioden används L_{night} eller L_n , vilket även införts som parameter i den svenska klassningsstandarden för bostäder.

Trafiksystemet och exponering

För att kunna beräkna trafikbullrets hälsopåverkan behövs bland annat information om antal personer som är utsatta för buller från olika trafikslag i dagsläget, det vill säga antal bullerutsatta för väg- och järnvägsbuller inom olika bullerintervall. Den mest heltäckande bullerkartläggningen i Sverige är den nationella bullekartläggningen som Naturvårdsverket genomför och denna kartläggning bedöms därför vara den mest lämpliga att använda för DALY-beräkningen.


Nationell bullerkartläggning

Naturvårdsverket, med stöd av svensk miljöövervakning, har kartlagt antalet bullerutsatta från väg-, spår- och flygtrafik i Sverige år 2011. Naturvårdsverket samlar in kommunkartläggningar gällande trafikbuller i hela landet vart femte år. Detta gäller de kommuner med fler än 100 000 invånare för vilka EU kräver bullerkartläggning enligt direktivet för omgivningsbuller (END¹). Förutom bullerkartläggning skall beräkning utföras av antalet bullerexponerade invånare. Flera kommuner utför frivilligt kartläggningar för sin egen samhällsplanering, men dessa utredningar samlas inte in centralt.

Förutom att samla in och leverera kartläggningarna till EU används de insamlade kartläggningarna till att sammanställa en Sverigekartläggning med jämna mellanrum. För att kunna uppskatta antalet bullerexponerade i hela Sverige utökas de bullerkartlagda kommunerna med schablonberäkningar i de icke kartlagda kommunerna.

Indata från nationella vägdatabasen, Trafikverket, Socialstyrelsen och Swedavia har använts tillsammans med statistik från SCB samt kartläggningar enligt END-direktivet, för att beräkna och sammanställa antalet bullerexponerade från de olika trafikslagen. Denna sammanställning är i dagsläget det bästa vi har för att kunna beräkna antalet bullerexponerade för väg- och spårtrafik nationellt i Sverige. Denna kartläggningsmetod har utvecklats över tid och i takt med att EU:s END-direktiv kräver noggranna bullerkartläggningar för även mindre samhällen.


¹ Environmental Noise Directive, EU-direktivet 2002/49/EG.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 1 visar exponering för trafikbuller nationellt i Sverige år 2011. Väg- och spårtrafikbuller delas in i sex kategorier, baserat på beräkningar över antalet exponerade för trafikbuller i bostaden kombinerat med befolkningens mängd i Sverige för 2011 (SCB, Sweco). Kategori $L_{Aeq}=50-54$ dB för spårtrafik saknades dock i den nationella bullerkartläggningen och denna beräknades därför fram genom information från Trafikverket (se bilaga 5 Antal exponerade för trafikbuller i Sverige).

Tabell 1. Antal och andel bullerutsatta för väg och spårtrafik 2011 i Sverige. L_{Aeq} i tabellen och i resten av dokumentet är samma sak som L_{Aeq24h} .

Vägtrafik		Spårtrafik	
Ljudnivå L_{Aeq} dB väg	Antalet bullerutsatta vägtrafik 2011 (andel) ^b	Ljudnivå L_{Aeq} dB tåg	Antalet bullerutsatta spårtrafik 2011 (andel) ^b
<45	3 141 755 (33,1 procent)	<45	8 206 305 (86,5 procent)
45-49	2 422 700 (25,5 procent)	45-49	696 300 (7,3 procent)
50-54	2 281 100 (24,1 procent)	50-54	348 150 (3,7 procent)
55-59	991 500 (10,5 procent)	55-59	153 200 (1,6 procent)
60-64	473 600 (5,0 procent)	60-64	59 200 (0,6 procent)
65-69	156 200 (1,6 procent)	65-69	17 600 (0,2 procent)
>70	16 000 (0,2 procent)	>70	2 100 (0,02 procent)
Totalt	9 482 855 ^a		9 482 855 ^a
^a Beräknat på Sveriges befolkningens mängd för 2011, Statistiska Centralbyrån. ^b Baserat på SWECO-rapporten ” Kartläggning av antalet överexponerade för buller” samt egna beräkningar (se avsnitt <i>Beräkning av bullerexponering för ett basår</i> och bilaga 5)			

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Flest människor bor i miljöer med under $L_{Aeq}=50$ dBA vägtrafikbuller respektive spårtrafikbuller. Det är dock en avsevärd mängd människor som bor exponerat för framförallt vägtrafikbuller, både över $L_{Aeq}=50$ dB där man i många studier finner hälsoeffekter och över $L_{Aeq}=55$ dB vägtrafikbuller som är ett av riktvärdena för vägtrafikbuller i Sverige. Ovanstående gäller dygns-ekvivalenta ljudnivåer. Färre är exponerade för spårtrafik med höga dygns-ekvivalenta ljudnivåer. För tågtrafik är det dock oftast de maximala ljudnivåerna som på bästa sätt visar på störningen, även om ekvivalentnivåerna kan vara betydande på sträckor med mycket trafik.


3.2 BULLEREXPONERING OCH HÄLSA

I dagsläget finns ett betydande underlag för att buller kan orsaka ett flertal olika hälsorelaterade besvär och sjukdomar. Buller kan bl.a. orsaka problem med inlärning, koncentration, prestation, taluppfattning, sömnproblem samt allmän störning (WHO, 2011).

Allmän bullerstörning är en sammantagen bedömning av hur störande eller besvärande olika ljudkällor upplevts under en längre tidsperiod. Oftast inkluderas störning av aktiviteter och vila. Den omfattar också själva upplevelsen av obehag och irritation när man utsätts för buller. Störningssupplevelsen är beroende av vilken typ av buller det är, styrka och vilken frekvens ljudet har, hur det varierar över tid samt vilken tid på dygnet ljudet förekommer.

Påverkan på sömn, bland annat genom förlängd insomningsperiod och/eller uppvaknanden har konstaterats vid ljudnivåer över 45 dBA maximal ljudnivå (WHO, 2009). Ostörd sömn är en förutsättning för att människan ska kunna fungera väl. De primära effekterna på sömnen är bland annat svårigheter att somna, uppvaknanden och förändringar av sömndjupet, höjt blodtryck och ökad puls. De sekundära effekterna är ökad trötthet, nedstämdhet, olustkänsla och minskad prestationsförmåga.

Buller är även en stressor som aktiverar det autonoma nervsystemet och det hormonella systemet. Detta leder till frisättning av stresshormoner, till exempel kortisol, som i sin tur påverkar en rad kroppsliga funktioner som blodtryck, ämnesomsättning och immunförsvar. Buller i boendemiljön och arbetsmiljön har genom ett flertal nya studier kunnat kopplas till hjärt-kärlsjukdom, främst till högt blodtryck och hjärtinfarkt, men även stroke (Munzel, 2014). Nya studier har även indikerat en ökad risk för bukfetma samt diabetes om man är exponerad för trafikbuller i sin boendemiljö. Det samma gäller för graviditetspåverkan där det finns indikationer på ett samband mellan bl.a. låg födelsevikt och buller både genom studier i arbetsmiljön och i boendemiljön (Ristovska G, Laszlo HE, Hansell AL., 2014). Exponering för mycket höga ljudnivåer (i t.ex. arbetsmiljön) kan även orsaka hörselskada.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Vid urval av hälsorelaterade utfall att studera har fokus lagts på de hälsoutfall som genom ett flertal tidigare studier av bra kvalitet kan kopplas till väg- eller spårtrafikbuller i boendemiljön. Två områden där bevisläget är tillräckligt starkt identifierades: *allmänstörning/sömnstörning* och *hjärt-kärlsjukdom*. Studier gällande prestation, inlärning och koncentration är främst genomförda i skolmiljö i relation till flygbuller eller i arbetsmiljön i relation till yrkesbuller och dessa väletablerade samband bedöms därmed inte lämpade att studera i denna studie. Bevisläget för ett samband mellan spår- och vägtrafikbuller i boendemiljön och fosterpåverkan, diabetes eller bukfetma/ BMI är fortsatt svagt. Fler studier behövs för att kunna fastställa om ett samband föreligger. Därför inkluderades inte heller dessa hälsoutfall i denna studie. Om starkare stöd samt exponerings-responssamband kommer fram genom ytterligare studier kan även dessa sjukdomar beräknas i DALY.

Exponerings-responssamband


Allmänstörning

Trafikens bullerstörning kan delas in i olika grader av störning. Det exponerings-responssamband som är valt är det mått som beskriver antalet/andelen mycket besvärade av väg- eller spårtrafik i bostaden. Relationen mellan allmänstörning och trafikbuller har beräknats utifrån ett omfattande datamaterial som bygger på en sammanställning av en rad olika internationella fältstudier. Utifrån datamaterialet har en funktion, eller en så kallad standardkurva, kunnat bestämmas för beräkning av andelen mycket störda (Eng. "Highly Annoyed", %HA) vid olika ljudnivåer. (Miedema HM, Oudshoorn CG., 2001; European Commission, 2002). Kurvorna är ej köns- eller åldersspecifika.

$$\text{Vägtrafik: \%HA} = 9.868 \times 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 1.436 \times 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0.5118 (L_{den} - 42)$$

$$\text{Spårtrafik: \%HA} = 7.239 \times 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 7.851 \times 10^{-3} (L_{den} - 42)^2 + 0.1695 (L_{den} - 42)$$

Beräkningar av andelen mycket störda av väg- och spårtrafik i olika bullerintervall redovisas i Tabell 4 och Tabell 5 på sidan 30-31. Delar av tabell 4 och 5 redovisas även omräknade från Lden till bullermåttet LAeq i Tabell 2.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Sömnstörning

Måttet sömnstörning beskriver antalet/andelen mycket sömnstörda av väg- eller spårtrafikbuller i relation till ljudnivån utomhus vid bostadens fasad. Relationen mellan sömnstörning och trafikbuller har beräknats utifrån ett omfattande datamaterial som bygger på en sammanställning av en rad olika internationella fältstudier. Utifrån datamaterialet har en funktion kunnat bestämmas för beräkning av andelen mycket sömnstörda (Eng. ”Highly Sleep Disturbed”, % HSD) vid olika ljudnivåer. (Miedema HM, Oudshoorn CG., 2001; European Commission, 2002). Kurvorna är ej köns- eller åldersspecifika.

$$\text{Vägtrafik: \% HSD} = 20.8 - 1.05L_{\text{night}} + 0.01486(L_{\text{night}})^2$$

$$\text{Spårtrafik: \% HSD} = 11.3 - 0.55L_{\text{night}} + 0.00759(L_{\text{night}})^2$$


Beräkningar av andelen mycket sömnstörda av väg- och spårtrafik i olika bullerintervall redovisas i Tabell 4 och Tabell 5 på sidan 30-31.

Hypertoni

För att kunna beräkna sjukdomsburden för boendeexponering för väg- och spårtrafik måste PAF (population attributable fraction) räknas ut (se bilaga 5). Denna räknas ut med hjälp av en uppskattad riskökning per 5-dB-intervall samt andelen av befolkningen som bor i respektive bullerintervall. Den uppskattade riskökningen för hypertoni är från en nyligen publicerad meta-analys över ett flertal vetenskapliga studier gällande sambandet mellan trafikbuller i bostaden och hypertoni (Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M., 2014). Där presenterades en riskökning på 1,07 ökning (95% CI 1.02-1.12) i risk per 10 dB ökad bullernivå $L_{\text{Aeq}16\text{h}}$, från ca <50 - >75dB. Detta översattes i denna studie till en riskökning på 1,03 per 5-dB från $L_{\text{Aeq}24\text{h}} < 50\text{dB}$. (Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M., 2014, Babisch W., 2014).

Hjärtinfarkt och stroke

Den uppskattade riskökningen för hjärtinfarkt är från en nyligen publicerad meta-analys över ett flertal vetenskapliga studier gällande sambandet mellan trafikbuller i bostaden och hjärtinfarkt. Där presenterades en riskökning på 1,08 ökning (95% CI 1.04-1.13) i risk per 10 dB ökad bullernivå L_{den} , från ca <50 - >75dBA. Detta översattes i denna studie till en riskökning på 1,04 per 5-dB från $L_{\text{Aeq}24\text{h}} = 50\text{dB}$. För stroke hänvisades i denna metaanalys endast till en dansk kohortstudie, därför användes riskökningen för hjärtinfarkt även för stroke i våra beräkningar. I slutfasen av detta projekt publicerades en ny meta-analys fokuserad på stroke (Dzhambov 2016). Denna består av sex stycken

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

studier för vägtrafik, med blandad kvalitet. Resultaten visar ett spann på riskökning mellan RR 0.96 – 1.17 per 10 dBA. Det poolade riskestimatet för kontinuerlig exponering var endast 1.01 (0.96-1.06) per 10dBA, medan de kategoriska riskestimaten visade på en riskökning med 1.04 (95% CI 0.87-1.24) för 50-55 dBA_{Leq24h}, 1.05 (95% 0.75-1.46) för 55-60 dBA_{Leq24h}, 1.21 (95%CI 0.81-1.81) för 60-65 dBA_{Leq24h} och 1.29 (95% CI 0.74-2.24) för 65-70 dBA_{Leq24h}. Vi beslutade att behålla riskökningen för hjärtinfarkt (1.04 per 5dBA) även för stroke eftersom denna är mer välbelagd, baseras på fler studier och hamnar mellan dessa två stroke-riskökningar beskrivna i den nya metaanalysen.


I Tabell 2 och Tabell 3 ges en överblick av de utfall som valts ut till studien samt den riskökning som varje bullerintervall medför. Dessa riskökningar ligger till grund för beräkningarna av DALY i rapporten. För hjärtinfarkt, hypertoni och stroke finns vetenskapliga belägg för att riskökningen startar vid L_{Aeq}=50 dB, för allmänstörning och sömnstörning finns det däremot stöd för att påverkan börjar vid lägre nivåer än så (L_{Aeq}<45dB). Det är dock möjligt att framtida studier ger belägg för att även hjärt-kärlpåverkan börjar vid L_{Aeq}=45 dB. Startpunkten bör därför revideras i framtida uträkningar utifrån den kunskap som finns vid det tillfället gällande hälsoeffekter.

Tabell 2. Exponerings-respons samband mellan vägtrafikbullerexponering i bostaden och valda hälsoeffekter och störningar.

Exponerings-respons samband för ekvivalenta ljudnivåer under ett dygn						Exponerings-respons samband för buller nattetid		
L _{Aeq24h} dB	Antal personer	Allmänstörning procent HA ^a	Hypertoni RR	Hjärtinfarkt RR	Stroke RR	L _{night} dB	Antal personer	Sömnstörning procent HSD ^a
<45	3 141 755	0,00	-	-	-	<45	4 847 157	0,00
45-49	2 422 700	4,67	-	-	-	45-49	2 609 503	4,45
50-54	2 281 100	7,78	1,035	1,040	1,040	50-54	1 244 167	6,63
55-59	991 500	12,39	1,070	1,080	1,080	55-59	583 611	9,56
60-64	473 600	19,24	1,105	1,120	1,120	60-64	169 167	13,22
65-69	156 200	29,07	1,140	1,160	1,160	65-69	25 833	17,63
≥70	16 000	29,07	1,175	1,200	1,200	≥70	3 417	22,78
totalt	9 482 855					totalt	9 482 855	

^a = andel HA=Highly annoyed, HSD=Highly sleep disturbed, dvs. mycket besvärade och sömnstörda. Ökningen är räknad från 45dBL_{Aeq24h}
^b = relativ risk ökning, RR, per intervall. Ökningen är räknad från 50dBL_{Aeq24h}

C:\Users\seet1851\Desktop\DALY rapport 20170317_slutversion.docx

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 3. Exponerings-respons samband mellan spårtrafikbullerexponering i bostaden och valda hälsoeffekter och störningar.

Exponerings-respons samband för ekvivalenta ljudnivåer under ett dygn						Exponerings-respons samband för buller nattetid		
L _{Aeq24h} dB	Antal personer	Allmänstörning procent HA ^a	Hypertoni RR	Hjärtinfarkt RR	Stroke RR	L _{night} dB	Antal personer	Sömnstörning procent HSD ^a
<45	8 206 305	0,00	-	-	-	<45	8 388 477	0,00
45-49	696 300	2,01	-	-	-	45-49	596 933	1,63
50-54	348 150	3,91	1,035	1,040	1,040	50-54	283 889	3,34
55-59	153 200	7,21	1,070	1,080	1,080	55-59	142 556	4,77
60-64	59 200	12,45	1,105	1,120	1,120	60-64	50 778	6,57
65-69	17 600	20,18	1,140	1,160	1,160	65-69	17 111	8,76
≥70	2 100	20,18	1,175	1,200	1,200	≥70	3 111	11,32
totalt	9 482 855					totalt	9 482 855	

^a = andel HA=Highly annoyed, HSD=Highly sleep disturbed, d.v.s. mycket besvärade och sömnstörda. Ökningen är räknad från 45dB_{L_{Aeq24h}}

^b = relativ risk ökning, RR, per intervall. Ökningen är räknad från 50dB_{L_{Aeq24h}}

3.3 METOD FÖR BERÄKNING AV HÄLSOKONSEKVENSER AV TRAFIKBULLER

Den metod för DALY-beräkning som föreslås baseras på WHO:s ekvationer (WHO-online referens, 2015) och valda DW-faktorer (WHO, 2004) i kombination med WHO-rapporten *Burden of disease from environmental noise* (WHO, 2011) samt nyligen uppdaterade meta-analyser över sambandet mellan buller och hjärt-kärlsjukdom (Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M., 2014). Antalet exponerade för väg- respektive spårtrafikbuller föreslås hämtas från den senast genomförda nationella bullerkartläggningen. För beräkning av hälsokonsekvenser av åtgärder används Trafikverkets kartläggning av trafikbuller och åtgärder, se faktaruta nedan.

Beräkning av total bullerexponering för hela transportsystemet

1. Beräkning av andelen bullerexponerade vid bostaden, redovisat i 5-dBA-intervall. Data tas från nationella bullerkartläggningen samt från Statistiska centralbyrån.

Beräkning av förändring av bullerexponering

2. Inhämtning av uppgifter om bullerskyddsåtgärder från Trafikverket.
3. Simulering av sänkt bullerexponering (<55dBA) för hela populationen.

Beräkning av hälsokonsekvenser

4. Inhämtning av information om totala antalet besvärade, insjuknade och avlidna och beräkning av hur många av dessa som kan tillskrivas trafikbuller.
5. Identifiering av samband mellan bullerexponering alternativt förändring av bullerexponering och besvärsupplevelser, insjuknande och/eller dödsfall, i olika decibelintervall. Beräkningar är gjorda för olika bullermått och därför behövdes en transformering dem emellan göras.
6. Beräkning av antalet DALY:
Effekten på mortalitet (dödlighet), morbiditet (sjuklighet) och/eller besvärsupplevelser beräknas för tre hjärt-kärlsjukdomar samt allmänstörning och sömnstörning i form av förtida dödsfall samt kvarvarande levnadsår och/eller förlorade friska år. Detta baseras bl.a. på exponeringsrespons samband, andelen exponerade samt dess sjukdomsvikt vid DALY-beräkning.

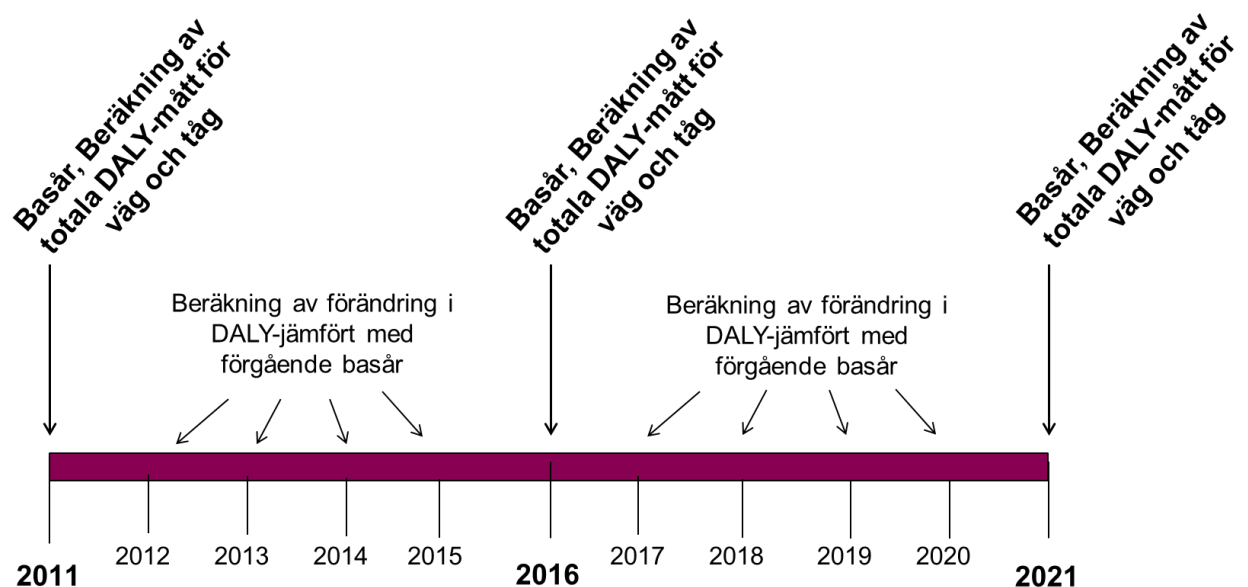
Indata att samla in för beräkningarna:


- Andel exponerade i Sverige för trafikbuller i boendemiljön i 5-dB intervall.
- Antalet prevalenta fall av allmänstörning och sömnstörning
- Antalet prevalenta fall av hypertoni
- Antalet avlidna och levande incidenta fall av hjärtinfarkt och stroke under ett år uppdelat på åldersspann och kön.
- DW-faktorer som representerar svenska förhållanden.
- Durationen för dessa DW-faktorer.
- "Life expectancy" d.v.s. kvarvarande medellivslängd för varje åldersspann och kön.
- Exponerings-responssamband mellan trafikbuller och de valda sjukdomarna eller hälsotillstånden.

Bullerexponering för DALY-beräkning

DALY-beräkningsmetoden bygger på att den nationella kartläggningen fortgår framöver så att det även fortsättningsvis går att få en helhetsbild över antalet exponerade i Sverige. De kalenderår som de nationella bullerkartläggningarna kartlägger kallas i vår metod för Basår. Däremellan görs beräkningar av förändring av DALY, se Figur 1.

Figur 1. Upplägg av metod för beräkning av hälsokonsekvenser av trafikbuller i boendemiljön.



Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Beräkningar av bullerexponering under ett basår

Den nationella kartläggningen av omgivningsbullret görs för de högst befolkade kommunerna och de mest trafikerade väg- och spårsträckorna i Sverige. För 2011 så innebär det:

- Samtliga kommuner i Sverige med fler än 100 000 invånare (13 st)
- Vägsträckor med fler än 3 miljoner fordon per år
- Järnväg med fler än 30 000 tåg per år

Det finns en metodbeskrivning för hur kommunkartläggningar skall utföras för att höja kvaliteten och harmonisera dem (Centrum för Arbets- och Miljömedicin, 2016). Om denna tillämpas i framtida kartläggningar, och om även kommunkartläggningar som utförts utanför EU-direktivet samlas in, kommer framtida Sverigesammanställningar ha förbättrad kvalitet.


Den senast genomförda nationella bullerkartläggningen har använt data om vägutbredning, hastigheter och trafikflöden som hämtas ur nationella Vägdata-basen (NVDB). Information om vägutbredning och hastighetsbegränsning är i stort sett komplett, men det saknas information om trafikflöden i viss utsträckning varför schablonantaganden måste göras.

För att kunna täcka in hela Sverige i den nationella kartläggningen har många förenklingar behövt göras, se bilaga 2. Trots alla de förenklingar och schabloner som har varit tvungna att användas i Sverigekartläggningen är det den bästa uppskattningen som finns tillgänglig av antalet bullerexponerade på Sverigenivå.

De nationella kartläggningarna har gjorts i svenska mått, ekvivalent ljudnivå (L_{Aeq24h}) och maximal ljudnivå (L_{AFmax}). Internationellt används oftast måttet L_{den} (day-evening-night ekvivalentnivå). För att koppla ihop svenska exponeringsdata med internationell forskning krävs transformationer, som i sin tur är approximationer, från L_{Aeq24h} till L_{den} .

Översättning av L_{den} till $L_{Aeq,24h}$ är satt till 4,5 dB för vägtrafik och 6 dB för spårtrafik i SP Rapport ETaP404604 (Jonasson, 2004). Mittenvärdet 5 dB valdes i denna studie som översättning för både väg och spårtrafik så att $55L_{den} = 50L_{Aeq24h}$. Översättningen är gjord för att både transformera antalet exponerade och för att identifiera startpunkten för exponerings-responsdata från internationella studier i L_{den} och L_{de} .

Det saknas en nationell officiell bedömning av antalet exponerade för väg- och spårtrafikbuller i lägre decibelnivåer, därför har en sådan beräkning utvecklats inom ramen för detta projekt (se bilaga 5). Beräkningen baseras på förhållandet mellan antalet exponerade i övriga intervall.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Beräkningar av förändring av bullerexponering

För beräkning av DALY för bullerreducerande åtgärder längs vägar och spårvägar används Trafikverkets inrapporteringssystem för åtgärder som grund. Åtgärderna fördelas i ett antal kategorier och samma person kan inte förekomma i flera av dessa åtgärds-kategorier.

Åtgärderna bestod av bullerskärmar som reducerade både utomhus- och inomhusnivån i bostaden, fasadåtgärder som endast reducerar bullernivån inomhus eller åtgärd som minskade bullret vid uteplats. Då åtgärderna antas medföra olika hälso nytta har vikter applicerats på respektive åtgärds-kategori, se detaljer i bilaga 5.

För att kunna räkna på effekter av åtgärder mot höga maximala ljudnivåer har ett antagande gjorts att riktvärdena för ekvivalent och maximal ljudnivå är lika störande ($L_{Aeq}=30$ dB är lika störande som $L_{AFmax}=45$ dB). Detta antagande har behövt göras då åtgärder gällande tågbuller ofta görs för att åtgärda höga maximalnivåer inomhus. De ekvivalenta ljudnivåerna utomhus är ofta inte så höga utomhus gällande tågbuller men varje passage medför höga maximalnivåer.

Beräkning av DALY

För basåret kan DALY beräknas för hela nationella väg- och spårtransportsystemet. Mellan dessa år föreslås att data från basåret används för att beräkna förändring i DALY p.g.a. åtgärder som genomförts under de aktuella mellanåren. Det kan gälla fasadåtgärder som medfört lägre bullervärden inomhus, bullerskyddsskärmar och andra åtgärder som medfört lägre bullernivå både inom- och utomhus samt en skärm vid en uteplats som medfört en lägre bullerexponering på uteplatsen.


Beräkning av totala hälsokonsekvenser i DALY för ett basår

Allmänstörning

Måttet allmänstörning beskriver antalet/andelen mycket besvärade av väg- eller spårtrafik i bostaden. Relationen mellan allmänstörning och trafik har beräknats utifrån material från olika internationella sammanställningar.

Beräkning av andel mycket störda, %HA, per exponeringskategori baseras på funktionerna som redovisas i kapitel 3.2 *Bullerexponering och hälsa*. Andelen (%HA) används för att beräkna antalet mycket störda av buller per exponeringskategori för vägtrafik (Tabell 4) respektive spårtrafik (Tabell 5).

Då Sverige använder sig av en annan bullerindikator ($L_{Aeq, 24h}$) än vad som används internationellt (L_{den}) har en transformering av decibelvärdena gjorts, se ovan under *Beräkning av bullerexponering under ett basår*.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

För att beräkna andelen mycket störda inom ett 5-decibelsintervall används vanligtvis mittenvärdet i kategorin, t.ex. 52,5 för kategorin $L_{Aeq}=50-54$ dB (läs 50,0-54,9). I dessa beräkningar föreslås dock en korrigeringsfaktor på -0,5 dBA för vägtrafik och +1 dBA för spårtrafik används för att justera för transformationen från $L_{Aeq, 24h}$ till L_{den} .

För ljudnivåer under $L_{den}=50$ dBA görs antagandet att andelen mycket störda i denna kategori är lika med noll. Då funktionen ej är applicerbar på värden $L_{den} \geq 75$ dBA antas andelen mycket störda i denna kategori vara samma som i kategorin $L_{den}=70-74$ dBA.


Beräkning av antal mycket störda i varje bullerintervall baseras på andelen mycket störda i kombination med uppgifter om antalet exponerade för väg- och spårtrafikbuller.

Genom att sedan multiplicera antalet bullerstörda personer med WHO:s ”disability weights” (DW) för bullerstörning (0,02, se bilaga 1), erhålls DALYs för väg- respektive spårtrafik. Antalet som exponeras för spårtrafikbuller i kategorierna $L_{Aeq, 24h} < 55$ dB finns inte redovisat i den senaste kartläggningen och behövde därför uppskattas (se bilaga 5).

Tabell 4. Andel (%) och antal (n) mycket störda (HA) av vägtrafikbuller.

Exponeringskategori (L_{den})	Totalt antal exponerade	Värde i funktionen	Andel fall (%HA)	Antal fall (nHA)
<50	3 141 755	0	0,00	0
50-54	2 422 700	52	4,67	113 140
55-59	2 281 100	57	7,78	177 470
60-64	991 500	62	12,39	122 847
65-69	473 600	67	19,24	91 121
70-74	156 200	72	29,07	45 407
≥ 75	16 000	72	29,07*	4 651
Totalt	9 482 855	-	5,85	554 636

*Då funktionen ej är applicerbar på värden ≥ 75 dB L_{den} antas %HA i denna kategori vara samma som i kategorin 70-74 dB L_{den} .

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 5. Andel (%) och antal (n) mycket störda (HA) av spårtrafikbuller.


Exponeringskategori (L_{den})	Totalt antal exponerade	Värde i funktionen	Andel fall (%HA)	Antal fall (nHA)
<50	8 206 305	0	0,00	0
50-54	696 300	53,5	2,01	13 996
55-59	348 150	58,5	3,91	13 613
60-64	153 200	63,5	7,21	11 046
65-69	59 200	68,5	12,45	7 370
70-74	17 600	73,5	20,18	3 552
≥ 75	2 100	73,5	20,18*	424
<i>Totalt</i>	<i>9 482 855</i>	-	<i>0,53</i>	<i>50 000</i>

*Då funktionen ej är applicerbar på värden ≥ 75 dB L_{den} antas %HA i denna kategori vara samma som i kategorin 70-74 dB L_{den} .

Sömnstörning

Beräkning av andel mycket sömnstörda, %HSD, per exponeringskategori baseras på funktionerna som redovisas i kapitel 3.2 Bullerexponering och hälsa. Andelen (%HA) används för att beräkna antalet sömnstörda, se Tabell 6 och Tabell 7 för vägtrafik och spårtrafik. I funktionen för beräkning av andel mycket sömnstörda per exponeringskategori används mittenvärdet i varje 5 dB-intervall (L_{night}). För exponeringskategorin $L_{night} < 45$ dBA görs ett antagande om att andelen mycket sömnstörda i denna kategori är lika med noll.

Beräkning av antal mycket sömnstörda per exponeringskategori baseras på andelen mycket sömnstörda samt på uppgifter om antal exponerade i respektive bullerkategori, se ovan under Beräkning av bullerexponering för ett basår. Genom att sedan multiplicera antalet bullerstörda personer med WHO:s ”disability weights” (DW) för sömnstörning (0,07), se bilaga 1, erhålls DALYs för väg- respektive spårtrafik.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 6. Andel (%) och antal (n) mycket sömnstörda (HSD) av vägtrafikbuller.

Exponeringskategori (L_{night})	Totalt antal exponerade	Värde i funktionen	Andel fall (%HA)	Antal fall (nHA)
<45	4 847 157	0	0,00	0
45-49	2 609 503	47,5	4,45	116123
50-54	1 244 167	52,5	6,63	82488
55-59	583 611	57,5	9,56	55793
60-64	169 167	62,5	13,22	22364
65-69	25 833	67,5	17,63	4554
≥ 70	3 417	72,5	22,78	778
<i>Totalt</i>	<i>9 482 855</i>	-	<i>2,97</i>	<i>282 101</i>


Tabell 7. Andel (%) och antal (n) mycket sömnstörda (HSD) av spårtrafikbuller.

Exponeringskategori (L_{den})	Totalt antal exponerade	Värde i funktionen	Andel fall (%HSD)	Antal fall (nHSD)
<45	8 388 477	0	0,00	0
45-49	596 933	47,5	2,30	9730
50-54	283 889	52,5	3,34	9482
55-59	142 556	57,5	4,77	6800
60-64	50 778	62,5	6,57	3336
65-69	17 111	67,5	8,76	1499
≥ 70	3 111	72,5	11,32	352
<i>Totalt</i>	<i>9 482 855</i>	-	<i>0,33</i>	<i>31 199</i>

Hjärt-kärlsjukdom

För att kunna applicera de internationella exponerings-responssambanden för hjärt-kärlsjukdom måste startpunkten översättas från L_{den} till L_{Aeq24h} . Riskökningen per 5 dBA är densamma oavsett om man använder bullermåttet L_{den} eller L_{Aeq24h} .

För att kunna beräkna sjukdomsburden av boendes bullerexponering för väg- och spårtrafik måste PAF (population attributable fraction) räknas ut, det vill säga andelen sjukdomsfall/dödsfall som kan tillräknas trafikbuller, se vidare i avsnitt *Exponerings-responssamband*.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

$$PAF = \frac{(\sum P_i \times RR_i) - 1}{\sum P_i \times RR_i}$$

P_i = Andelen exponerade för varje exponeringsintervall

RR_i = Relativa risken för varje exponeringsintervall

PAF för hypertoni blev 0,023 (2,3 %) för vägtrafik och 0,003 (0,3 %) för spårtrafik, se Tabell 8. De uträknade PAF-värdena används sedan för att räkna ut hur många hypertonifall i Sverige som kan tillskrivas väg- och spårtrafikbuller.

Andelen hypertonifall som beror av väg- respektive spårtrafikbuller i boendemiljön används sedan för att räkna fram DALY. De multiplicerades med den DW-faktor som valts ut för respektive hypertonislag: mild=0, måttlig=0,02 och kraftig=0,395. Motiveringen till dessa DW-faktorer återfinns i bilaga 1. Då dessa hypertonifall är prevalenta fall, multipliceras de inte med någon duration i enlighet med WHO:s DALY-uträkningar.

PAF för hjärtinfarkt och stroke blev 2,62 % för väg och 0,38 % för tåg, se faktaruta på nästa sida.

Tabell 8. Beräkning av PAF, population attributable fraction, för väg och spårtrafik i Sverige i relation till hypertoni.

L_{Aeqd} B	RR per 5-dBA väg eller tåg	Andel ex- ponerade % väg	RR * andel exponerade väg	Andel ex- ponerade % tåg	RR * andel exponerade tåg
<50	1	0,587	0,587	0,939	0,939
50-54	1,035	0,241	0,249	0,037	0,038
55-59	1,070	0,105	0,112	0,016	0,017
60-64	1,105	0,050	0,055	0,006	0,007
65-69	1,14	0,016	0,018	0,002	0,002
>70	1,175	0,002	0,002	0,0002	0,0002
Totalt:			1,023		1,003
PAF_{väg}: (1,023-1) / 1,023 = 0,023*				PAF_{tåg}: (1,003-1) / 1,003 = 0,003	
*0,023 vid uträkning i stora beräkningen med fler decimaler, 0,022 i det förenklade exemplet ovan.					

Beräkning av PAF för hjärtinfarkt

$$PAF_{våg} =$$

$$(1.00 \times 0,587 + 1,04 \times 0,241 + 1.08 \times 0,105 + 1,12 \times 0,050 + 1,16 \times 0,016 + 1,20 \times 0,002) / (1.00 \times 0,587 + 1,04 \times 0,241 + 1.08 \times 0,105 + 1,12 \times 0,050 + 1,16 \times 0,016 + 1,20 \times 0,002) = 0,0262$$

$$PAF_{våg} = 2,62 \% \text{ för väg}$$

$$PAF_{tåg} =$$

$$(1.00 \times 0,939 + 1,04 \times 0,037 + 1.08 \times 0,016 + 1,12 \times 0,006 + 1,16 \times 0,002 + 1,20 \times 0,0002) / (1.00 \times 0,950 + 1,04 \times 0,026 + 1.08 \times 0,016 + 1,12 \times 0,006 + 1,16 \times 0,002 + 1,20 \times 0,0002) = 0,0038$$

$$PAF_{spår} = 0,38 \% \text{ för tåg}$$
Beräkning av PAF för stroke

$$PAF_{våg} =$$

$$(1.00 \times 0,587 + 1,04 \times 0,241 + 1.08 \times 0,105 + 1,12 \times 0,050 + 1,16 \times 0,016 + 1,20 \times 0,002) / (1.00 \times 0,587 + 1,04 \times 0,241 + 1.08 \times 0,105 + 1,12 \times 0,050 + 1,16 \times 0,016 + 1,20 \times 0,002) = 0,0262$$

$$PAF_{våg} = 2,62 \% \text{ för väg}$$


$$PAF_{tåg} =$$

$$(1.00 \times 0,939 + 1,04 \times 0,037 + 1.08 \times 0,016 + 1,12 \times 0,006 + 1,16 \times 0,002 + 1,20 \times 0,0002) / (1.00 \times 0,950 + 1,04 \times 0,026 + 1.08 \times 0,016 + 1,12 \times 0,006 + 1,16 \times 0,002 + 1,20 \times 0,0002) = 0,0038$$

$$PAF_{spår} = 0,38 \% \text{ för tåg}$$
Beräkningar av hälsokonsekvenser av bullerreducerande åtgärder

De bullerreducerande åtgärderna under mellanåren har relaterats till hälso-nyttan vilken är olika beroende på omfattningen av åtgärden:

- En åtgärd som sänkt både inomhus- och utomhusnivån medför 100 procents effekt.
- De åtgärder som endast sänkt värdet i bostadens inomhusmiljö antas ha gett 50 procents effektivitet och därför har det totala antalet personer som erhållit sådana åtgärder multiplicerats med faktorn 0,5 för att kompensera för att en sådan åtgärd inte medför full hälso-nyttan.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

- De åtgärder som endast medfört en sänkning av bullernivån på bostadens uteplats antas ha gett 10 procents effektivitet och därför har det totala antalet personer som erhållit sådana åtgärder multiplicerats med faktorn 0,1 för att kompensera för att en sådan åtgärd inte medför full hälso nytta.

I beräkningen justeras 50 och 10 procents effektivitet genom att multiplicera antal personer*effekt för beräkning av 2015 års bullerskyddsåtgärder. Dessa nedräkningar på grund av lägre effekt är inte vedertagna eftersom det saknas vetenskapliga studier som specifikt undersökt effekten av åtgärder på hjärt-kärlsjukdom, och det finns begränsat med studier som undersökt relationen till allmänstörning och sömnstörning. Den 50 procentiga och 10 procentiga effektiviteten för åtgärder inomhus och på uteplats är en kvalificerad uppskattning av projektgruppen. Värderingarna i ASEK 6 om fördelning inne ute är dock liknande.

Där enbart bullernivåer inomhus finns omvandlas bullernivå inomhus innan åtgärd till en motsvarande bullernivå utomhus vid fasad i måttet $dB_{LAeq24h}$ innan åtgärd.

Alla personer antas hamna i intervallet precis under $L_{Aeq}=55$ dB vid fasad efter åtgärd, ett av de riktvärden som finns för trafikbuller i boendemiljön.

När beräkningarna är klara så subtraheras dessa siffror från motsvarande bullerintervall i den totala bullerberäkningen och adderas till kategorin $L_{Aeq}=50-54$ dBA, eftersom personer efter åtgärd vanligen hamnar strax under $L_{Aeq}=55$ dBA. Beräkningarna genomförs på Trafikverkets nät (20% av vägnätet och 100% av spårtrafiknätet). Basåret räknas om och skillnaden i DALY och antal fall redovisas som effekten av åtgärder för det aktuella året.


Mellanåren som baseras på samma basår kan jämföras med varandra, men basåren kan än så länge inte jämföras med varandra eftersom metoden för beräkning av dessa skiljer sig så pass mycket fortfarande. I framtiden när beräkningsmetoder samt indata harmoniserats och nått en högsta nivå i rimlig kvalitet kommer även basåren att kunna jämföras med varandra för att kunna se förändringen över tid.

Noggrannhet i beräkningarna

Metoden innehåller ett stort antal antaganden. Nedan sammanfattas några av dessa antaganden.

SCB statistik anger 2,1 boende per fastighet och detta värde har använts för att räkna om antal åtgärdade fastigheter till att få fram antal personer som bor i åtgärdade byggnader.

För att beräkna hälsoeffekter till följd av exponering från Trafikverkets vägar och järnvägar antogs att 20 procent av de exponerade för vägbuller bor vid

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Trafikverkets vägar och 100 procent av exponerade för järnvägsbuller bor vid Trafikverkets järnvägar. Denna uppskattning bygger på en tidigare rapport från Trafikverket (Vägverkets Publikation, 1998).

Som schablon har fasadisoleringen satts till 30 dBA för tågbuller och 25 dBA för vägbuller. Bedömningen är att dessa värden normalt är något högre, även om det naturligtvis även finns byggnader med lägre ljudisolering. Genom att använda dessa värden har ljudisoleringen inte överdrivits. Internationellt används i vissa sammanhang 21 dBA, men detta värde bedöms orealistiskt lågt för svenska förhållanden.

3.4 RESULTAT AV TESTBERÄKNING


Nedan redovisas resultaten av testberäkningarna av förslag till metod för DALY-beräkningar. Beräkningarna genomförs i excelfilen ”DALY-bullerberäkning”, levererad direkt till Trafikverket.

Beräkning gjordes för basåret 2011. Totalbefolkningen i Sverige var då 9 482 855 personer (Statistiska centralbyrån, 2012, onlinedatabas). Av dessa är 3 697 921 kvinnor och 3 608 288 män.

Beräkningar av de totala hälsokonsekvenserna i DALY för ett basår


Summering av alla beräknade hälsoeffekter för hela trafiknätet visas i Tabell 9. För år 2011 beräknas totala antalet DALY som kan tillskrivas trafikbuller cirka 41 000. Av dessa härrör cirka 36 700 DALY från vägtrafik och 4 300 DALY från spårtrafik. Totalt medförde väg- och spårtrafikbuller 500 förtida dödsfall och 50 000 fall av hjärt-kärlsjukdom.

Summering av alla beräknade hälsoeffekter för det statliga vägnätet visas i Tabell 10. För år 2011 beräknas totala antalet DALY som kan tillskrivas trafikbuller cirka 11 600. Av dessa härrör cirka 7 300 DALY från vägtrafik och 4 300 DALY från spårtrafik.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 9. Hälsopåverkan av buller från det totala väg- och järnvägsnätet.

Hjärt-kärlsjukdom:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Hjärtinfarkt:	831	1946	122	284	953	2230
Stroke:	901	2479	132	362	1033	2842
Hypertoni:	41857	1443	6101	210	47959	1653
				Totalt:	49945	6725
Störning:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt:	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Allmän:	554490	11090	50000	1000	604490	12090
Sömn:	282191	19753	35213	2465	317404	22218
				Totalt:	921894	34308
Totala antalet DALY som kan tillskrivas vägtrafikbuller:					36711	
Totala antalet DALY som kan tillskrivas spårtrafikbuller:					4322	
Totala antalet DALY som kan tillskrivas trafikbuller:					41033	

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 10. Hälsopåverkan från Trafikverkets vägar och järnvägar.

Hjärt-kärlsjukdom:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Hjärtinfarkt:	166	389	122	284	288	674
Stroke:	180	496	132	362	312	858
Hypertoni:	8371	289	6101	210	14473	499
				Totalt:	15073	2031
Störning:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt:	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Allmän:	110898	2218	50000	1000	160898	3218
Sömn:	56438	3951	35213	2465	91651	6416
				Totalt:	248 546	9634
Totala antalet DALY som kan tillskrivas vägtrafikbuller:					7342	
Totala antalet DALY som kan tillskrivas spårtrafikbuller:					4322	
Totala antalet DALY som kan tillskrivas trafikbuller:					11664	
^a beräknad på 20 % exponerade i alla kategorier för vägar och 100 % för järnvägar						


Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Beräkningar av hälsokonsekvenserna i DALY för Trafikverkets bullerskyddsåtgärder under 2015

Summering av alla beräknade hälsoeffekter till följd av bullerskyddsåtgärder längs det statliga vägnätet visas i Tabell 11. För år 2015 beräknas totala antalet DALY som kan tillskrivas Trafikverkets åtgärder cirka 27. Av dessa härrör cirka 21 DALY från vägtrafik och 7 DALY från spårtrafik.

Tabell 11. Antal minskande fall och DALYs p.g.a. åtgärder under 2015.

Hjärt-kärlsjukdom:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Hjärtinfarkt:	2	4	0	1	2	4
Stroke:	2	5	0	1	2	6
Hypertoni:	79	3	14	0	93	3
	Totalt:				97	13
Störning:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt:	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Allmän:	158	3	90	2	249	5
Sömn:	68	5	24	2	92	6
					fall	DALY
Totala antalet minskade DALY/fall som kan tillskrivas vägtrafikbuller:					309	19
Totala antalet minskade DALY/fall som kan tillskrivas spårtrafikbuller:					129	5
Totala antalet minskade DALY/fall som kan tillskrivas trafikbuller:					438	24


Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Beräkningar av hälsokonsekvenserna i DALY i ett scenario där alla i Sverige har en exponering för trafikbuller under 55 dB(A)

En summering av beräknade hälsoeffekter i ett scenario där trafikbullret inte överstiger $L_{Aeq}=55$ dB vid bostäder, redovisas i Tabell 12. Totala antalet DALY beräknas till cirka 8 100. Av dessa härrör cirka 7 200 DALY från vägtrafik och 900 DALY från spårtrafik.

Tabell 12. Antal minskande fall och DALYs om åtgärderna medförde att alla exponerade i Sverige fick en sänkning av bullernivån till $L_{Aeq}<55$ dB.

Hjärt-kärlsjukdom:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Hjärtinfarkt:	316	740	44	103	361	844
Stroke:	343	943	47	112	390	1055
Hypertoni:	15959	551	2219	76	18178	627
	Totalt:				18929	2526
Störning:						
	Vägtrafik		Spårtrafik		Totalt:	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Allmän:	136499	2730	13316	266	149815	2996
Sömn:	31598	2212	4844	339	36443	2551
					Antal fall	DALY
Totala antalet minskade DALY/fall som kan tillskrivas vägtrafikbuller:					184 715	7 176
Totala antalet minskade DALY/fall som kan tillskrivas spårtrafikbuller:					20 470	897
Totala antalet minskade DALY/fall som kan tillskrivas trafikbuller:					205 187	8073

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

3.5 DISKUSSION

Denna metod med basår som kartlägger nationell exponering samt mellanår som kartlägger förändringar i hälsa p.g.a. Trafikverkets åtgärder är ett första steg i utvecklingen av en metod som beräknar trafikens påverkan på hälsan nationellt i Sverige. Denna metod bör utvecklas vidare framöver så att den t.ex. även inkluderar Trafikverkets mer generella åtgärder, exempelvis förändringar i trafikflöde, hastighet, bullerreducerande beläggning etc.

Metoden bör även koppas till framtida WHO-rapporter när det gäller val av hälsoutfall, DW och duration. Under 2017 kommer en ny uppdaterad WHO-rapport gällande trafikbuller och hälsoeffekter. Metoden bör successivt utvecklas genom att inkludera nya hälsodata och trafikdata.

Fler hälsoeffekter än vad som räknats med i denna rapport har en potentiell koppling till trafikbuller i boendemiljön. När fler studier tillkommit och ett säkrare samband etablerats mellan t.ex. trafikbuller och bukvmått/BMI, diabetes och fosterpåverkan bör dessa hälsoutfall inkluderas i framtida beräkningar. Dessutom bör trafikbullrets påverkan på skol- och arbetsmiljö inkluderas i framtida beräkningar.


Det är även önskvärt att inkludera finare exponerings-responssamband så att bättre beräkningar kan genomföras. Den relativa riskökningen kopplad till hjärtinfarkter ser t.ex. lika ut för män och kvinnor samt för olika åldersgrupper. Detta stämmer säkert inte, men forskning saknas för att kunna applicera olika risknivåer för olika grupper gällande dessa parametrar.

Ljudbilden hos vägtrafik och spårtrafik skiljer sig åt och detta påverkar hur ljudet upplevs och sannolikt vilka hälsoeffekter som kan kopplas till dessa. Framtida beräkningar bör baseras på forskning gällande de specifika trafikslag som beräkningen gäller. Än så länge finns dock för få studier för att hjärt-kärleffekter av väg- och spårtrafik skall kunna gå att särskilja. De har därför fått samma riskökning i beräkningarna i denna studie.

Nuvarande metod antar att det bor lika stor andel män och kvinnor samt olika åldersgrupper vid olika bullerintervall för väg och tågtrafik. Detta skiljer sig antagligen, men indata saknas för att kunna applicera detta på beräkningarna.

De nationella kartläggningar som genomförts hitintills skiljer sig åt till stor del och är i dagsläget inte jämförbara. Det finns ett fortsatt behov att utveckla metoden för denna kartläggning ytterligare. Det fanns vid den senaste kartläggningen exempelvis osäkerheter i hur många personer som är exponerade för trafikbuller i olika 5 dB-intervall. Den del av befolkningen som inte omfattas av kartläggningen antas exponeras för nivåer lägre än 45 dBA.

Framtida nationella kartläggningar bör vara jämförbara. Detta kan endast ske när metoden för den nationella kartläggningen förfinats på ett sådant sätt att en ytterligare förbättring vid nästa kartläggning inte längre är nödvändig.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

DALY-metoden bygger på ett stort underlag, men egna bedömningar i olika frågeställningar har efter hand gjorts. Det är därför omöjligt att ange ett mått på noggrannheten i slutresultatet. Det är dock uppenbart att även små skillnader i vissa bedömningar innebär stora skillnader i slutresultatet, då det handlar om ett mycket stort befolkningsunderlag. Denna typ av hälsoberäkningar skall därför tolkas och förmedlas med försiktighet och siffror presenteras som ungefärliga uppskattningar. För DALY-måttet tillkommer en extra osäkerhet då de DW-faktorer och durationer som ligger till grund för uträkningen bygger på delvis osäkra data som har genomgått stora förändringar över tid.

För att med säkerhet kunna säga något om exponering-respons samband vad gäller miljöfaktorer och hälsa krävs stora dataunderlag. För såväl allmän störning som sömnstörning finns etablerade samband/funktioner framtagna som rekommenderas av EU för sambandsanalyser på populationsnivå. Dessa s.k. normkurvor är i många avseenden att föredra framför undersökningar i lokala populationer eller grupper när det gäller olika typer av strategiska bedömningar. I vissa sammanhang kan dock normkurvorna leda till under- eller överestimering av andel störda/sömnstörda beroende på lokala avvikelser.

De exponerings-responsfunktioner som finns tillgängliga för allmän störning och sömnstörning eller meta-analyserna för högt blodtryck, hjärtinfarkt och stroke är framtagna genom populationsdata där det förekommer en blandning av olika individuella bostadsfaktorer med rum/sovrum åt tyst sida, olika fönsteröppningsvanor eller olika genomförda isolerande åtgärder. Allas svar länkas till exponeringen på bostadshusets mest exponerade fasad. Det är därför viktigt att även den nationella kartläggningen klassificerar boende i relation till bostadens mest exponerade fasad så att dessa data går att sammanfoga. Detta riskerar i dagsläget dock att undervärdera risken för hälsoeffekter kopplat till exponering vid bostaden, eftersom deltagarna är en blandning av de som har exponeringen vid den mest exponerade fasaden och de som har en bostad vid den oexponerade/lågt exponerade sidan av huset.

Det är önskvärt att både framtida exponerings-responsdata samt nationella kartläggningar kan ta hänsyn till individuella bostadsfaktorer, då kan mer säkrare samband mellan exponering och hälsoeffekter tas fram.

Relativa riskökningen för hypertoni är något lägre än den relativa riskökningen för hjärtinfarkt och stroke. Detta känns troligt eftersom hypertoni anses vara en intermediär (ett mellansteg), men är troligen inte den enda vägen till hjärtinfarkt och stroke.

Det är viktigt att poängtera att även om de relativa riskerna är baserade på meta-analyser av ett flertal studier så är dessa riskestimat fortfarande förenade med en stor osäkerhet.

4. AKTIVT RESANDE

Brist på fysisk aktivitet är starkt sammanknippt med risken att insjukna i en rad kroniska sjukdomar samt att drabbas av förtida död. Enligt WHO är fysisk inaktivitet den fjärde största riskfaktorn för mortalitet globalt (WHO, 2016c) och WHO uppskattar att fysisk inaktivitet bidrar till omkring 3,2 miljoner dödsfall per år i världen (WHO, 2016c). Även i Sverige är brist på fysisk aktivitet ett hälsoproblem. Det är svårt att mäta den totala fysiska aktiviteten i befolkningen och olika undersökningar ger olika resultat. Undersökningar från Folkhälsoinstitutet visar dock att mellan 35 procent och 50 procent av befolkningen inte når upp till minimirekommendationerna av fysisk aktivitet (Folkhälsoinstitutet, 2016).


En viktig komponent av fysisk aktivitet är vardagsmotion, varav aktivt resande utgör en viktig del. Aktivt resande är resor med färdmedel som kräver en viss fysisk aktivitet, vilket i den här studien har definierats som resor till fots och med cykel. För att beräkna hälsokonsekvenser av aktivt resande bygger metoden vidare på exponerings-responssamband från WHO:s metod Health Economic Assessment Tool (HEAT) (WHO, 2011). Eftersom kronisk sjukdom inte ingår i HEAT har en studie gjorts för att kartlägga exponerings-responssamband mellan aktivt resande och risken för att insjukna i olika kroniska sjukdomar.

4.1 EXPONERING AV AKTIVT RESANDE

Sambandet mellan aktivt resande och hälsa brukar beskrivas i något som kallas exponerings-responssamband. Exponeringen är mängden fysisk aktivitet som det aktiva resandet ger upphov till och den brukar mätas i MET (metabol ekvivalent), vilket är ett mått på energiförbrukningen för olika fysiska aktiviteter jämfört med stillasittande. Olika mycket fysisk aktivitet (MET timmar per vecka) påverkar i sin tur risken att insjukna i olika sjukdomar samt risken för mortalitet under ett givet år.

Exponeringen av aktivt resande består därmed dels av durationen (hur lång tid aktiviteten tar) dels av intensitet på resan. Det finns olika metoder för att mäta exponeringen av aktivt reande (se kap. 4.3 nedan för en genomgång av olika metoder). I den framtagna metoden har vi valt att utgå från reslängden i de nationella resvaneundersökningarna. Reslängden har sedan räknats om till restid med genomsnittshastigheter med gång och cykel för olika grupper (Se kap 4.4).

I det här kapitlet ger vi en översiktlig beskrivning av exponeringen av aktivt resande i befolkningen idag, dvs. hur mycket man reser till fots och med cykel.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Reslängd till fots och med cykel

Gång och cykelresorna stod för omkring 31 procent av det totala antalet resor i Sverige och omkring 3 procent av den totala färdlängden under perioden 2011-2014 (som huvudfärdmedel) (Trafikanalys, 2014). Detta innebär att det görs relativt många resor med aktiva färdmedel i Sverige, främst till fots men även med cykel. Reslängderna är relativt korta (jämfört med motoriserade transporter), men ur hälsosynpunkt har det dagliga resandet till fots och med cykel betydande effekter.

Vardagsmotion till fots


I genomsnitt förflyttar sig en person (i åldrarna 6-84 år som har gjort en förflyttning under dagen) omkring 1,5 km till fots per dag, vilket är relativt oförändrat jämfört med 2005/2006 (se Tabell 13 nedan). Bland de som har gjort en resa till fots under dagen är det genomsnittliga gångavståndet omkring 4,8 km per dag (se Tabell 14 nedan).

Det görs även en del gångresor som anslutningsresor till kollektivtrafik². De som har gjort en kollektivtrafikresa reser i genomsnitt 1,3 km per dag till fots i anslutning till kollektivtrafiken, vilket inte är ett obetydande bidrag till vardagsmotionen (se Tabell 13 nedan).

Tabell 13. Genomsnittlig reslängd per dag till fots, hela befolkningen.

Restyp	2005/2006	2011-2014
	km	km
Gång till/från kollektivtrafik	0,2	0,2
Gång till/från bil	0,0	0,1
Delresa med gång som huvudfärdmedel	1,4	1,3
Totalt	1,6	1,5

² Gångresor till bilen är i princip obefintliga i resvaneundersökningarna. Detta beror troligtvis till största delen på att man går mindre till och från bilen än till och från kollektivtrafiken. Anslutningsresor till bilen tas dock inte hänsyn till lika konsekvent i resvaneundersökningarna, vilket kan vara en delförklaring.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Tabell 14. Genomsnittlig reslängd per dag med gång för personer som gjort en resa till fots.

Restyp	2005/2006	2011-2014
	km	km
Gång till kollektivtrafik	1,2	1,3
Gång till bil	0,1	0,1
Gång som huvudfärdmedel	3,3	3,4
Total	4,5	4,8

Omkring 10 procent av gångresorna är pendlingsresor, ca 70 procent av resorna har andra ärenden än pendling och ca 20 procent är anslutningsresor (Trafikanalys, 2014, egen analys). I Figur 2 nedan visas genomsnittliga gångavstånd för olika åldersgrupper, uppdelat på kvinnor och män.

Figur 2. Genomsnittligt gångavstånd för olika åldersgrupper och kön 2011-2014. Personer som har gjort en förflyttning under dagen. RVU Sverige 2011-2014 egen analys.



Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Vardagsmotion med cykel


En analys av de nationella resvaneundersökningarna visar att antalet cykelresor har minskat betydligt sedan mitten av 1990-talet (med 38 procent per person), men att de cykelresor som görs har blivit längre. Totalt har antal cyklade kilometer per dag minskat med 16 procent sedan mitten av 1990-talet. En viss återhämtning av cykelresandet kan dock skönjas i större städer och storstäder sedan millenniumskiftet (Trafikanalys, 2015).

Befolkningen i Sverige (personer mellan 6 och 84 år som har förflyttat sig) cyklade i genomsnitt 0,8 km per dag under den senaste mätperioden (2011-2014), vilket är relativt stabilt jämfört med 2005/2006 (se Tabell 15 nedan).

Tabell 15. Genomsnittlig reslängd per dag med cykel, hela befolkningen.

Restyp	2005/2006	2011-2014
	km	km
Cykel till kollektivtrafik	0,0	0,0
Cykel till bil	0,0	0,0
Cykel som huvudfärdmedel	0,7	0,8
Totalt	0,75	0,82

I Tabell 16 presenteras den genomsnittliga reslängden med cykel för de som har gjort en cykelresa. De som har cyklat har i genomsnitt cyklat 7 km under en dag (år 2011-2014). I motsats till gångresor visar analysen att cykling i anslutning till kollektivtrafiken ligger på en låg nivå. De som gör en kollektivtrafikresa cyklar i genomsnitt 0,1 km i anslutning till kollektivtrafiken under en dag.

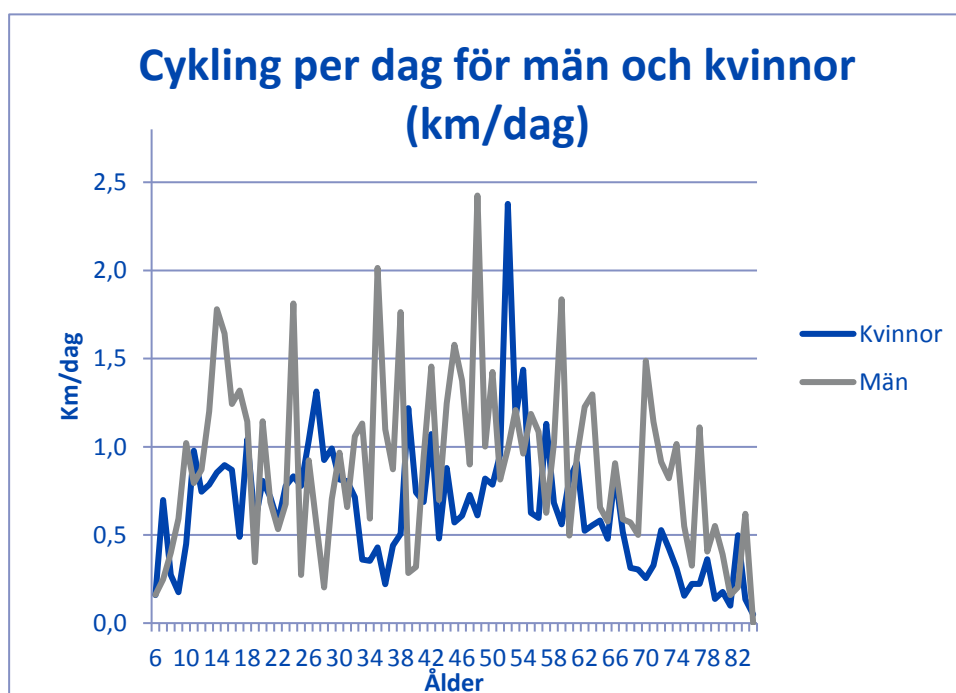
Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Tabell 16. Genomsnittlig reslängd per dag med cykel för personer som gjort en cykelresa.

Restyp	2005/2006	2011-2014
	km	km
Cykel till kollektivtrafik	0,1	0,1
Cykel till bil	0,0	0,0
Cykel som huvudfärdmedel	6,3	6,9
Totalt	6,5	7,1

Pendlingsresor står för en relativt stor del av det totala cyklandet. Pendling står för omkring 40 procent av det totala cyklandet (i km), andra ärenden står för ca 55 procent och anslutningsresor för knappt 5 procent. I Figur 3 nedan visas genomsnittliga cykelavståndet för olika åldersgrupper, uppdelat på kvinnor och män.

Figur 3. Genomsnittligt gångavstånd för olika åldersgrupper och kön 2011-2014. Personer som har gjort en förflyttning under dagen. RVU Sverige 2011-2014 egen analys.



Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

4.2 TRAFIKSYSTEMET OCH EXPONERING

Metoder för att mäta exponering

När det gäller aktivt resande betecknar *exponering* helt enkelt hur mycket befolkningen går och cyklar.

Allt gående och cyklande ger inte lika stora hälsovinster, och exponeringsbeskrivningen måste göras med sådan upplösning att man kan ta hänsyn till relevanta skillnader i exponerings-responssamband. Det handlar om att sjukdoms- och dödsrisk varierar mellan åldersgrupper och kön, vilket påverkar de hälsovinster som aktivt resande kan bidra med. Exponeringen behöver alltså beskrivas så att man fångar hur den varierar mellan olika åldersgrupper, och mellan män och kvinnor.

Hälsovinsten blir också olika för individer som ägnar sig åt aktivt resande vid enstaka tillfällen (detta anses ge försumbara hälsovinster) respektive individer som ägnar sig åt aktivt resande med viss regelbundenhet (detta anses ge hälsovinster i princip i proportion till den individuella exponeringen). Omfattningen av aktivt resande behöver alltså kunna beskrivas så att man fångar sådan skillnad i frekvens/regelbundenhet.

Hur mycket man går och cyklar varierar mycket – både mellan individer, och från dag till dag för en och samma individ. Det är därför inte helt enkelt att med hjälp av stickprovsundersökningar kartlägga gåendets och cyklandets omfattning, med den eftersträvade upplösningen.


Det finns olika metoder som går att använda, och varje metod har sina för- respektive nackdelar. Den metod som vi valt att basera den utvecklade beräkningsmetoden på utgår från den nationella resvaneundersökningen, kompletterad med information från en mindre forskningsstudie. Vi återkommer till detta.

I de närmast följande avsnitten beskriver vi olika alternativa mätmetoder samt vilka för- och nackdelar varje metod har.

Traditionella resvaneundersökningar – till exempel nationella RVU

Det vanligaste sättet att undersöka resmönster är att be ett urval av individer göra en detaljerad redogörelse för alla sina ”resor” genom att dokumentera dem i en så kallad *resdagbok*.

Det är vanligt att man explicit ber respondenterna att i sin dokumentation utesluta förflyttningar utan ärende – det vill säga turer som återgår till startpunkten utan uppehåll på vägen. Detta kan vara en olycklig avgränsning när man vill beskriva förflyttningsmönstren i termer av *aktivt resande*, eftersom även promenader utan mål ju ger upphov till hälsovinster, och även omfatt-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

ningen av sådana promenader kan vara en konsekvens av hur trafiksystemet utformas och fungerar. I RVU Sverige ingår dock samtliga resor som gjorts under mät dagen, dvs. även resor utan ett specifikt ärende.


Att fylla i en resdagbok är en ganska krävande uppgift, och man brukar därför sällan be sina respondenter om en resdagbok för mer än en dag. Därmed får man en representativ bild av det totala resandet under en (genomsnittlig) dag. Det kan också tyckas som att undersökningen ger en bild av det aktiva resandets fördelning i befolkningen, eftersom den ger besked om hur många individer som är mycket aktiva, respektive inte aktiva alls, under denna genomsnittliga dag. Men det är tyvärr ett alltför begränsat sätt att se på fördelning för våra syften. Undersökningen ger nämligen ingen information om hur det samlade resandet (över en längre period) fördelar sig över individer. Till exempel finns ingen möjlighet att dra slutsatser om hur många individer som står för ett regelbundet aktivt resande, och hur stor del av resandet de står för, när man bara samlar in information under en enstaka dag.

En annan svaghet, som fått uppmärksamhet i forskningen, är att respondenterna har en systematisk tendens att glömma (eller medvetet välja bort) att rapportera korta förflyttningar (Stoher and Jones, 2003). Eftersom korta resor ofta utförs med gång eller cykel, leder problemet till en systematisk underrepresentation av gång och cykel i den beskrivning av resmönstren som man får med hjälp av resvanedata.

För att täcka det nationella behovet av goda beslutsunderlag med koppling till befolkningens resor, genomför man sedan länge nationella resvaneundersökningar i Sverige. Målpopulationen är ”hela befolkningen” (med vissa åldersmässiga avgränsningar av hänsyn till praktiska svårigheter i datainsamlingen). Undersökningarna har med viss regelbundenhet genomförts med liknande format i Sverige sedan 1970-talet. För närvarande är det myndigheten Trafikanalys som är ansvarig för att genomföra den nationella resvaneundersökningen, som genomförs löpande, med nytt urval varje år sedan 2011. Den föregående omgången av en nationell resvaneundersökning genomfördes under åren 2005/2006.

Som många andra urvalsundersökningar med frivilligt deltagande, har den nationella resvaneundersökningen drabbats av sjunkande svarsfrekvenser. Trots avsevärda insatser för att öka svarsfrekvensen är den så låg som 42 procent för den samlade datainsamlingen 2011-2014 (Trafikanalys, 2015b). Antalet genomförda intervjuer är ca 10 000 per år.

Trots låg svarsfrekvens torde den nationella resvaneundersökningen vara det bästa instrumentet för att ge en befolkningstäckande beskrivning av det aktiva resandets omfattning. Det finns emellertid en ganska stor risk att berörda myndigheter framöver kommer att se sig föranledda att avbryta undersökningen, på grund av de höga kostnaderna, och de kvalitetsproblem som uppstår till följd av låga svarsfrekvenser. Problemet med låga svarsfrekvenser

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

påverkar dessutom tillförlitligheten även för syftet att beskriva det aktiva resandet.

I kommande avsnitt diskuterar vi därför några alternativa datainsamlingsmetoder som skulle kunna användas för att ersätta data från den nationella resvaneundersökningen (om den läggs ner) eller komplettera och stärka dessa data, för att kompensera kvalitetsbristerna.

Vi beskriver också det underlag vi använt för att beskriva hur det samlade resandet över en längre period fördelar sig över individer (bland annat frågan om hur många individer som kan anses utöva ett ”regelbundet” aktivt resande.)

Nya RVU-metoder

Teknikutvecklingen ger allt större möjlighet att automatisera datainsamlingen av individuella förflyttningar med hjälp av GPS – till exempel kopplade till mobiltelefoner. För närvarande pågår en mycket stark utveckling inom detta område, med bland annat flera svenska forskningsprojekt där man utvecklar och utvärderar (semi-) automatiserade metoder för att genomföra resvaneundersökningar. Här ingår också metoder för att kunna avgöra vilka färdmedel som använts för förflyttningen med automatiska tekniker baserade på hastighet och acceleration.


På sikt bör man kunna få en kvalificerad uppföljning av det aktiva resandets omfattning och fördelning i representativa urval ur befolkningen med hjälp av de metoder som nu utvecklas. Ännu befinner sig emellertid metoderna på utvecklingsstadiet, och det förefaller dröja flera år innan vi kan hoppas på breda, landsomfattande datainsamlingar med dessa metoder.

Enklare RVU-fråga till webbpanel

Det blir allt vanligare att företag och myndigheter genomför olika typer av marknadsundersökningar för att kartlägga befolkningens inställning till och erfarenheter av olika varor och tjänster. Sådana undersökningar genomförs oftast genom att man använder en webbaserad plattform och ställer frågor i elektroniskt format.

En svårighet med sådana undersökningar är att det inte finns några befolkningstäckande register över elektroniska kontaktvägar, som man kan dra ett representativt och slumpmässigt urval från.

För att hantera det problemet finns många företag som arbetar med att sammanställa register över personer som kan kontaktas elektroniskt, och som dessutom visat sig villiga att delta i denna typ av undersökningar. Från dessa företag kan man köpa tillgång till urval som är konstruerade på det sättet. Man kan bland annat ansluta sig till en pågående undersökning som genom-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

förs med andra syften genom att hänga på enstaka frågor. Det finns också möjlighet att formulera en helt egen fullständig undersökning, och utnyttja undersökningsföretagens tjänster som distributionskanal.

Metoden har ett antal uppenbara svagheter. Framförallt är inte urvalet slumpmässigt i sann mening, och kan heller inte sägas "representera" någon definierad målpopulation. Svarspopulationen kan ofta vara hyggligt "representativ" för riket när det gäller sådana lättkontrollerade variabler som utbildning, kön, ålder och bostadsort. Men det finns ändå anledning att mistänka att det handlar om en svarsgrupp som inte fullt ut är representativ för befolkningens åsikter och beteenden i övrigt.

Man måste emellertid komma ihåg att med den låga svarsfrekvens som numera gäller för – till exempel – den nationella resvaneundersökningen, finns det anledning att betvivla representativiteten i det datamaterial som samlas in där på liknande grunder. Även om urvalet görs helt enligt de statistiska principerna om obundenhet och slumpmässighet, så kan svarspopulationen bli mycket skev när svarsfrekvenserna är låga.


Det finns också flera fördelar med att utnyttja en enkel marknadsundersökningsmetod för att göra delar av uppföljningen av det aktiva resandet. Den främsta fördelen är den låga kostnaden. En annan fördel är den stora flexibiliteten i hur frågorna kan formuleras för att fånga specifikt de aspekter på det aktiva resandets omfattning som man önskar för beräkningarna. Ett exempel skulle kunna vara att man kombinerar frågor om "hur reste du i går" (bild av genomsnittlig dag) med frågan "hur många gånger har du cyklat senaste veckan", eller "under de senaste 14 dagarna, hur många gånger har du promenerat någonstans?" Detta i kombination ger en mycket bättre bild av hur det aktiva resandet varierar över befolkningen, än vad man kan få med resdagboksinformation från en enstaka dag.

I en sådan specialdesignad undersökning finns också möjlighet att kombinera frågor om aktivt resande, med frågor om annan fysisk aktivitet (t.ex. träning på gym eller löpning). Information om hur motionsvanor och aktivt resande korrelerar med varandra skulle kunna vara till nytta i en mer nyanserad bild av det aktiva resandets hälsoeffekter.

Index baserat på räkningar (enbart cykel)

På många håll i landet genomförs regelbundna räkningar av cykeltrafik, oftast i kommunal regi (motsvarande räkningar av fotgängarflöden genomförs tyvärr knappast alls).

I ett nyligen genomfört forskningsprojekt finansierat av Trafikverket analyserade man flödesräkningar från 95 punkter i 21 kommuner, där datainsamling sker kontinuerligt på helårsbasis. I samma projekt hade man också tillgång till data från 646 punkter där data samlades in under kortare perioder (en-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

staka dagar eller veckor). På de flesta av dessa punkter återkommer datainsamlingen årligen, med syfte att ge en god uppföljning av cyklandets utveckling *på den aktuella platsen*.

Om sådana räkningar genomförs på tillräckligt många platser som är ”väl valda” (helst slumpmässigt från en definierad urvalsram) ger de också möjlighet att skapa en bild av hur cyklandet i Sverige, total sett, utvecklas över tid.

Trafikverket använder en liknande metod för att skapa den så kallade ”Trafikbarometern” som ger en bild av vägtrafikens utveckling. Den officiella statistiken över trafikarbetets utveckling i Sverige byggde även den tidigare på motsvarande metod. (Numera används istället information från den så kallade körsträckedatabasen, som samlar information från fordonens mätarställning vid tiden för fordonsbesiktning).

En fördel med att använda cykelräkningar som utgångspunkt för att beskriva cyklandets omfattning och utveckling, är att man får en automatisk möjlighet att differentiera utvecklingen mellan olika typer av trafikmiljöer (cykelvägar, blandtrafik med olika flödes- och hastighetsnivåer, etc.) Det vore användbart för att kunna låta hälsoberäkningarna ta hänsyn även till myntets baksida: de negativa hälsoeffekter som kan uppkomma om cyklandet ökar där olycksrisken är stor, eller belastningen av dålig luftkvalitet hög.


Även om man lyckas skapa en representativ bild av cyklandet i hela vägnätet med hjälp av räkningar från enstaka punkter kan man inte använda dessa data för att analysera cyklandets fördelning i befolkningen (”regelbundna cyklister”). För det syftet behöver räknedata kombineras med andra källor. Denna brist finns dock även när man utnyttjar data från enstaka resdagboks dagar (se ovan).

Modellberäkningar, bedömningar

En annan metod som kan användas är modellberäkningar. Modellberäkningar används för tillfället flitigt för bil- och kollektivtrafik, men är fortfarande i utvecklingsstadiet för cykeltrafik och för gångtrafik. Det pågår forskning om att utveckla transportmodeller för cykeltrafik (Berglund och Engelson, 2014), där cykelbanor har kodats i EMME³. Jämförelser med trafikräkningar tyder på att antal cykelresor överskattas med i genomsnitt 24 procent.

Fördelen med en trafikmodell är att det går att uppskatta ruttval för cyklister, vilket inte är nödvändigt för att beräkna hälsoeffekter av aktivt resande. Det kan dock vara av intresse vid beräkningar av de sammantagna hälsoeffekterna av aktivt resande och luftföroreningar.

³ EMME är ett prognos- och nätutläggningsverktyg för bil och kollektivtrafik.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Modellberäkningar kan även användas för att bedöma överflyttningen av trafik mellan cykel och andra trafikmedel samt generering av nya cykelresor, exempelvis när en ny cykelbana byggs.

Eftersom det finns väl utvecklade transportmodeller för både bil- och kollektivtrafik är det rimligt att utveckla liknande modeller för cykling om denna ska ses som ett jämbördigt transportmedel.

Kompletterande information – flerdagars RVU

Som nämnts ovan är en av nackdelarna med en endags RVU att man får information om det genomsnittliga resandet under en genomsnittlig dag, men ingen information om hur det här resandet fördelar sig över olika individer. Med andra ord ger en endags RVU ingen information om huruvida det är få personer som reser ofta, eller om det är fler personer som reser mer sällan.


För att få reda på hur ofta olika personer i genomsnitt cyklar och går kan en flerdags RVU användas. I en flerdags RVU får respondenterna fylla i en resvane-dagbok under flera dagar, exempelvis varje dag under två veckor. Fördelen med den här metoden är att vi får information om hur ofta personer som reste under en given dag i genomsnitt reser under en längre period, i det här fallet två veckor.

Nackdelen med en flerdags RVU är att den är tidskrävande att fylla i RVU för respondenterna. Idag är det redan låg svarsfrekvens på endags RVU:er, och en RVU där respondenterna måste fylla i flera dagar får troligtvis mycket lägre svarsfrekvens.

I metoden som presenteras i den här rapporten har en flerdags RVU, där respondenterna har fyllt i en resdagbok för alla resor under en två-veckors period, använts för att ta fram ett nyckeltal för antal cykelresor som gör per person och vecka. Detta nyckeltal har sedan använts för att räkna om det genomsnittliga cykelresandet under en genomsnittlig dag till det cykelresandet under en genomsnittlig vecka.

Hur hanterar vi problemen i den nationella resvaneundersökningen?

Det finns ett antal problem i den nationella resvaneundersökningen RVU Sverige, som gör att tillförlitligheten i resultaten minskar. Det största problemet är troligtvis att svarsfrekvensen är låg och sjunkande. I RVU Sverige 2011-2014 låg svarsfrekvensen på 42 procent, vilket kan minska resultatens tillförlitlighet. Även om en bortfallsanalys görs och resultaten viktas om finns det en risk att det är en viss grupp som deltar i mindre uträkning än andra grupper, vilket kan snedvrider resultaten.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Enligt Trafikanalys bortfallsundersökning är den vanligaste orsaken till bortfall att personen inte är anträffad (38 procent). Vidare har drygt 16 procent vägrat att delta och för ca 11 procent saknas det information om telefonnummer (Trafikanalys, 2015).

Det är inte enkelt att få upp svarsfrekvensen, men rimligen bör det finnas störst potential att få fler att svara inom gruppen ”inte anträffbar” och gruppen ”saknas information om telefonnummer”. Det ligger inte inom ramen för det här uppdraget att ta fram förslag på hur svarsfrekvensen på RVU ska öka, men eventuellt skulle en möjlighet vara att kombinera olika enkätmetoder för att nå ut till fler individer, exempelvis en kombinerad telefon och webbaserad enkät.


Ett annat problem med RVU Sverige är att den endast ger information om hur respondenter har rest under en mät dag. I metoden som presenteras i den här rapporten har en flerdagars RVU använts som komplement till RVU Sverige. Ett alternativ till en flerdags RVU är att lägga till en fråga om hur många gånger/dagar man har cyklat den senaste veckan. Med den informationen skulle det även gå att ta fram nyckeltal för hur många gånger man går eller cyklar i genomsnitt.

En annan aspekt som RVU Sverige inte tar hänsyn till är om ökat aktivt resande leder till att individerna minskar annan form av fysisk aktivitet eller inte (hur vi har hanterat den här frågan beskrivs nedan). Det skulle vara möjligt att lägga till ytterligare en fråga till RVU Sverige för att få information om annan fysisk aktivitet. Ett problem med detta är dock att det kan vara problematiskt att lägga till för många frågor i en RVU. För att ta upp så lite tid som möjligt av respondenterna och för att få upp svarsfrekvensen så mycket som möjligt bör inte allt för många frågor läggas till.

4.3 HÄLSA OCH AKTIVT RESANDE

Aktivt resande och minskad förekomst av sjukdom

Det finns många studier som har visat att fysisk aktivitet har starka positiva effekter på fysisk och psykisk hälsa, bland annat minskar risken för förtida död, hjärt-kärlsjukdomar, slaganfall, vissa cancerformer och typ 2-diabetes (Harriss et al., 2009; Jeon et al., 2007; Li et al., 2013; Samitz et al. 2011; Wu et al. 2013). Genom regelbunden fysisk aktivitet kan man även förbättra kognitiv funktion och minska risken för att utveckla demens (Hamer and Chida, 2009). Fysisk inaktivitet ses globalt som den fjärde ledande riskfaktorn bakom mortalitet och medför nästan 6 procent av dödsfallen. På samma sätt uppskattas fysisk inaktivitet bidra till mer än två procent av antalet DALY, de funktionsjusterade levnadsåren (WHO, 2009; WHO, 2010).

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Aktivt resande är en fysisk aktivitet som utförs i samband med transport när man förflyttar sig från en plats till en annan, vanligtvis genom att cykla och promenera. Aktivt resande är ett sätt att uppnå folkhälsorekommendationen för fysisk aktivitet som är 30 minuters aktivitet per dag med måttlig intensitet (Hamer and Chida, 2008). Ackumulerad fysisk aktivitet av kort varaktighet har också visat sig innebära större hälsovinst jämfört med få intensiva tränings-sessioner. Sådan aktivitet har också visat sig för individen ha större sannolikhet att utföras kontinuerligt jämfört med långvariga aktiviteter som att träna på gym eller springa (Murphy et al., 2002; Pucher et al., 1986; Sallis et al., 1986; Sallis et al., 1992). Förutom att aktivt resande är bra för folkhälsan visar forskningen att det ökande aktiva resandet är gynnsamt också för miljön och ekonomin (Holm et al, 2012; Maizlish et al., 2013). Det finns starka bevis att aktivt resande bidrar till att skydda mot både sjuklighet och dödlighet. Exempelvis fann Hamer m.fl. att aktivt resande pendlare har 11 procent lägre risk att insjukna i kardiovaskulära sjukdomar jämfört med ej aktiva pendlare (Hamer and Chida, 2008). En liknande skyddande effekt av aktiv pendling visades för total dödlighet (alla orsaker), där riskminskningen var 10 procent för gående och 11 procent vid cykling (WHO, 2014). På samma sätt finns även övertygande bevis om skyddande effekter av aktivt resande mot diabetes, cancer och demens (Hu et al., 2003; Luoto et al, 2000; Rovio et al, 2007).

Responssamband mellan aktivt resande och minskad förekomst av sjukdom

Aktivt resande och sjukdomsrisk

För att veta hur många sjukdomsfall som kan undvikas genom att öka det aktiva resandet behöver vi information om exponerings-responsrelationer mellan aktivt resande och hälsoutfall. Vi genomförde en systematisk litteraturoversikt för att: 1) identifiera vilka hälsoutfall som är kausalt associerade med fysisk aktivitet, och 2) identifiera de studier som har undersökt sambandet mellan fysisk aktivitet och dessa hälsoutfall.

Baserat på denna litteraturoversikt identifierades följande sjukdomsutfall:

Kardiovaskulär sjukdom (CVD):


Hjärtinfarkt, stroke och hjärtsvikt

Typ 2 diabetes

Bröstcancer

Tarmcancer

Demens

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

För att identifiera de studier som har undersökt dessa samband genomfördes sökningar i publikationsdatabaserna PubMed och Google Scholar. Detaljer om vår sökstrategi för litteraturoversikten finns i vår ännu opublicerade artikel om "Health benefits of leisure time and commuting physical activity: A meta-analysis on morbidity". Följande inklusionskriterier användes:

1) Prospektiva kohortstudier, 2) Studier publicerade mellan 1990 och januari 2014, 3) Undersökt sambandet med aktivt resande eller fysisk aktivitet på fritiden, 4) Nivån av fysisk aktivitet beskrivs så att intensitet och duration av respektive aktivitet kan beräknas.

Ett första urval baserades på artiklars titel och abstrakt. Sedan gjordes heltextgranskningar för att slutligen inkludera de studier som uppfyllde samtliga inklusionskriterier.

För hälsoutfallen tjocktarmscancer och demens identifierades ingen studie som uppfyllde inklusionskriterierna som undersökte sambandet med aktivt resande. För dessa utfall används därmed sambandet med fysisk aktivitet på fritiden för beräkning av nyttan av aktivt resande.

Inga studier har skattat dessa samband för barn och ungdomar. Därmed antas ingen riskreduktion bland dessa.

Vi har vid sammanställning av exponerings-responssamband räknat på fysisk aktivitet för en enhetlig nivå som motsvarar måttligt intensiv (4.5 METs) fysisk aktivitet minst 150 minuter per vecka. Detta motsvarar att cykla 100 minuter per vecka (6.8 METs) eller att promenera 168 minuter per vecka (4 METs). De sammanvägda relativa risker som har används för att beräkna antal sjukdomsfall och DALY i olika transportscenarios anges i Tabell 17, där de relativa riskerna jämför risken vid aktivt resande motsvarande 11.25 MET-timmar/vecka med ej aktivt resande.

Aktivt resande och ettårsmortalitet (alla orsaker)

För att beräkna antalet förhindrade förtida dödsfall på grund av aktivt resande använder vi de relativa risker som WHO har tagit fram för gång respektive cykling (WHO, 2014). Världshälsoorganisationens verktyg HEAT använder dessa relativa risker inom åldersspannet 20-64 år för cykling och 20-74 år för gång. Beräkningarna i denna rapport inkluderar även individer som är äldre än 74 år. Samma relativa risk har antagits även för dessa individer.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 17. Relativa risker som jämför risken för respektive utfall vid aktivt resande motsvarande 11,25 MET-timmar/vecka med ej aktivt resande.

Hälsfaktor	Utfall	Relativ risk (95 procent konfidensintervall)	Referenser (se fotnot)
Fysisk aktivitet (aktivt resande)	Hjärtinfarkt	0,77 (0,67-0,87)	r ₁ , r ₂ , r ₃
	Stroke	0,84 (0,77-0,92)	r ₄
	HF	0,77 (0,71-0,83)	r ₅
	Typ 2 diabetes	0,84 (0,73-0,96)	r ₆ , r ₇ , r ₈
	Bröstcancer	0,89(0,67-1,18)	r ₉
	Tarmcancer	0,82 (0,67-0,98)	r ₁₀ , r ₁₁ , r ₁₂
	Demens	0,61 (0,24-0,98)	r ₁₃ , r ₁₄ , r ₁₅
	Total dödlighet (alla orsaker)	Cykling: 0,90 (0,87-0,94) Gång: 0,89 (0,83-0,96)	r ₁₆

r₁: Folsom et al (1997)

r₂: Hu et al (2007a)

r₃: Hu et al (2007b)

r₄: Hu et al. (2005)

r₅: Wang et al. (2010)

r₆ Hu et al. (2003)

r₇: Shi et al. (2013)

r₈: Villegas et al. (2006)

r₉: Luoto et al. (2000)

r₁₀: Chao et al. (2004)

r₁₁: Giovannucci et al. (1995)

r₁₂: Wolin et al. (2007)

r₁₃: Chang et al. (2010)

r₁₄: Larson et al. (2006)

r₁₅: Rovio et al. (2005)

r₁₆: WHO (2013)

4.4 METOD FÖR BERÄKNING AV HÄLSOKONSEKVENSER AV AKTIVT RESANDE

Metoden för att beräkna hälsokonsekvenser av aktivt resande är uppdelad i två steg. Det första steget handlar om att mäta exponeringen av aktivt resande för olika åldersgrupper och kön. Detta följs av en beräkning av hälsokonsekvenser med hjälp av exponerings-responssamband. Nedan presenteras en summering av metoden, följt av en djupare beskrivning.


Summering av metod

Beräkning av exponering

1. Beräkning av reslängd per dag: Baserat på enkätdata från resevanundersökningen har det genomsnittliga antalet kilometer som en person cyklar respektive går en viss dag uppskattats uppdelat på åldersgrupper och kön.
2. Omräkning av reslängd per dag till reslängd per vecka: 77 procent av det uppskattade cyklandet och 100 procent av resandet till fots antas utföras regelbundet.
3. Omräkning av reslängd till restid: För att sedan räkna om genomsnittliga avstånd till genomsnittlig restid antas gående i genomsnitt gå 4,8 kilometer/timme samt cyklister cykla i en hastighet som beror av ålder och kön enligt en studie av cyklister i Stockholm (Schantz, 2016).

Beräkning av hälsokonsekvenser

4. Beräkning av relativ riskreduktion för befolkningen: Den relativa riskreduktionen vid exponeringen (MET timmar per vecka) beräknas per åldersgrupp och kön.
5. Antal förhindrade fall av kronisk sjukdom och förtida död som kan tillskrivas brist på fysisk aktivitet beräknas.
6. DALY beräknas utifrån antal förhindrade fall av kronisk sjukdom och förtida död med DW-faktorer och durationerna som presenteras i kap. 3.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

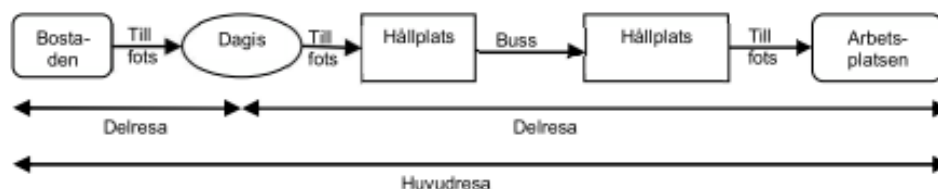
Steg 1. Exponering för aktivt resande

Beräkning av reslängd per dag

Exponeringen av aktivt resande tas fram med hjälp av de nationella resvaneundersökningarna (RVU Sverige sedan 2011). Trafikanalys, som ansvarar för RVU Sverige planerar att resvaneundersökningen ska fortsätta som en årlig undersökning, vilket möjliggör att studera årliga förändringar av exponeringen. Med RVU Sverige går det även att studera exponeringen på en mer disaggregerad nivå (bl.a. för ålder och kön).

Exponeringen mäts via så kallade reselement (se Figur 4 nedan). Ett reselement är definierat som en resa med endast ett färdmedel. Som exemplet nedan i Figur 4 visar är delresan från bostaden till dagis ett reselement. Delresan från dagis till arbetsplatsen innehåller däremot tre reselement, två till fots och ett med buss. Genom att summera den totala reslängden med reselement till fots och med cykel så får vi den totala reslängden inklusive anslutningsresor till t.ex. kollektivtrafik.


Figur 4. Definitioner av olika restyper i RVU Sverige (Trafikanalys, 2014)



Beräkningen av exponering av aktivt resande mäts därmed genom den totala reslängden till fots och med cykel per dag (summan av reselement) för befolkningen mellan 18 och 84 som har genomfört en resa under mät dagen. De totala reslängderna summeras per åldersgrupp och kön i resvaneundersökningen. Varje individ i resvaneundersökningen har en "vikt" och representerar ett antal verkliga personer. Genom dessa vikter representerar RVU Sverige befolkningen i Sverige mellan 18 och 84 år som har genomfört en resa under mät dagen.

Omräkning av reslängd per dag till reslängd per vecka

Även om RVU Sverige ger en bild av det totala resandet under en genomsnittlig dag, säger den inget om hur resandet fördelar sig över en längre tid (se kap. 4.3). Eftersom exponering-respons sambanden avser en regelbuden fysisk aktivitet per vecka, måste antaganden göras för hur ofta man går och cyklar i veckan.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Enligt en flerdags RVU (se kap. 4.3) är 77 procent av cyklandet regelbundet. För fotgängare har vi antagit att 100 procent av resandet är regelbundet. Dessa nykeltal har använts i modellen.

Omräkning av resavstånd till restid.

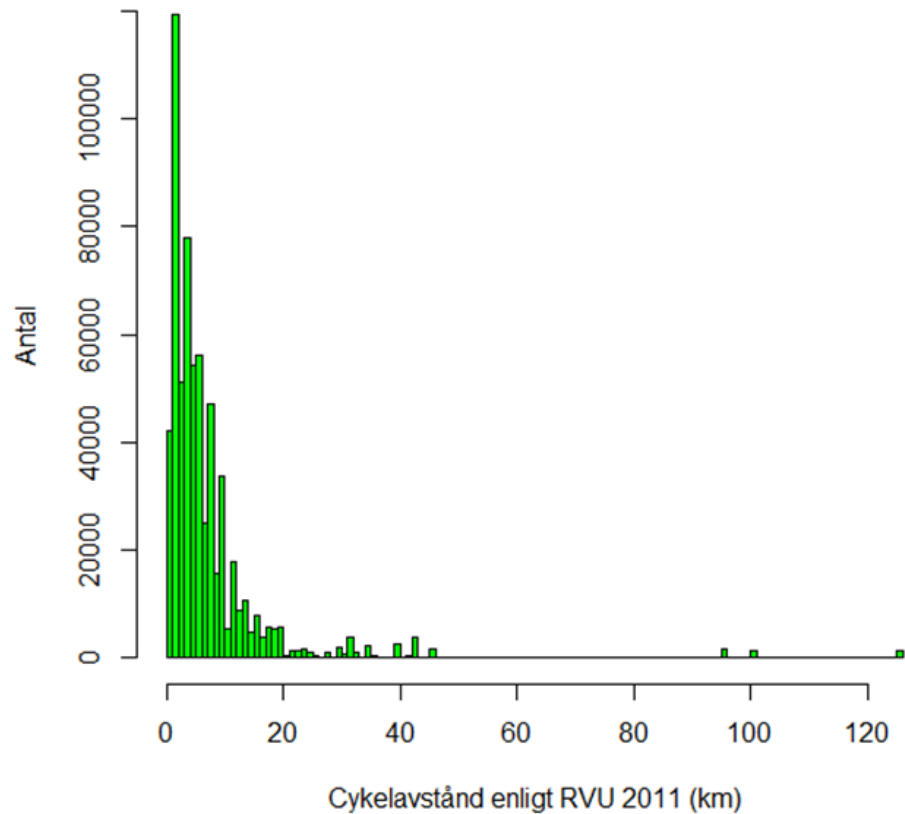
Reslängderna räknas om till restid med genomsnittliga cykel- och gånghastigheter. För gångresor antas en genomsnittlig gånghastighet på 4,8 km per timme och för cyklister används specifika hastigheter för olika åldersgrupper och kön framtagna av GIH (Schantz, 2016).

Steg 2. Beräkning av hälsokonsekvenser

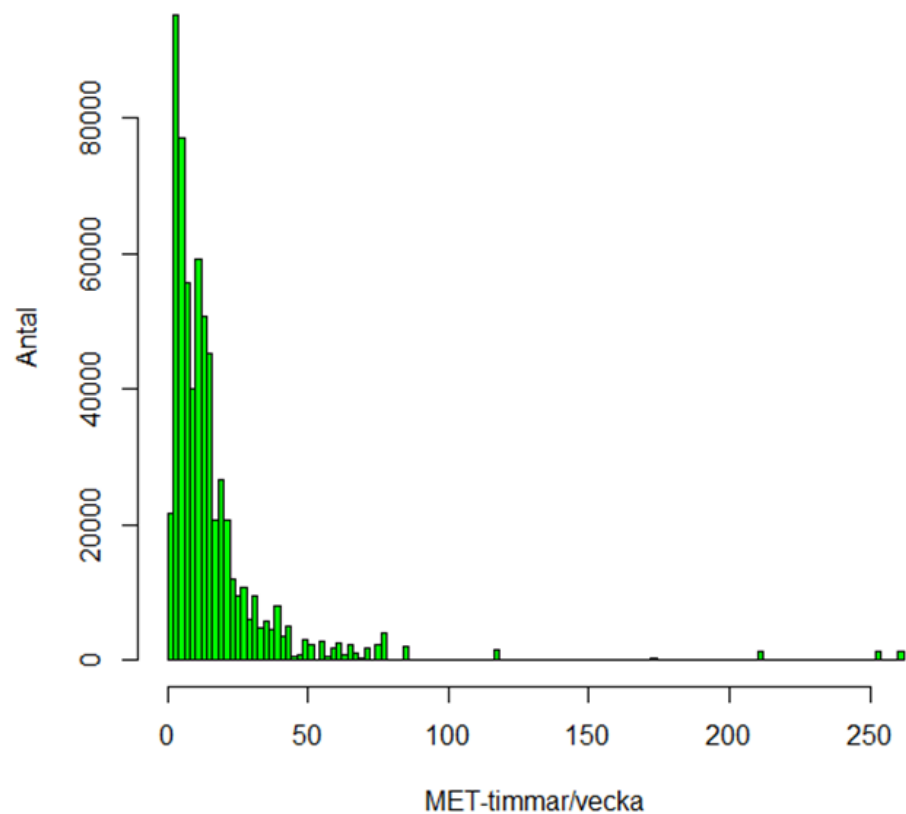
Baserat på restiderna beräknas sedan det arbete som har utförts (mätt i MET-timmar/vecka). Intensiteten antas i genomsnitt vara 6.8 MET vid cykling och 4 MET vid gång. Sedan beräknas riskreduktionen vid respektive nivå av fysisk aktivitet. Summan av dessa riskreduktioner är det antal fall som förväntade förhindras. Slutligen räknas DALY fram utifrån det förväntade förhindrade antal sjukdoms- och dödsfall. Beräkningsgången är på individnivå illustrerad i Figur 5-10.

För beräkning av hälsokonsekvenser används för mortalitet den metaskattning som har tagits fram av WHO. För att beräkna de förväntade effekterna på insjuknande används för utfallen hjärtinfarkt, stroke, hjärtsvikt, diabetes, och bröstcancer metaskattningar för cykel och gång och för utfallen tjocktarmscancer och demens metaskattningar för fysisk aktivitet på fritiden.

Figur 5. Fördelning av enskilda individers cykelavstånd.



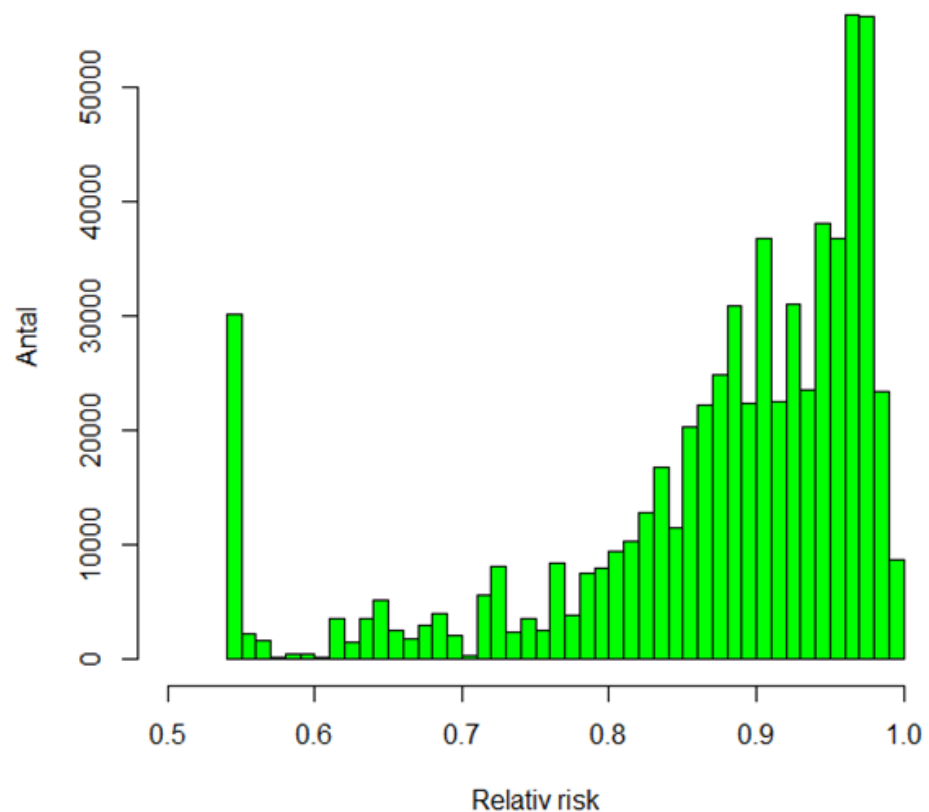
I Figur 5 redovisas antal personer som har cyklat olika avstånd i den nationella Resvaneundersökningen under en dag. Det som går att konstatera är att merparten av cyklisterna cyklar relativt kort varje dag, men det finns individer som har cyklat mycket långt (över 12 mil per dag). Informationen om reslängd per dag räknas om till reslängd per vecka och utgör sedan underlag till beräkningarna av fysisk aktivitet som cyklisterna gör (mätt i MET-timmar).

Figur 6. Arbetet som utförts av cyklisterna.

Figur 6 redovisar den fysiska aktiviteten som cyklisterna i Sverige gör per vecka. Datan redovisas i antal personer och MET-timmar per vecka. Figuren visar att merparten har en relativt låg fysisk aktivitet men vissa enskilda individer är mycket fysiskt aktiva.


Nästa steg i metoden är sedan att beräkna hur den fysiska aktiviteten påverkar den relativa risken att insjukna och avlida i olika sjukdommar. Detta redovisas i Figur 7.

Figur 7. Relativ risk för ettårsmortalitet vid dessa nivåer av cykling.

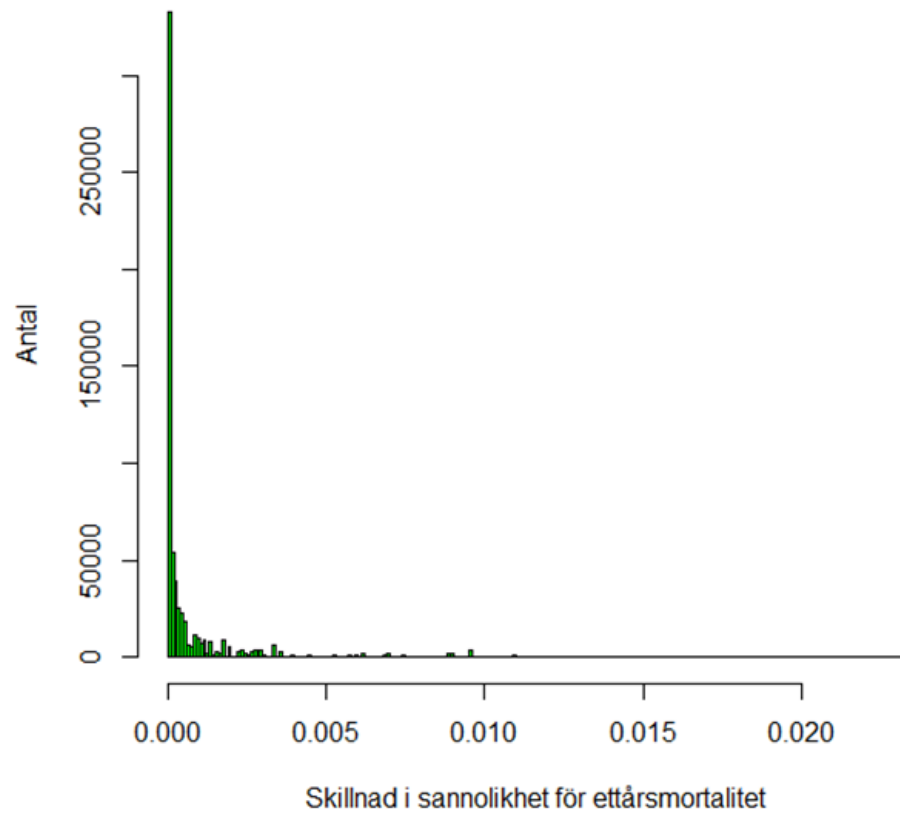


Figur 7 redovisar den relativa riskreduktionen för risken av avlidna i sjukdommar som fås genom cyklande. En relativ riskreduktion på 1 betyder att ingen reduktion och 0,5 betyder att risken har minskat med 50 %. I modellen antas en maximal riskreduktion på 45 %, eftersom det inte finns stöd för större riskreduktioner i litteraturen. Som figur 7 visar är det många som får en marginell riskreduktion genom sin fysiska aktivitet, men även ett antal personer som är mycket fysiskt aktiva och som får en riskreduktion på 45 %.

I Figur 8 redovisas riskreduktionen för mortalitet. Figuren visar antal personer och hur mycket sannolikheten att avlidna under ett år har förändrats.

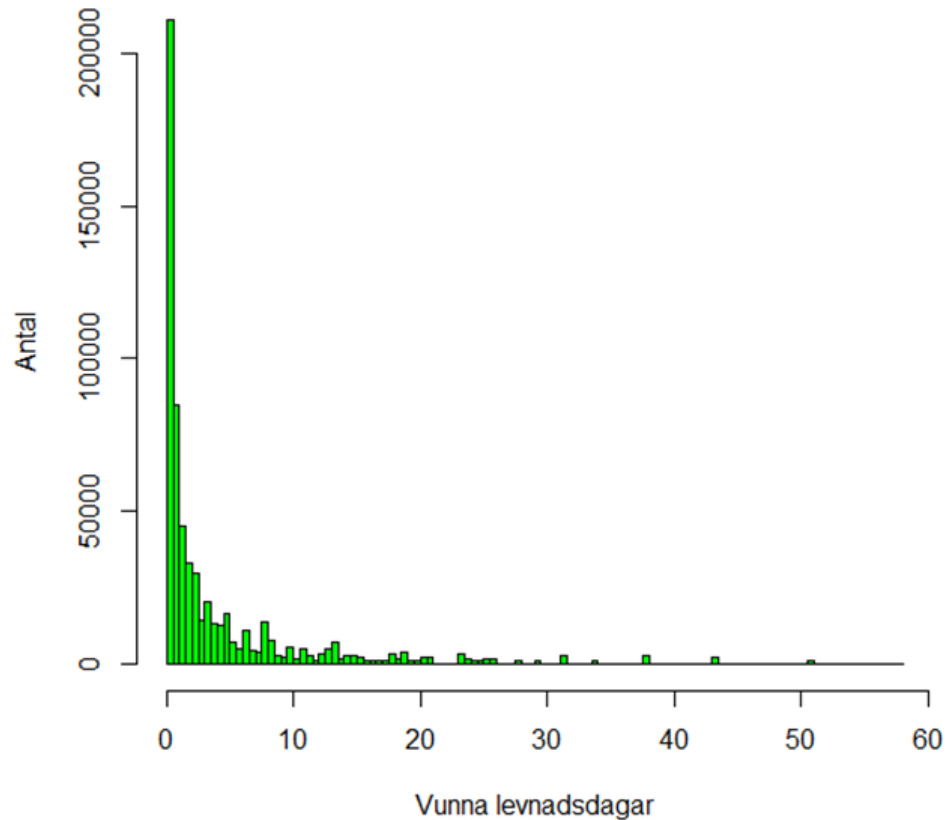
Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Figur 8. Riskreduktionen vid denna nivå cykling.



I Figur 9 redovisas slutligen hur många vunna levnadsdagar som cyklingen ger upphov till per person i genomsnitt (dvs. hur många DALY som undviks).


Figur 9. Vunna levnadsdagar vid dessa nivåer av cykling.



Osäkerhet i metoden

Baserat på enkätdata från den nationella resevaneundersökningen uppskattas det genomsnittliga resandet för en viss dag. Exponerings-respons sambanden gäller mängden fysisk aktivitet per vecka som sker regelbundet. Osäkerhet uppstår då vid skattning av hur stor del av de individer som för en viss dag uppgett att de cyklat/gått som gör detta regelbundet. För cykling gjordes detta baserat på ett mindre material med två veckors uppföljning, där sannolikheten för att cykla minst fyra dagar inom tvåveckorsperioden givet att individen svarat att den cyklade en viss dag beräknades. En annan osäkerhet med den nationella resevaneundersökningen (RVU Sverige sedan 2011) är att svarsfrekvensen är låg (42 procent) vilket minskar resultatens tillförlitlighet.

Den framtagna metoden tar inte hänsyn till hur en förändrad nivå av aktivt resande påverkar annan fysisk aktivitet. Det är möjligt att ett ökat aktivt resande ersätter en viss annan fysisk aktivitet, men det är också möjligt att ett

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

ökat aktivt resande leder till att man tränar mer i allmänhet. Tidigare longitudinella studier har visat att gång och cykling ökar den totala mängden fysisk aktivitet (Sahlqvist S, et al. 2013; Donaire-Gonzalez D, et al. 2015). I resvaneundersökningarna finns det ingen information om annan fysisk aktivitet. Givet att befolkningen i Sverige följer likande mönster som populationerna i de epidemiologiska studierna så bör detta inte påverka resultaten.

Nyttan av fysisk aktivitet har begränsats till nyttan som påvisats i de epidemiologiska studierna. Eftersom beräkningarna baseras på medelvärden av fysisk aktivitet innebär detta att nyttan överskattas om det finns individer som utför mer än denna aktivitet. Därmed blir det också av betydelse hur många dagar en cyklist förväntas cykla per vecka. Denna överskattning har dock, baserat på uttag av individuella enkätsvar och antagande om i genomsnitt 4,8 resdagar per vecka, visats vara marginell (<5procent för dödlighet).


4.5 RESULTAT AV TESTBERÄKNING

I det här kapitlet presenteras resultaten från två beräkningsexempel med metoden. I det första beräkningsexemplet presenteras hälsokonsekvenserna av dagens totala aktiva resande (jämfört med om ingen hade rest till fots eller med cykel). I det andra beräkningsexemplet presenteras en jämförelse av det aktiva resandet 2005/2006 med 2011-2014. De bakomliggande beräkningarna redovisas i bilaga 6. I bilaga 7 redovisas även ett beräkningsexempel med hälsokonsekvenser av ett klimatscenario.

Beräkningar av de totala hälsokonsekvenserna i DALY för ett basår

Dagens aktiva resande ger upphov till betydande hälsoeffekter, jämfört med om ingen hade rest över huvudtaget med aktiva färdmedel (dvs. att ingen hade gått eller cyklat över huvudtaget). Detta är ett extremt scenario som ska ses som ett referensscenario gentemot vilket årliga förändringar kan jämföras.

Som visas i Tabell 18 ger dagens aktiva resande upphov till omkring 83 000 DALY per år, varav ca 15 000 kommer från cyklande och ca 66 000 från gångresor. Totalt undviks knappt 3 500 dödsfall och 15 000 kroniska sjukdomsfall per år.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Tabell 18. Hälsokonsekvenser av aktivt resande 2011-2014.

Sjukdom	Cykling		Gång	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Bröstcancer	69	145	261	518
Hjärtinfarkt	749	190	2873	708
Stroke	484	1137	1725	3891
Diabetes typ 2	868	768	2609	2281
Hjärtsvikt	266	547	834	1642
Tjocktarmscancer	92	218	388	857
Demens	519	1797	2858	9899
Dödsfall	589	10488	2863	46219
Totalt		15290		66015

Beräkningar av hälsokonsekvensernas utveckling i DALY

I det här räkneexemplet redovisas hälsokonsekvensernas utveckling mellan åren 2005/2006 och 2011-2014, se Tabell 19. Skillnaderna i resande mellan åren är inte statistiskt säkerställda och ska därmed tolkas med försiktighet. År 2005/2006 gav det aktiva resandet upphov till en minskning av sjukdomsbördan med ca 73 000 DALY jämfört med ca 83 000 DALY för perioden 2011-2014. Detta innebär att det aktiva resandet 2011-2014 har gett upphov till ytterligare minskning av sjukdomsbördan med ca 6 000 DALY jämfört med 2005/2006.

Det är viktigt att tolka dessa siffror med stor försiktighet då förändringarna i aktivt resande mellan åren inte är statistiskt säkerställda.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Tabell 19. Hälsokonsekvensernas utveckling mellan 2005/2006 och 2011-2014.

Sjukdom	Cykling		Gång	
	Antal fall	DALY	Antal fall	DALY
Bröstcancer	13	28	9	8
Hjärtinfarkt	169	40	239	56
Stroke	171	340	369	610
Diabetes typ 2	193	160	123	30
Hjärtsvikt	8	75	-406	-186
Tjocktarmscancer	22	47	16	27
Demens	174	602	-14	-49
Dödsfall	153	2372	91	1770
Totalt		3664		2266

4.6 DISKUSSION

Den framtagna metoden utgör ett första steg för att beräkna hälsoeffekter av aktivt resande. Exponeringen av aktivt resande beräknas genom RVU Sverige tillsammans med en mindre flerdags RVU. I framtiden vore det önskvärt att RVU Sverige skulle kunna kompletteras med frågor om frekvens av aktivt resande samt med frågor om annan fysisk aktivitet. Detta skulle öka metodens tillförlitlighet. Alternativa metoder för att mäta gång och cykling utvecklas snabbt, vilket i framtiden kan möjliggöra mer exakta beräkningar av exponering.

Metoden baseras på WHO:s metod HEAT, samt på en egen undersökning av exponerings-responssamband mellan aktivt resande och risk att insjukna i olika kroniska sjukdomar. I metoden ingår befolkningen mellan 18 och 84 år. Detta betyder att metoden inkluderar äldre personer än i HEAT (som bara inkluderar personer mellan 20 – 64 år för cykling och 20 – 74 år för gång). Samma exponerings-responssamband har använts för denna grupp äldre in-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

divider. I framtiden när det finns mer studier kan exponerings-responssambanden för denna äldre grupp behöva revideras.

Metoden tar inte hänsyn till annan fysisk aktivitet än aktivt resande. Ökat aktivt resande skulle kunna kompenseras av en minskning av annan fysisk aktivitet, vilket inte tas hänsyn till i metoden. Dessa substitutionseffekter har dock tagits hänsyn till i de epidemiologiska studier som exponerings-responssambanden baseras på. Givet att den studerade populationen inte skiljer sig markant från populationerna i de epidemiologiska studierna borde detta inte vara ett problem. I scenariostudier, med en radikal förändring av det aktiva resandet, är det dock viktigt att kunna ta hänsyn till eventuella substitutionseffekter.

5 LUFTFÖRORENINGAR

Vägtrafiken står för en stor del av de luftföroreningar som har negativa effekter på människors hälsa, och som orsakar ökad sjuklighet och dödlighet. För att kunna bedöma vilken hälsopåverkan trafikutsläpp har behövs kunskap om föroreningarnas storlek, vilka spridningsförhållanden som råder och antalet människor som drabbas. Vidare behövs kunskap om exponerings-responssamband mellan föroreningshalter och ökad ohälsa hos befolkningen.

5.1 EXPONERING FÖR TRAFIKENS LUFTFÖRORENINGAR

Trafikens luftföroreningar beror av mängden trafik, dess fördelning på fordonsslag samt de enskilda fordonslagens emissionsfaktorer för olika skadliga ämnen. Luftföroreningarna härrör både från fordonens avgaser och från slitagepartiklar från däck, vägbanan och fordonens inre delar samt från avdunstning. I hur hög grad luftföroreningarna påverkar luftkvaliteten beror både på utsläppens storlek och på meteorologins bidrag till utspädning av halterna (vind, lufttryck, luftfuktighet mm). Det senare påverkas av hur öppet/slutet vägen ligger i förhållande till omgivande byggnader och andra hinder utmed vägen samt på kemiska förändringar av utsläppta ämnen över tid (så kallad atmosfärisk omvandling).

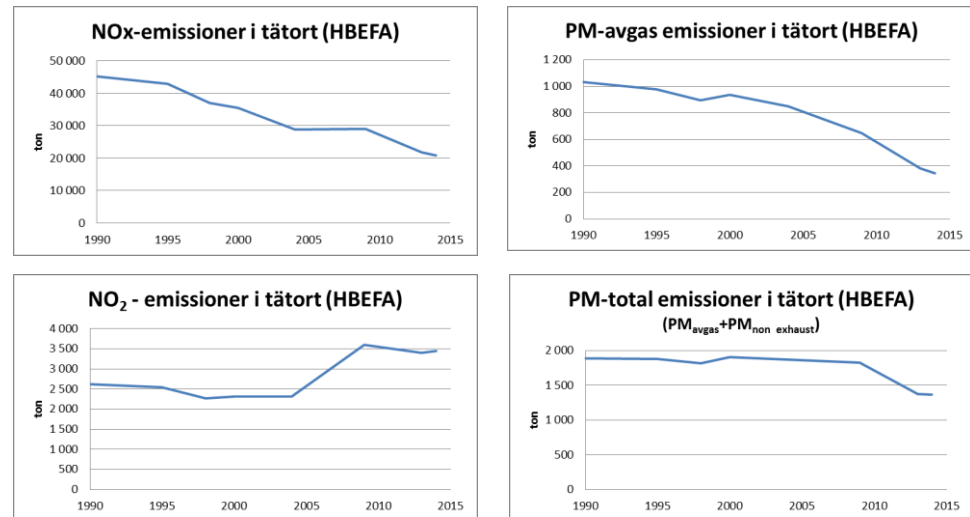
Dålig luftkvalitet i form av höga halter av trafikinducerade luftföroreningar är framförallt ett problem i tätorter eftersom utsläppen där är mer rumsligt koncentrerade och eftersom tät bebyggelse bidrar till sämre spridningsförhållanden och därmed mindre utspädning av halterna. Det är också i tätorter som störst antal människor exponeras för trafikutsläpp. År 2010 bodde 85 procent av Sveriges befolkning i tätorter (SCB 2013), och utvecklingen går mot allt högre grad av urbanisering.

Utvecklingen av utsläpp från trafik har under senare år varit nedåtgående dels till följd av fordonsparkens utveckling mot renare fordon och dels till följd av att trafikökningen varit måttlig. I Figur 10 redovisas hur utsläppen har utvecklats 2009-2014. Man kan konstatera att utsläppen av NO_x och PM_{avgas} ⁴ har varit minskande medan utsläppen av NO_2 och partiklar totalt som PM_{10} ⁵ inte haft en lika tydlig trend.

⁴ Partiklar som härrör från avgaser

⁵ PM_{10} är partiklar med diameter mindre än 10 μm

Figur 10. Beräknade trafikgenererade utsläpp av NO_x , NO_2 , PM_{avgas} och total PM_{10} i tätort i Sverige 2009-2014 (WSP).

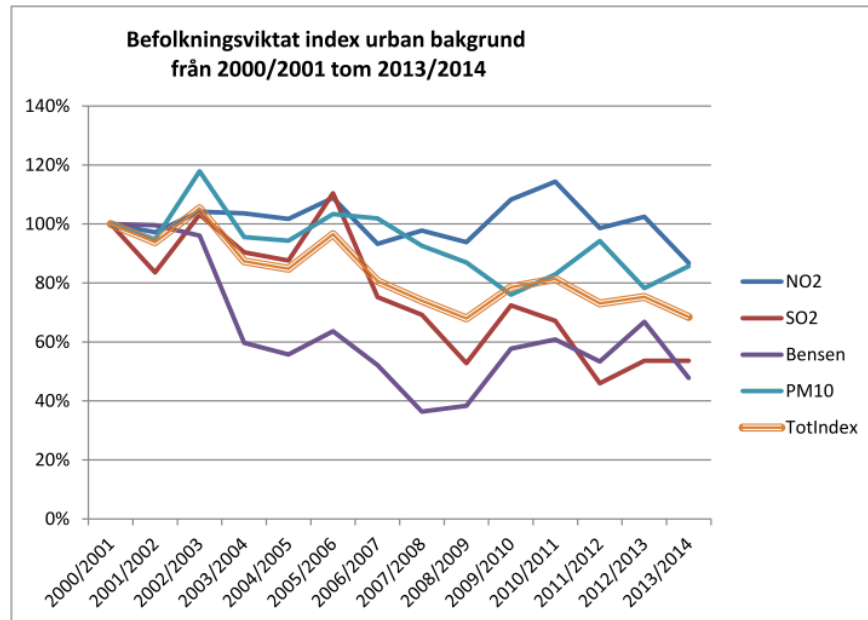


Det sker idag inga årliga uppföljningar av människors exponering för trafikens luftföroreningar i form av halter av PM_{avgas} och $PM_{slitage}$ ⁶. Däremot rapporterar Trafikverket årligen om trafikens emissioner via uppföljning av trafikutvecklingen och utvecklingen av fordonsparken. För detta används emissionsmodellen The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA) (<http://www.hbefa.net/e/index.html>). HBEFA (tidigare ARTEMIS road model) är en EU-gemensam beräkningsmodell för trafikens luftföroreningar och bränsleförbrukning. I Sverige används HBEFA för årlig beräkning av trafikens emissioner i samband med den internationella rapporteringen av Sveriges utsläpp. Därmed finns en upparbetad rutin för årlig uppföljning av vägtrafikens utsläpp. Detta har hittills gjorts dels totalt och dels för tätort respektive landsbygd separat.

Effekter på människors hälsa till följd av luftföroreningar från trafik beror på hur höga halterna är och hur många som exponeras för den. I Figur 11 redovisas utvecklingen av exponering i tätort i form av ett befolkningsviktat index baserat på tätortsmätningar framtaget av IVL Svenska miljöinstitutet.

⁶ Partiklar som härrör från slitage från vägbana, däck etc.

Figur 11. Befolkningsviktat index för luftkvalitet i urban bakgrundsluft från 2000/2001 t.o.m. 2013/2014.




(Data från IVL Svenska miljöinstitutet, figur hämtad från Trafikverket Miljörapport 2015 <https://online4.ineko.se/trafikverket/Product/Detail/51243>.)

5.2 EXPONERINGS-RESPONSSAMBAND

Trafikföroreningars hälsoeffekter

Luftföroreningar som bilavgaser kan vara förenade med väldigt olika typer av effekter på människors hälsa, allt ifrån att starta processer som får friska personer att utveckla kroniska sjukdomar som kan bero av exponering över lång tid till att snabbt försämra tillståndet hos redan sjuka personer. I båda fallen kan epidemiologiska studier visa att ju högre halt desto större risk, ofta med samband som är linjära till sin karaktär. Vissa hälsoutfall är enklare att studera genom att i princip alla fall blir kända, t.ex. dödsfall, eller fall som kommer under vård och behandling och kan återfinnas i register. De epidemiologiska studierna har olika upplägg beroende på om det är hälsoeffekterna av längre tids exponering eller korttidsexponering (timmar-dygn) som man vill undersöka. Möjligheterna att särskilja enskilda källors eller föroreningars unika betydelse beror av hur nära korrelerade de är i tid och rum.

I hälsokonsekvensberäkningar (inklusive hälsoekonomiska kalkyler) brukar luftföroreningarnas mest betydelsefulla effekt vara inverkan på dödligheten, uttryckt som antal dödsfall eller förlorade levnadsår. Studierna av korttidsex-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


poneringens effekt på dagligt antal dödsfall ger bristfälligt underlag för att beräkna förlorade levnadsår eftersom man studerar dygnsvisa frekvenstal (ibland uppdelat efter åldersgrupp etc.) men inte över tid följer individer med kända utgångsdata i form av hälsotillstånd och riskfaktorer. Det är i synnerhet partiklarnas samband med dödlighet som har stått i centrum för de flesta hälsokonsekvensberäkningarna, med stöd för effekter av både långtids- och korttidsexponering (WHO, 2003; WHO, 2006a).

En expertgrupp tillsatt av WHO har relativt nyligen analyserat kunskapsläget kring några viktiga luftföroreningar inom ett projekt kallat *Review of evidence on health aspects of air pollution*, REVIHAAP, (WHO, 2013a). Även i denna rapport understryks sambandet mellan långtidsexponeringen för partikulära luftföroreningar och dödlighet. Man menar att sambanden förefaller linjära även under WHO nuvarande riktvärde (guideline) för PM_{2.5} (10 µg/m³). Bedömningarna inom REVIHAAP har sedan utgjort grunden för rekommendationerna beträffande antaganden vid hälsokonsekvensberäkningar presenterade i rapporten från ett näraliggande WHO-projekt med namnet *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE* (WHO, 2013b).

Exponerings-respons samband för dödlighet

Utgångspunkten i detta metodutvecklingsarbete har i samråd med Trafikverkets representanter varit att använda partikelexponeringen som underlag för beräkning av hälsokonsekvenser. En viktig slutsats från REVIHAAP, HRAPIE och tidigare analyser inom WHO (WHO, 2007) är att partiklar från olika källor med olika sammansättning och egenskaper sannolikt har olika toxicitet och hälsoeffekter, men att man inte har tillräckligt med underlag om detta för att anta specifika exponerings-respons samband. Dock redovisas belägg för att små förbränningsgenererade partiklar och sotpartiklar tycks ha stor betydelse för partiklarnas samband med dödlighet och hjärt-kärleffekter (HEI, 2010; Janssen et al, 2011). Dessa partiklar kommer i gaturum och trafiknära miljöer till betydande del från fordonsavgaser. Det finns även mycket som talar för att partiklarna i grovfraktionen av PM₁₀ (2.5 < PM < 10) har mindre betydelse för dödligheten men är viktiga för effekter i andningsorganen (Brunekreef & Forsberg, 2005; Adar et al, 2014). Det finns dock europeiska studier av episoder med vindtransporterad ökensand, samt en studie av slitagepartiklar och dagligt antal dödsfall i Stockholm (Meister et al, 2012), som visar att grova, mineraldominerade partiklar har en kortvarig effekt på dagligt antal dödsfall.

I arbetet med REVIHAAP och HRAPIE har det även framkommit att det vetenskapliga stödet har ökat för att kvävedioxid (NO₂) i sig skulle kunna ligga bakom sambandet mellan långtidsexponering för NO₂ och dödlighet (WHO, 2013a). Tidigare har NO₂ och NO_x setts indikatorer på avgaser, och avgaspartiklar som mer trolig kausal komponent bakom sambanden. Den nya bedömningen har gjort konsekvensberäkningar något mer komplicerade att ge-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

nomföra. Beroende på hur man ser på kausalitetsfrågan och vilket exponerings-respons samband man antar för partiklar kan en separat effekt av NO₂ vara möjlig att addera utan att det behöver ses som dubbelräkning.

Det potentiella problemet med sammanblandning av effekter på dödlighet av partiklar och kvävedioxid har nyligen belysts i en översiktsartikel om NO₂ och PM_{2.5} (Faustini et al, 2014). I deras meta-analys inkluderas 19 studier med resultat från modeller som samtidigt beaktar både PM_{2.5} och NO₂. I studierna från Europa var effekten på dödligheten ca 7 procent ökning per 10 µg/m³ för båda föroreningarna.


En relevant studie som dock inte ingår i ovan nämnda översikt kommer från Danmark och omfattar 52 061 deltagare i en studie som följt upp dessa från inklusionen 1993–1997 till 2009 och beräknat årsmedelhalten av NO₂ vid varje bostad (Raaschou-Nielsen et al, 2012). Studien fann 8 procent ökning av totaldödligheten per 10 µg/m³.

I flera tidigare svenska hälsokonsekvensberäkningar gällande bilavgaser har årsmedelhalten av kväveoxider (NO_x) setts om en lämplig indikator i frånvaro av specifika data om avgaspartiklar. Som lämplig exponerings-responsfunktion har sambandet rapporterat från en studie av 16 000 män i Oslo använts, där halten beräknats med en spridningsmodell med fin geografisk upplösning (Nafstad et al, 2004), vilket liknat förfarandet i konsekvensberäkningarna. Studien fann 8 procent ökning av totaldödligheten (exklusive våldsamt död) per 10 µg/m³.

I rapporten från HRAPIE (WHO, 2013b) föreslås att man generellt för PM_{2.5} ska beräkna effekten av långtidsexponering på dödligheten bland vuxna (30+) enligt en meta-analys av 13 kohortstudier (Hoek et al, 2013). Exponerings-responsfunktionen för PM_{2.5} blev i denna analys ca 6 procent per 10 µg/m³, och överensstämmer väl med sambandet från American Cancer Society (ACS) Cohort Study (Pope et al, 1995) som kommer från en jämförelse mellan städer/orter och ändå använts i många hälsokonsekvensberäkningar där man saknat haltdata men hög spatiell upplösning (Medina et al, 2004; Forsberg et al, 2005; Pascal et al, 2013). En meta-analys för elementärt kol (EC) resulterade i en exponerings-responsfunktion på ca 6 procent per 1 µg/m³ och i huvudsak avser studierna jämförelse mellan orter/städer (Hoek et al, 2013).

En ytterligare studie som har använts för att anta samband mellan partiklar och dödlighet är en delstudie från Los-Angeles med deltagare från ACS-kohorten, fast i denna analys beräknades halten för varje postnummerområde och exponerings-responsfunktionen blev ca 17 procent per 10 µg/m³ (Jerrett et al, 2005).

Även om utgångspunkten i detta projekt varit att enbart använda partikelhalter för att beräkna hälsokonsekvenser, PMavgas och PMslitage, gjorde osäkerhet kring vilket exponeringsmått och exponerings-respons samband för

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

PMavgas och mortalitet som skulle tillämpas, att vi valt att för långtidsexponering och mortalitet använda NO_x som indikator för avgaser. Exponerings-responssambandet har hämtats från en norsk studie (Nafstad et al, 2004), vars 8 procent per 10 µg/m³ tillämpats i flera tidigare svenska beräkningar, inklusive rapporten från IVL⁷. Eftersom exponeringen generellt beräknats med partikelhalter, har halten av avgaspartiklar för denna mortalitetsberäkning fått räknas om till NO_x där relationen µg/m³ NO_x = 45(µg/m³ PM_{avgas}) har tillämpats baserat på uppskattad aktuell fördelning av emissionerna enligt HBEFA 3.2.

För slitagepartiklar som genom dubbdäcksanvändningen är ett speciellt problem i Sverige har vi valt att räkna med resultat från Stockholm (Meister et al, 2012), dvs. 1,7 procent per 10 µg/m³.

Exponerings-responsfunktioner för sjuklighet


Sjuklighet har hittills i hälsokonsekvensberäkningar i huvudsak inkluderats i form av att korttidseffekter på sjukhusinläggningar och sjukdagar har studerats (Medina et al, 2004; Pascal et al, 2013). Detta är med något undantag även rekommendationerna från HRAPIE (2013b). Dessa analyser underskattar antal vårdtillfällen som orsakas av luftföroreningar, eftersom de bara speglar akuta effekter av luftföroreningarna och inte alla vårdtillfällen hos dem som utvecklat sin sjukdom på grund av föroreningar (Kunzli et al, 2008).

Användning av DALYs innebär att man behöver beräkna hur sjukdomars vanlighet (incidens/prevalens) påverkas av föroreningsexponeringen. Här ger WHO:s rapporter främst vägledning beträffande kronisk bronkit.

Tidigare har oftast amerikanska data för kronisk bronkit använts även i Europa (Abbey et al, 1995; Abbey et al, 1999). En studie från Schweiz har tillfört nyare Europeiska data (Schindler et al, 2009), och i HRAPIE gjordes en sammanvägning av dessa studier till en exponerings-responsfunktion på 11,7 procent per 10 µg/m³ PM₁₀ utan att skilja på olika typer av partiklar eller källor.

Att luftföroreningar påverkar risken för vissa hjärt-kärlsjukdomar och metaboliska sjukdomar är idag allmänt vedertaget och det finns moderna översiktsartiklar (Lee et al, 2014). Den stora Europeiska studien ESCAPE har inkluderat likartade kohorter från flera länder för att studera bland annat incidensen av hjärt-kärlsjukdom, och i artiklarna från ESCAPE ges exponerings-responsfunktioner från meta-analyser. En publikation från ESCAPE beskriver sambandet mellan partikelhalten och risken för akut hjärtinfarkt

⁷ IVL och Umeå Universitet, Quantification of population exposure to NO₂, PM 2.5 and PM 10 and estimated health impacts in Sweden 2010, B 2197, december 2014


Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

(Cesaroni et al, 2014). Exponerings-responsfunktionen anger 12 procent ökad risk per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10. En annan publikation från ESCAPE innehåller en meta-analys som ger resultaten för incidensen av stroke (Stafoggia et al, 2014), vilken uttrycks som 33 procent per $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5.

Det europeiska projektet ESCAPE har även resulterat i en meta-analys av lungcancerincidens och partiklar, med en exponerings-responsfunktion på 22 procent ökad risk per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 (Raaschou-Nielsen et al, 2013).


Beträffande diabetes finns en relevant och nyligen publicerad studie från Tyskland som erhöll en exponerings-responsfunktionen på 5 procent ökad risk per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 (Weinmayer et al, 2015).

För all partikelmassa som PM10 (slitage- och avgaspartiklar) har vi beträffande exponerings-responsfunktion valt att följa HRAPIE för kronisk bronkit (WHO, 2013b), Cesaroni et al (2014) för hjärtinfarkt, Raaschou-Nielsen et al (2013) för lungcancer, Weinmayer et al (2015) för diabetes. För stroke med exponerings-responsfunktion för PM2.5 från Stafoggia et al (2014) antar vi den gälla enbart för avgaser, inte för slitagepartiklar. De tillämpade exponerings-respons sambanden redovisas i Tabell 20. Sambanden uttrycks som relativ risk per viss högre halt, RR 1,11 innebär därvid 11 procent högre förekomst vid den högre halten (exempelvis per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 20. Antagna samband mellan mortalitet respektive sjuklighet och exponering. Exponerings-respons samband (ERF) uttrycks som relativ risk.

Exponering	Utfall	ERF	Enhet (µg/m ³)	Originalstudie	Åldersgrupp
Avgaser och slitage/vägdamm	Lungcancer	1.22 (1.03-1.45)	Per 10 PM10	Raaschou-Nielsen et al., 2013, vuxna (meta-analysis)	30+
	Diabetes	1.05 (1.00-1.10)	Per 10 PM10	Weinmayer et al., 2015, vuxna (45+)	30+
	Kronisk bronkit	1.117 (1.040 - 1.189)	Per 10 PM10	HRAPIE (WHO;2013b)	30+, I = 0,09/100/yr (Holm et al, 2014)
	Akut hjärtinfarkt	1.12 (1.01-1.25)	Per 10 PM10	Cesaroni et al., 2014, vuxna (meta-analysis)	30+
Slitage/slitagepartiklar	Mortalitet (total)	1.017 (1.002 - 1.032)	Per 10 PM10	Meister et al., 2012, alla åldrar	Alla
Avgaser	Mortalitet	1.08 (1.06-1.11)	Per 10 NO _x	Nafstad et al, 2004	30+
	Stroke	1.33 (1.01-1.77)	Per 05 PM2.5	Staffoglia et al., 2014 Meta-analysis (25+)	30+

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

5.3 METOD FÖR BERÄKNING AV HÄLSOKONSEKVENSER AV LUFTFÖRORENINGAR FRÅN TRAFIK

I detta projekt har en metod utvecklats och testats med syfte att uppskatta hälsoutfallet i landet med utgångspunkt från uppföljning av trafikemissionernas utveckling. Metoden baseras på förändringar i befolkningsexponering baserat på den årliga kartläggningen av emissionsförändringar inom olika geografiska segment.

Metoden för beräkning av hälsoeffekter delas nedan in i två steg; det första handlar om att uppskatta trafikgenererade halter i olika delar av landet och koppla ihop med befolkningen för att få fram den totala befolkningsexponeringen. Den andra delen handlar om att utifrån befolkningsexponeringen beräkna vilka hälsoeffekter som uppstår, uttryckt i antal DALY.


Metoden bygger på relativt detaljerade beräkningar och uppskattningar av emissioner, halter och befolkningsexponering för 2010, som utgör basåret. För efterföljande år finns inte tillgång till lika detaljerade halt- och exponeringsberäkningar. För att ändå få en bild av utvecklingen används ett förenklat samband som utgår från de emissionsberäkningar som tas fram varje år med HBEFA (med uppföljning av emissionerna uppdelat på tre tätortsgrupper och landsbygd, se beskrivning ovan). Utifrån förändringen i emissioner (fördelat på de olika tätortskategorierna) skattas en förändring i haltnivåer. Denna funktion antas vara linjär. Förändringen i haltnivåer och förändring i befolkningen ger sammantaget en förändring i befolkningsexponering som i sin tur ger en förändring uttryckt i antal DALY.

För att få en mer robust modell bör det med jämna mellanrum tas fram en ny, mer detaljerad, basårsberäkning, exempelvis med 5 års mellanrum.

Del 1 – Metod för framtagande av befolkningsexponering

För att beräkna halter av luftföroreningar används spridningsmodeller som bygger på emissionsdata och meteorologiska data. Den initiala planen för projektet var att använda Spridningsmodellen Simair för uppskattning av halter och befolkningsexponering för Sverige i sin helhet. Det visade sig under hand att denna väg inte var framkomlig under den tid projektet pågick. Som alternativ metod har en studie från IVL och Umeå Universitet använts som utgångspunkt för att beräkna exponeringen för basåret (2010)⁸. Studien bygger på en empirisk modell för skattning av haltnivåer för olika luftföre-

⁸ IVL och Umeå Universitet, Quantification of population exposure to NO₂, PM 2.5 and PM 10 and estimated health impacts in Sweden 2010, B 2197, december 2014

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
Status: Slutversion		

ningar över hela landet. Haltnivåerna fördelas på olika typer av källor. Från denna studie har uppgifter om trafikgenererade haltnivåer samt den totala befolkningsexponeringen av PM2.5 samt PM10 på nationell nivå använts. Tillsammans med de modellberäknade trafikgenererade emissionerna av PM2.5 och PM10 från HBEFA utgör detta grunden för basåret.


För följande år hade den enklaste modellen varit att utgå från att haltnivåerna utvecklas proportionerligt med förändringen i emissioner på nationell nivå enligt HBEFA. Detta ger dock en relativt trubbig bild av utvecklingen, med tanke på att befolkningsexponeringen beror på hur många som utsätts för en viss halt. Det bör spela stor roll hur förändringen i emissioner fördelas över landet. Om emissionerna ökar i stora städer får det större påverkan på människors hälsa än om emissionsökningen sker i mindre tätbefolkade områden. Detta framgår inte om man enbart studerar emissioner på nationell nivå. Av denna anledning togs det inom projektet fram en beräkningsgång så att HBEFA:s emissioner kan fördelas på de fyra geografiska segmenten landsbygd, små tätorter (<50 000 inv.), mellanstora tätorter (50-200 000 inv.) och stora tätorter (>200 000 inv.).

För att kunna utnyttja emissionernas utvecklingstakt i respektive tätortskategori krävs att det finns en motsvarande indelning av halter och befolkningsexponering för de tre geografiska segmenten för basåret 2010. En sådan indelning av halter på olika tätortskategorier har inte gått att få fram från studien från IVL och Umeå Universitet. Beräkningarna görs visserligen på en mycket detaljerad geografisk nivå, men det skulle vara mycket tidskrävande att få fram aggregerad data på en nivå som kan matchas mot HBEFA:s tätortsinde-ling. Det har inte funnits utrymme inom detta projekt att göra ett sådant arbete. Däremot har IVL kunnat bistå med uppgifter om halter och befolkningsexponering för de stora tätorterna (Stockholm, Göteborg och Malmö), vilket har varit till stor hjälp för att uppskatta fördelningen på tätortskategorier.

Från IVLs och Umeå Universitets studie har projektet därmed kunnat använda halter och befolkningsexponering dels på nationell nivå och dels för stora tätorter. Differensen mellan dessa två utgörs därmed av resterande tätortskategorier, dvs. landsbygd, små tätorter respektive mellanstora tätorter. Hur fördelningen mellan dessa kategorier gjorts framgår nedan.

Landsbygd

SMHI har under 2015 tagit fram genomsnittliga halter av partiklar samt befolkningsexponering för landsbygden. Om man utgår från att metoderna som använts av SMHI respektive IVL/Umeå Universitet går att jämföra, står landsbygden för ca 2 procent av den nationella exponeringen av partiklar. Eftersom problemen med luftföroreningar är relativt små på landsbygden har

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

det inom projektet antagits att landsbygden inte har några halter alls dvs. exponeringen på landsbygd har antagits vara försumbar.

Små och medelstora tätorter

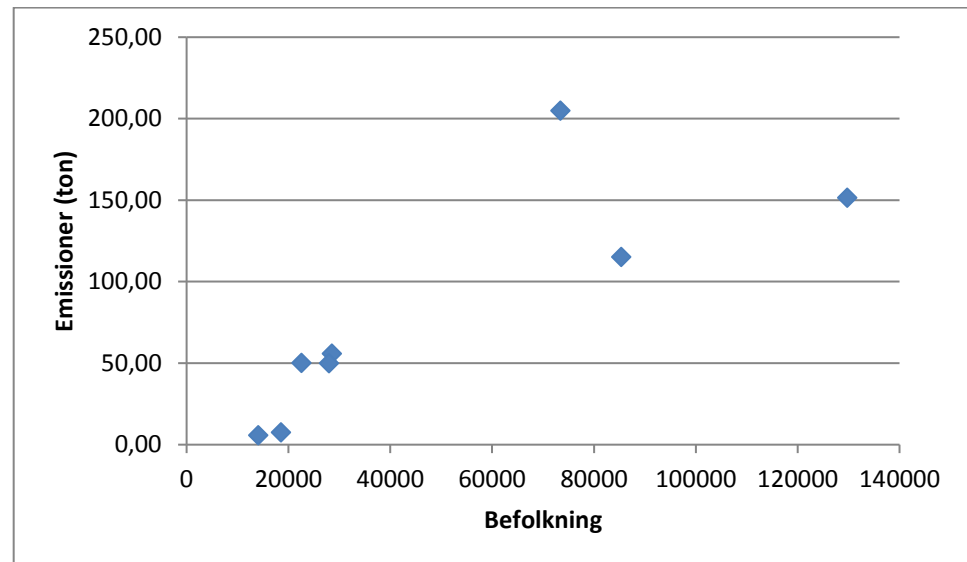
Fördelningen mellan små- och medelstora tätorter togs fram genom att använda data från Stockholms Luftvårdsförbund (SLB) för PM_{2.5}, PM₁₀ samt NO_x. Datat inkluderade emissioner, genomsnittliga befolkningsviktade halter och befolkningsexponering för 9 tätorter i Stockholm med omnejd för år 2010, se Tabell 21.

Tabell 21. Tätorter, befolkning och tätortskategori utifrån data från Stockholms Luftvårdsförbund.

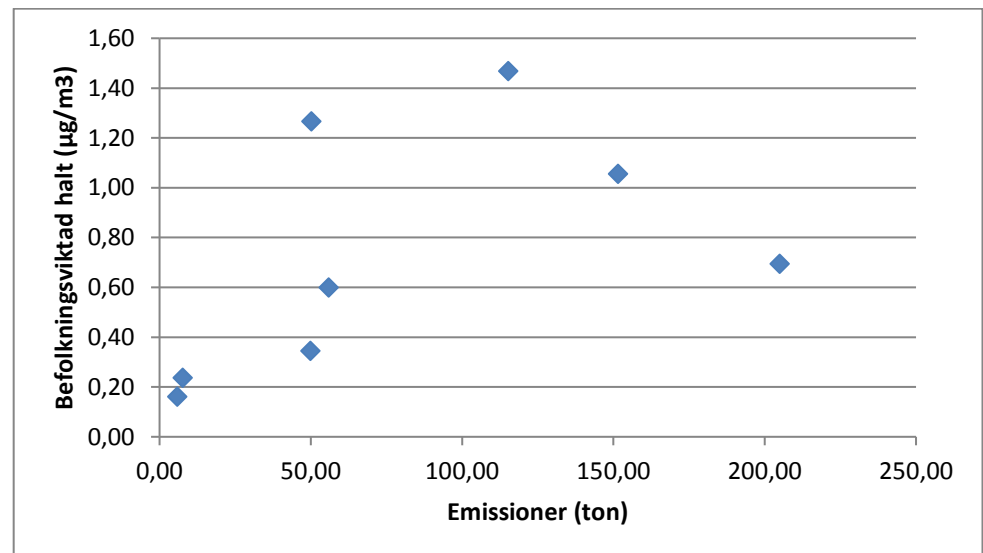
Tätort	Befolkning	Tätortskategori
Storstockholm (100m)	1 712 575	Stora tätorter
Uppsala (100m)	129 742	Medelstora tätorter
Gävle (100m)	85 385	Medelstora tätorter
Södertälje (100m)	73 398	Medelstora tätorter
Sandviken (100m)	28 553	Små tätorter
Sigtuna (25m)	27 992	Små tätorter
Enköping (100m)	22 566	Små tätorter
Norrtälje (20m)	18 574	Små tätorter
Nynäshamn (25m)	14 091	Små tätorter

SLBs data visar på ett relativt tydligt samband mellan tätorternas befolkningsstorlek, trafikens emissioner och trafikgenererade halter, ju större tätort desto högre emissioner och halter. Däremot är 9 tätorter ett litet urval, särskilt om man bryter ner dem till tätortskategorier, och sambanden blir inte så robusta som man kanske skulle sett om fler städer hade ingått. I Figur 12 och Figur 13 illustreras sambanden mellan befolkningsstorlek och emissioner respektive emissioner och befolkningsviktad halt för PM₁₀ (endast trafikgenererade emissioner) för de små och medelstora tätorter som ingått.


Figur 12. Samband mellan befolkningsstorlek och emissioner av PM10.
Källa: Stockholm Luftvårdsförbund, bearbetning av WSP.



Figur 13. Samband mellan emissioner av PM10 och befolkningsviktad halt.
Källa: Stockholm Luftvårdsförbund, bearbetning av WSP.



Utifrån SLB:s data har funktioner tagits fram för sambanden mellan dels befolkning och emissioner och dels emissioner och halter. Dessa samband har sedan applicerats på samtliga små- och medelstora tätorter i Sverige. Genom

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

att multiplicera den skattade befolkningsviktade halten per tätort med befolkningen i tätorten ges en ungefärlig befolkningsexponering på tätortsnivå. Befolkningsexponeringen för samtliga små respektive medelstora tätorter har sedan aggregerats till nationell nivå. Fördelningen mellan de två tätortskategorierna har sedan använts för att fördela den totala befolkningsexponeringen (exklusive stora tätorter) från IVLs studie på små- respektive medelstora tätorter.

Genom ovanstående förfarande gjordes därmed en skattning av hur IVLs resultat för basåret 2010 fördelar sig över de tre tätortskategorierna. Det bör noteras att skattningen är förknippad med stora osäkerheter med tanke på att sambanden dels baseras på få tätorter och dels inte är så robusta, men det bör åtminstone ge en ungefärlig bild av fördelningen mellan tätortskategorier. Värt att ha i åtanke är också att av den totala nationella befolkningsexponeringen står stora tätorter för en mycket stor andel, dvs. det är en relativt liten andel som berörs av denna skattning (se vidare under "Test av beräkningsmetod").

Vad gäller slitagepartiklar påverkar dubbdäcksanvändningen emissionerna i stor utsträckning, se Tabell 22. Användningen av dubbdäck skiljer sig relativt mycket mellan olika delar av landet. Att för PM10 utgå från de samband som redovisas i Figur 12 och Figur 13 och applicera på samtliga tätorter i Sverige skulle innebära att man antar att dubbdäcksandelen ser likadan ut i Stockholm med omnejd som i Norrland eller Skåne. För att ta hänsyn till att så inte är fallet, har emissionerna av PM10 viktats. Grundsambandet mellan befolkning och emissioner på tätortsnivå kvarstår men viktas upp eller ner beroende på antagen dubbdäcksandel.

Tabell 22. Emissionsfaktorer PM10 (mg/fkm). Källa: IVL (2014).

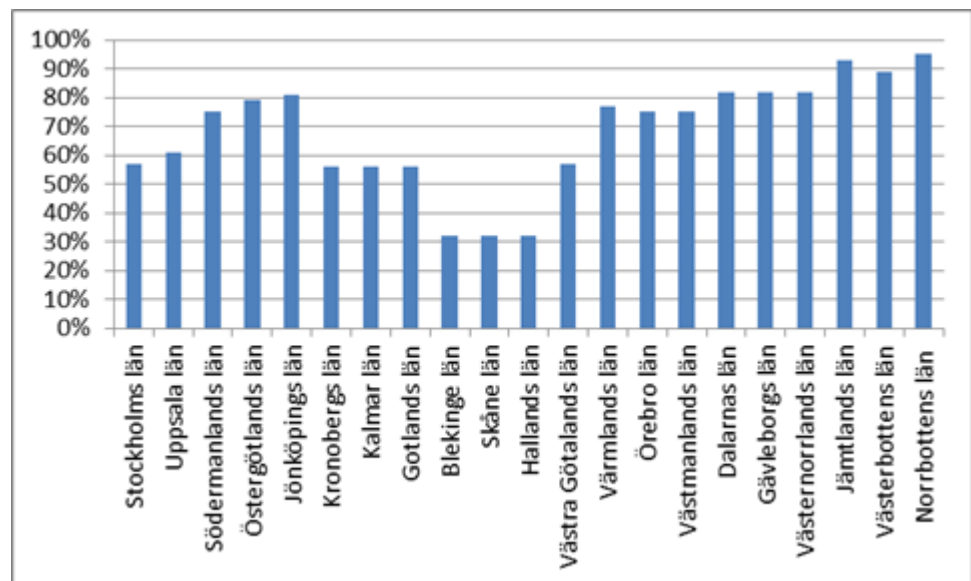
	Ej dubbdäck	Dubbdäck
Personbilar	7,5	375
Lätta lastbilar	7,5	375
Lastbilar	38	1900

Eftersom SLBs data utgår från Stockholm med omnejd har andelen dubbdäck i denna del av landet varit baslinjen i viktningen. Tätorter i delar med lägre dubbdäcksandel än Stockholm har fått en lägre viktning och tvärtom. Andelarna har skattats på länsnivå utifrån en rapport från Trafikverket⁹ som mätt dubbdäcksandelar i 18 städer över hela landet, se Figur 14. Den andel som

⁹ Undersökning av däcktyp i Sverige, vintern 2015, Trafikverket 2015:096

uppmätta i en viss stad antas gälla för hela länet där staden är placerad. För vissa län har det inte funnits mätdata alls. I de fallen har dubbdäcksandelen skattats baserat på närliggande län.

Figur 14. Uppskattad dubbdäcksandel per län. Källa: WSPs uppskattningar baserat på uppgifter för 18 städer enligt Trafikverket.⁹




Del 2 – Metod för framtagande av DALY utifrån befolkningsexponering

Den beräknade exponeringen för avgaser och slitagepartiklar har sedan använts för att skatta hälsokonsekvenserna. DALY-metoden medger att utöver effekter på mortalitet inkludera effekter på alla typer av sjuklighet som kan tillskrivas en sjukdomsvikt, duration och grundförekomst samt för vilket det finns lämpliga exponerings-responssamband. I detta fall har vi valt att anta att avgaser har en långsiktig effekt på mortaliteten hos vuxna, medan slitagepartiklar enbart antas kortvarigt påverka totala antalet dödsfall. Det innebär att exponerings-responssambanden hämtats från två olika typer av studier.

Beträffande morbiditet har vi inkluderat fem sjukdomar hos vuxna där vi funnit lämpliga studier som underlag (lungcancer, kronisk bronkit, akut hjärtinfarkt, stroke och diabetes).

Då det för mortalitet är svårt att finna studier som studerat avgaspartiklar samtidigt som det finns flera beräkningar som istället använt NO_x som indi-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

kator, har vi valt att använda NO_x för att beräkna exponeringen. Här används följande formel för att räkna om från PM_{avgas} till NO_x;

$$\text{NO}_x = \text{PM}_{\text{avgas}} * 45$$

Faktorn 45 avser förhållandet mellan fordonsparkens emissioner av NO_x och PM_{avgas} i nuläget på övergripande nivå¹⁰. Denna faktor kan dock förändras över tid.


För DALY-beräkningar behövs exponerings-responssamband som beskriver hur långtidsexponering (årsmedelhalt) påverkar dödlighet samt sjuklighet i termer av uppkomst av sjukdom. Exponerings-responssambanden från den typ av epidemiologiska studier som är aktuella uttrycks normalt som hur den relativa risken förändras linjärt med årsmedelhalten, ofta per 10 µg/m³ högre halt. Befolkningsexponeringen [(µg/m³)*(personer)] och relativa risken antas påverka grundfrekvensen [fall/personår] i aktuell åldersgrupp. Grundfrekvenser hämtas från nationella register eller vetenskapliga studier. För dödsfallen beräknas antal förlorade levnadsår utifrån medelvärdet av antalet förlorade levnadsår/dödsfall i aktuell åldersgrupp enligt aktuell livslängstabelle. För sjukdomsfall beräknas medelvärdet av antal år med sjukdom utifrån ålder och antagen sjukdomsduration baserat på nationella register eller vetenskapliga studier.

5.4 RESULTAT AV TESTBERÄKNING

Nedan redovisas resultaten av testberäkningarna av förslag till metod för DALY-beräkningar. Beräkningar har utförts för att testa metoden för basåret 2010 samt 2013 och 2014.

I första steget togs befolkningsexponeringen fram enligt ovan beskrivna metod. I Tabell 23 och Tabell 24 redovisas resultatet för avgaspartiklar respektive slitagepartiklar avseende emissioner, befolkning, genomsnittlig befolkningsviktad halt samt befolkningsexponering.

¹⁰ Faktorn är framtagen av SLB-analys, genom att jämföra emissionsfaktorer för NO_x och PM_{avgas} i Stockholmsområdet med hjälp av HBEFA-modellen. Respektive emissionsfaktor har före framtagningen av faktorn viktats med avseende på fordonspark och trafiksituationer i Stockholmsområdet.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Tabell 23. Emissioner, befolkning, befolkningsviktad halt samt befolknings-exponering för PMAvgas år 2010.

Tätorts-kategori	Emission-er (ton)	Befolk-ning	Genomsnittlig befolkningsvik-tad halt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Befolkningsex-ponering ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)*\text{befolkning}$)
Stora tätorter	171	2 202 819	0,39	863 268
Mellan-stora tätorter	87	1 458 497	0,18	263 025
Små tätorter	245	4 474 728	0,05	210 223
Landsbygd	909	1 410 502	0,00	0
Total	1413	9 546 546		1 336 516

Tabell 24. Emissioner, befolkning, befolkningsviktad halt samt befolknings-exponering för slitagepartiklar år 2010.

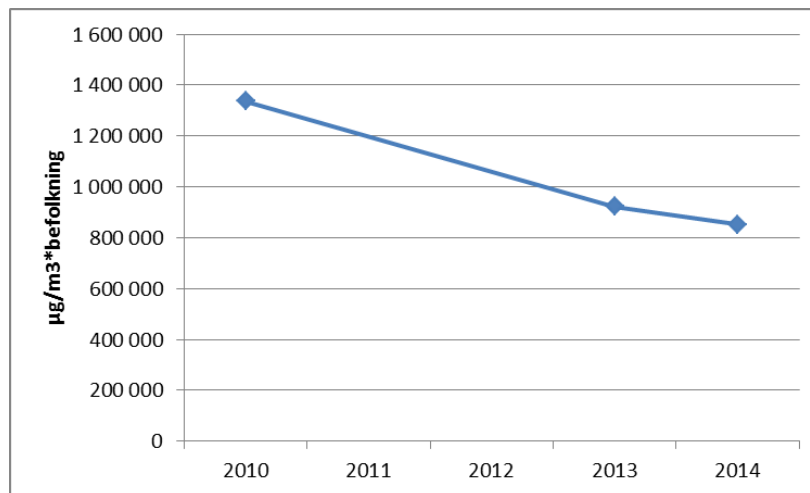
Tätorts-kategori	Emission-er (ton)	Befolk-ning	Genomsnittlig befolkningsvik-tad halt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Befolkningsexpone-ring ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)*\text{befolkning}$)
Stora tä-torter	367	2 202 819	3,11	6 845 656
Mel-lanstora tätorter	158	1 458 497	2,57	3 747 599
Små tätorter	446	4 474 728	0,83	3 726 564
Landsbygd	2023	1 410 502	0,00	0
Total	2993	9 546 546		14 319 819

Stora tätorter, dvs. Stockholm, Göteborg och Malmö står för en stor del av den totala befolkningsexponeringen för båda partikelgrupperna. För avgaspartiklar är andelen 65 procent och för slitagepartiklar är andelen 48 procent. Resterande befolkningsexponering fördelas relativt lika mellan mellanstora och små tätorter, där mellanstora tätorter har betydligt högre genomsnittliga halter än små tätorter men samtidigt en lägre befolkning.

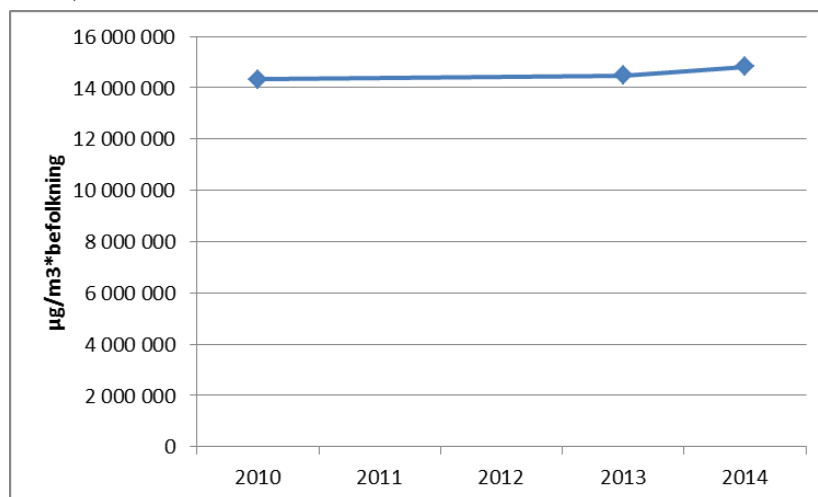
Befolkningsexponeringens utveckling över tid redovisas Figur 15 och Figur 16. Befolkningsexponeringen för avgaser har minskat kraftigt sedan 2010

vilket framförallt beror på renare fordon. Exponeringen för slitagepartiklar har tvärtom ökat något enligt dessa övergripande beräkningar som inte innehåller lokala åtgärder i form av ex dammbindning och vägrengöring. Dessa åtgärder har i olika grad minskat överskridanden av miljökvalitetsnormen för PM10.


Figur 15. Utvecklingen av befolkningsexponering för PMAvgas 2010, 2013, 2014.



Figur 16. Utvecklingen av befolkningsexponering för slitagepartiklar 2010, 2013, 2014.



I nästa steg beräknades DALY utifrån befolkningsexponeringen. Som tidigare nämnt baseras dödsfall på en omräkning från avgaspartiklar till NO_x (förhållandet 1:45 som masskoncentration) och exponerings-respons samband

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

enligt en studie från Oslo (Nafstad) som använts i flera tidigare publicerade konsekvensanalyser.

År 2010 bidrog trafikens luftföroreningar till drygt 42 000 DALYs. Störst betydelse för antal skattade DALY har långtidsexponeringens effekt på mortaliteten, där ett samband har antagits finnas enbart för avgaser. Av den anledningen blir avgaser helt dominerande över slitagepartiklar vad gäller antal tillskriva DALY.


År 2014 beräknas antalet DALY ha minskat till 27 000 DALY, dvs. en minskning med ca en tredjedel sedan 2010. Detta till följd av att fordonsparken kontinuerligt bytts ut mot renare fordon samtidigt som trafikarbetsutvecklingen legat relativt konstant under dessa år. Att trafikarbetsutvecklingen varit konstant förklarar också varför det inte är någon minskning av antal DALY som beror av slitagepartiklar.

Siffrorna ska tolkas med försiktighet. Alla trafikföroreningar och alla deras hälsoeffekter har inte kunnat inkluderas i DALY-beräkningarna. Metoden inkluderar de samband mellan luftföroreningar och sjukdom där det finns mest omfattande forskningsresultat. I takt med nya rön kan metoden behöva modifieras.

Tabell 25. Hälsopåverkan av vägtrafikens luftföroreningar uttryckt som antal DALY genererade av de fall som orsakas under ett år (n = antal dödsfall).

Utfall	Exponering	2010	2013	2014
Dödlighet genom långtidsexponering	Avgaser (som NO _x)	40566 (n=4510)	27 869 (n=3098)	25 458 (n=2830)
Dödlighet genom korttidsexponering	Slitagepartiklar	1 106 (n=221)	1 130 (N=226)	1 169 (n=234)
Lungcancer	Avgaser och slitagepartiklar	79	78	80
Diabetes (typ 2)	Avgaser och slitagepartiklar	132	131	135
Kronisk bronkit	Avgaser och slitagepartiklar	59	59	61
Hjärtinfarkt	Avgaser och slitagepartiklar	129	128	131
Stroke	Avgaser	471	325	300
Total DALY:s¹¹		42 543	29 718	27 330

¹¹ Att summan inte stämmer med siffrorna i tabellen beror på att siffrorna i tabellen avrundats till närmsta heltal.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

5.5 DISKUSSION


Den metod som används i denna studie för att ta fram DALY är helt ny och är förknippad med en hel del osäkerheter, både vad gäller själva metoden och vad gäller indata. Alla trafikföroreningar och alla deras hälsoeffekter har inte kunnat inkluderas i DALY-beräkningarna. Metoden inkluderar de samband mellan luftföroreningar och sjukdom där det finns mest omfattande forskningsresultat. I takt med nya rön kan metoden behöva modifieras. Av dessa skäl kan det vara mer relevant att använda denna metod för att studera utvecklingen över tid snarare än att fokusera på det faktiska värdet på DALY för ett visst år.

En källa till osäkerhet är att den totala befolkningsexponeringen i Sverige baseras på endast en källa. Det verkar finnas betydande nivåskillnader i IVLs och SLBs skattade halter på tätortsnivå även om detta inte har gått att analysera i detalj inom ramen för projektet. Det är också svårt att jämföra IVLs och SLBs halter med andra källor eftersom det är svårt att hitta jämförbara studier, dels är det inte så vanligt att man beräknar halter på tätortsnivå (oftast sker mätningarna på enskilda gator) och dels är det inte alltid man redovisar trafikens haltbidrag enskilt. En tätorts befolkningsexponering beror dessutom i stor utsträckning på geografisk avgränsning av mätområdet och hur finfördelad beräkningen för mätområdet är.

En annan osäkerhet är att emissionsfaktorerna kan skilja sig betydligt mellan olika källor. HBEFAs emissionsfaktorer för PM10 är relativt låga då de baseras på europeiska förhållanden (dvs. utan dubbdäck). De absoluta nivåerna är dock av mindre betydelse för modellen, eftersom den absoluta nivån inte påverkar beräkningen av halter eller befolkningsexponering i sig. Det är framförallt den procentuella utvecklingen av emissioner mellan år som är av intresse och projektgruppen beslutade att HBEFA-modellen kan ge en tillräckligt god skattning tills vidare.

Anledningen till att vi trots osäkerheterna valt att fördela emissioner, halter, och befolkningsexponering på tätortsnivå är att man dels får en bättre uppskattning av förändringen mellan år (genom att kunna använda förändringen i emissioner per tätortskategori) och dels att man får en bild av hur emissioner och halter kan tänkas fördelas över landet i fall man skulle vilja göra andra typer av analyser.


Även beträffande själva skattningen av hälsokonsekvenser finns osäkerhet i flera delar. En avgörande fråga är naturligtvis om det finns relevanta samband publicerade mellan exponering och risk. I de epidemiologiska studierna är oftast mätningen av sjukdomsförekomsten inte ett stort problem, medan mätningen av hur mycket exponerade olika individer har varit är förenad med mer osäkerhet och inte alltid likvärdig med modelleringen av exponering som används för konsekvensberäkningar.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Slumpinflytande och brist på hänsyn till andra riskfaktorer kan givetvis leda till missvisande resultat i epidemiologiska studier. Av detta skäl har vi i de flesta fall valt att hämta exponerings-responssamband från meta-analyser som vägt samman resultat från flera studier.

DALY-konceptet är också förenat med frågor om de tillämpade sjukdomsvikterna är passande för den typ av fall som är aktuella när exempelvis svårighetsgraden kan variera som för stroke.

Relationen mellan NO_x och PM_{avgas} förändras över tid, därför skapar det osäkerhet i beräkningarna att basera konsekvensberäkningarna på NO_x -sambanden. En lösning på detta är att få bättre partikelsamband alternativt vara medveten om och uppdatera relationen mellan NO_x och PM_{avgas} över tid.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

6 SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE

I den här rapporten presenteras metoder för att beräkna trafikens hälsokonsekvenser inom tre områden, nämligen buller, aktivt resande och luftföroreningar. För vart och ett av sakområdena skall metoden kunna användas för tre olika typer av analyser:

- **Tillståndsbeskrivning:** Det totala ohälsobidraget från hela transportsektorn
- **Uppföljning:** Hur ohälsobidraget förändras över tid (till exempel mellan två på varandra följande år)
- **Utvärdering:** Hur ohälsobidraget förändrats till följd av Trafikverkets åtgärder/verksamhet

När man går från tillståndsbeskrivning av hela transportsystemet vidare över uppföljning till utvärdering av åtgärder krävs successivt allt högre noggrannhet och allt mer detaljerad förståelse av de bakomliggande sambanden, om man skall kunna dra relevanta slutsatser. De ökande kraven är en följd av att det handlar om att analysera successiva differenser: **Uppföljning** handlar om att identifiera skillnaden mellan två tidpunkter när det gäller tillståndet. **Utvärdering** kräver sedan att man kan identifiera vilka delar av tillståndsförändringen som kan hänföras just till Trafikverkets verksamhet.

Figur 17 nedan visar den principiella beräkningsstruktur som tillämpats i projektets alla delar.


Trafiken handlar om trafiksystemet; flöden, färdmedelsfördelning etc.

Exponering handlar om de hälsopåverkande effekter som uppstår till följd av trafiken; skadliga luftföroreningar där människor vistas, trafikbuller i och utanför bostäder etc.

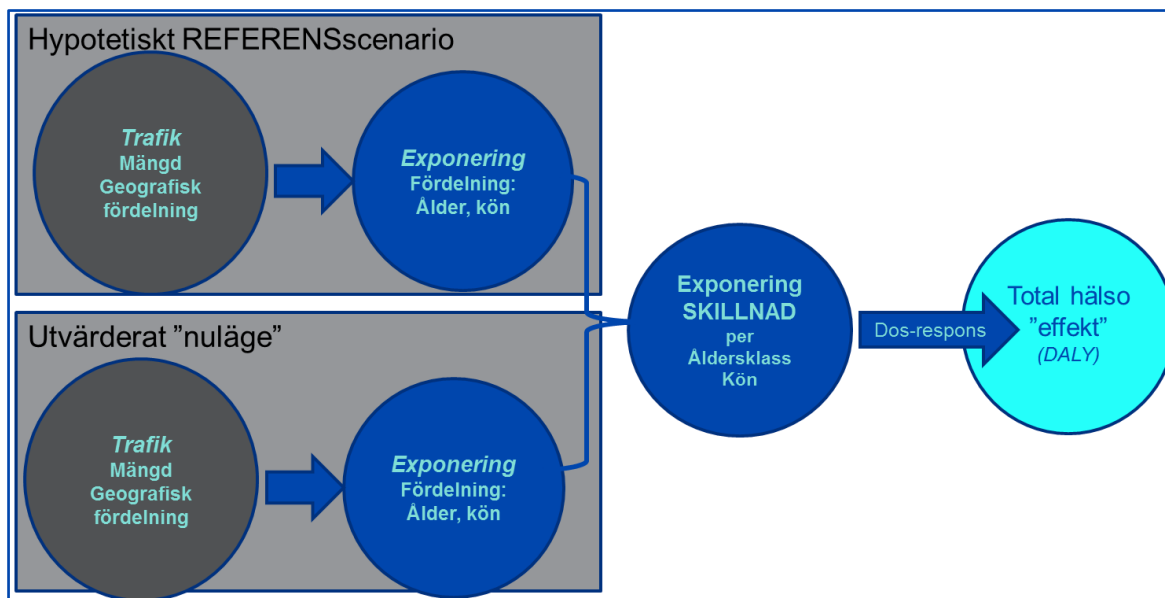
Exponerings-Respons är de samband som i medicinsk forskning fastslagits gälla mellan exponering och olika typer av sjukdomar.

De exponeringsmått som skall användas måste alltså väljas med hänsyn till både:

- vilka effekter som kan beräknas från de data vi har om trafiken
- vilka effekter vi känner till hälsokonsekvenserna för

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Figur 17. Beräkningsstruktur för att uppskatta trafiksystemets bidrag till ohälsa.



Referensscenarier


Som framgår av figuren ovan innebär den grundläggande tillståndsbeskrivningen en hypotetisk differens. För att identifiera ”trafiksystemets totala bidrag” till ohälsa behöver vi definiera en referenssituation. Det är bara genom en jämförelse med hälsoläget i denna hypotetiska situation som vi kan uttala oss om trafiksystemets bidrag.

Vilken referenssituation kan vi utgå från, när vi skall avgöra ”trafiksystemets bidrag” till ohälsa? Ett samhälle utan trafiksystem är knappast möjligt att tänka sig. Ett sådant samhälle skulle med säkerhet innebära så stora generella olägenheter att hälsokonsekvenserna skulle bli omöjliga att överblicka.

Som synes ovan är frågan om referensscenarier inte alls trivial. I de tre delprojekten har vi valt referensscenarier utifrån en kombination av teoretiska överväganden och praktiska begränsningar (till exempel när det gäller tillgång på data). För luftkvalitet och buller har det varit naturligt att välja referensscenarier som representerar en situation utan trafikens skadeverkningar; inga avgasutsläpp av skadliga ämnen, inga skadliga bullernivåer.

Med de begrepp som används i Figur 17 kan vi, när det gäller Luftkvalitet och Buller föreställa oss en hypotetisk situation där *Trafiken* utförs som idag, men att fordonsflottan är ”ideal”, så att ingen *Exponering* uppstår.

När det gäller aktivt resande (fysisk inaktivitet) ställs frågan om val av referensscenario mera på sin spets. Det beror på att ”Trafik” och ”Exponering”

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

här är nästan identiska: Det är själva trafiken (cyklandet och gåendet) som är de hälsopåverkande effekterna av trafiksystemet. Det är därför svårt att föreställa sig ett trafiksystem där "trafiken" är som i dag men "effekterna" (exponeringen) försvinner.

Efter vissa överväganden valdes ett referensscenario som innebär att ingen går eller cyklar alls som en del av sitt resande. Det valet får en direkt, och möjligen något överraskande, konsekvens. Jämfört med referensscenariot medför dagens trafiksystem positiva konsekvenser för hälsa inom området Aktivt resande.

6.1 EFFEKT AV TRAFIKVERKETS ÅTGÄRDER OCH VERKSAMHET – TVÅ ANGREPSSÄTT

Det är ett uttalat önskemål att den utvecklade metoden också skall kunna användas för att uppskatta effekten av Trafikverkets verksamhet och åtgärder. Har Trafikverket påverkat utvecklingen så att trafiksystemets bidrag till ohälsa minskat? Eller ökat?

Med utgångspunkt i Figur 17 kan vi då säga att uppgiften är att avgöra hur Trafikverkets verksamhet påverkat


- Trafiken (och därmed i sin tur Exponeringen)
- Exponeringen

Detta är emellertid en nästan omöjlig uppgift, med tanke på Trafikverkets mångfacetterade verksamhet. Myndighetens verksamhet påverkar det svenska trafiksystemet på ett närmast oöverblickbart sätt genom planering, investeringsbeslut, samordning, rekommendationer och internationellt påverkansarbete. Både när det gäller trafik och exponering påverkas trafiksystemet emellertid även av en stor mängd omvärldsfaktorer helt utanför Trafikverkets kontroll.

Det kan därför vara naturligt att utvärdera effekterna av specifika åtgärder och beslut som Trafikverket vidtagit, snarare än verksamheten i sin helhet. När det gäller buller beskriver vi till exempel effekten av Trafikverkets beslut med fokus enbart på beslut om specifikt bullerdämpande åtgärder med en "bottom-up" ansats. Det vill säga att dessa olika projekts effekt på exponeringen har beräknats - objekt för objekt - och resultaten aggregerats.

Med detta angreppssätt försummas dock delar av Trafikverkets inflytande över bullerstörningar, till exempel när det gäller

- hur investeringar i nya vägar och spår påverkar trafikens omfattning och fördelning
- Trafikverkets inflytande (genom internationella samarbeten) när det gäller fordonens bulleremissioner etc.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Det största problemet här är kanske inte att vissa delar av påverkan försummas, utan att man genom att fokusera på ”åtgärder” tenderar att ge en systematiskt gynnsammare bild av Trafikverkets inflytande än vad en heltäckande bild skulle ha gett. ”Åtgärder” har ju, naturligt, en bullerreducerande effekt. En utvärdering bottom-up kommer därmed alltid att komma till slutsatsen att Trafikverket bidragit till att minska bullerstörningarna, oavsett hur stora bullerproblem som kan ha skapats indirekt av andra beslut som Trafikverket har fattat. Ett annat alternativ är därför att istället snarare belysa Trafikverkets inflytande med utgångspunkt i helheten: ”top-down”. I en sådan ansats utgår man från uppföljningen av hur trafiksystemets hälsopåverkan förändrats över tid. Från denna totala effekt försöker man sedan exkludera de effekter som kan tillskrivas specifika ”exogena” faktorer, till exempel ekonomisk utveckling.

6.2 DALY SOM HÄLSOMÅTT

Måttet som används i den här metoden är DALY, vilket är ett rent hälsomått. Detta ska inte blandas ihop med samhällsekonomiska metoder som räknas om hälsoeffekter och andra ekonomiska effekter (exempelvis minskad sjukfrånvaro och minskade kostnader för sjukvård) till kronor. Samhällsekonomiska metoder har ett stort värde i sig, men som indikator för att följa utvecklingen av hälsotillståndet anser vi att det är bättre att använda en hälsoindikator som DALY, där rena hälsoeffekter är separerade från rena ekonomiska variabler.


DALY-indikatorn beskriver antal friska levnadsår som förloras på grund av sjukdom eller dödsfall, där sjukdomar får en funktionsvikt som ska spegla sjukdomens allvarlighetsgrad. Detta innebär att en person som insjuknar eller avlider i unga år förlorar fler friska levnadsår än personer som insjuknar på äldre dagar. Att så är fallet är viktigt att ha med sig när resultaten tolkas.

6.3 OSÄKERHETER OCH UTVECKLINGSPOTENTIAL

Metoden som är framtagen i det här projektet är färdig att använda, och det finns en beräkningssnurra som är lätt att använda. Det finns dock fortfarande ett antal aspekter som kan förbättras och vidareutvecklas. Nedan beskrivs ett antal osäkerheter och behov av vidare utveckling för de tre studerade områdena.

Buller

För att kunna räkna på den totala hälsopåverkan en exponering har i form av DALY (eller hälsoekonomiska beräkningar) behöver forskningen ha identifierat vilka hälsoeffekter som exponeringen ger samt vilka exponerings-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

respons samband som finns. Hälsokonsekvenser kopplade till bullerexponering är fortfarande inte helt utredda och ämnesområdet buller och hälsa är betydligt mindre utforskat än t.ex. luftföroreningar eller fysisk aktivitet. Detta medför i dagsläget att hälsokonsekvenserna av buller i en DALY-beräkning riskerar att vara underestimeringar.


Samtidigt beräknas hälsopåverkan i internationella sammanhang och i denna rapport på mer ”mjuka” hälsoeffekter så som allmänstörning och sömnstörning, vilka är den bullerpåverkan som berör flest människor, men som inte är sjukdomar. Dessa mjukare utfall bör särredovisas så att effekterna av mer allvarliga tillstånd som hjärt-kärlsjukdom tydligare kan observeras. Troligen kvarstår betydligt fler allvarliga hälsoeffekter att utforska. För att kunna vara mer jämförbara med de övriga två exponeringsområdena i trafiksammanhang (luftföroreningar samt fysisk aktivitet) behövs betydligt mer forskning kring hälsoeffekter av bullerexponering.

För att kunna beräkna DALY nationellt behövs även nationella kartläggningar. Det är därför av stor vikt att de nationella bullerkartläggningarna kvarstår samt fortsätter att förbättras. För att kunna se på hälso nytta av Trafikverkets alla åtgärder (både generella och specifika) behövs nya beräkningsverktyg utvecklas. Dessutom behövs mer studier som ser på hälsoeffekter av olika typer av åtgärder (inte bara upplevd störning). Framtida hälsoberäkningar bör även inkludera hälsopåverkan på barn samt påverkan av trafikbuller i skol- och arbetsmiljö.

Aktivt resande

I metoden har RVU Sverige använts för att ta fram exponeringen av aktivt resande. Datan från RVU Sverige har komprimerats med nyckeltal om hur regelbundet man går och cyklar från en mindre flerdagars resvaneundersökning. För att förbättra resultatets tillförlitlighet skulle det vara önskvärt att komplettera RVU Sverige med en fråga om det aktiva resandets regelbundenhet. En annan osäkerhet i metoden handlar om aktivt resande och substitution av annan fysisk aktivitet. Om ökat aktivt resande kompenseras av minskad annan fysisk aktivitet finns det en risk att de positiva hälsoeffekterna uteblir. Givet att den studerade populationen inte skiljer sig markant från populationerna i de epidemiologiska studierna borde inte substitutionseffekterna vara något problem. Däremot kan det bli ett problem vid scenarioanalys med en markant förändring av det aktiva resandet. Forskning om substitutionseffekter tyder på att ökat aktivt resande leder till en ökad fysisk aktivitet, men ytterligare forskning om detta skulle vara önskvärt.

Slutligen bör nämnas att barn under 18 år inte ingår i studien. Detta beror på att det inte finns några epidemiologiska studier med barn, och risken att barn insjuknar i kroniska sjukdomar är mycket liten. Däremot kan aktivt resande vid unga åldrar bidra till vanor som håller i sig högre upp i åldrarna. Hur ak-

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

tivt resande vid unga år påverkar sannolikheten att använda aktiva färdmedel högre upp i åldrarna är något som det bör forskas mer om.

Luftföroreningar

Den ursprungliga tanken i projektet var att utgå från en ”bottom-up-körning” med Simair för hela Sverige. På sikt vore detta, eller något liknande, önskvärt för att få en beräkning för hela Sverige med en och samma metodik. Detta skulle stärka resultaten. Förutom kostnad för en sådan simulering är ett annat problem att tillgången till trafikdata på kommunala vägar varierar stort mellan kommuner vilket är en viktig faktor vid en sådan bottom-up beräkning.


Även om det sker en gradvis utveckling av de epidemiologiska studier som genererar exponerings-responssamband användbara i denna typ av konsekvensberäkningar, så används fortfarande exponeringsmått som inte tydligt urskiljer trafikens föroreningar och deras effekter. För exempelvis den urbana bakgrundshalten av PM2.5 (som är ett vanligt mått) kan trafiken spela en mindre roll än andra källor. Trafiken bidrar däremot i stor utsträckning till halterna av NOx och NO2. I England har man nyligen beräknat att 26000 dödsfall per år orsakas av NO2, i tillägg till uppskattade 29000 dödsfall per år (2010) orsakade av antropogent PM2.5 (Clean Air in London, 2014). Frågor kring evidens och möjlig dubbelräkning torde fortsätta att diskuteras de närmaste åren. Det vore önskvärt med exponeringsmått som bra beskriver exponeringen för trafikens föroreningar och samtidigt spelar en kausal roll, dvs. i sig orsakar effekterna och inte enbart är en indikator vars relation till kausala komponenter kan skilja sig mellan platser och över tid. En annan begränsning i denna konsekvensberäkning är att trafikens luftföroreningar sannolikt ligger bakom fler typer av hälsoeffekter hos vuxna än de inkluderade sambanden, samt att metoden med nuvarande upplägg inte tar hänsyn till några effekter hos barn eller på fosterutvecklingen. Det är inte självklart att fastställa om det vetenskapliga underlaget är tillräckligt bra för att inkludera ett samband i beräkningarna, kritik kan troligen riktas mot vår ansats både för att vi varit för inkluderande och för avgränsade. Som fortsatt arbete vore det även intressant att se närmare på kopplingen mellan enskilda åtgärder och dess effekter på antalet DALY.

REFERENSER


Tidsskrifter, rapporter och PM

- Abbey D.E., Ostro BE, Petersen F, Burchette RJ. Chronic respiratory symptoms associated with estimated long-term ambient concentrations of fine particulates less than 2.5 microns in aerodynamic diameter (PM_{2.5}) and other air pollutants. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 1995; 5(2): 137-59.
- Abbey, D. E.; Nishino, N.; McDonnell, W. F.; Burchette, R. J.; Knutsen, S. F.; Beeson, L et al. Longterm inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1999; 159: 373-382.
- Adar SD, Filigrana PA, Clements N, Peel JL. Ambient Coarse Particulate Matter and Human Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Environ Health Rep*. 2014 Aug 8;1:258-274.
- Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health*. 2014;16(68):1-9.
- Brunekreef B, Forsberg B. Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health. *Eur Respir J* 2005; 26(2): 309-18.
- Cesaroni G, Forastiere F, Stafoggia M, Andersen ZJ, Badaloni C, Beelen R et al. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project. *BMJ*. 2014 Jan 21;348:f7412.
- Chang M, Jonsson PV, Snaedal J, Bjornsson S, Saczynski JS, Aspelund T, et al. The effect of midlife physical activity on cognitive function among older adults: AGES--Reykjavik Study. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2010;65(12):1369-74.
- Chao A, Connell CJ, Jacobs EJ, McCullough ML, Patel AV, Calle EE, et al. Amount, type, and timing of recreational physical activity in relation to colon and rectal cancer in older adults: the Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*. 2004;13(12):2187-95.
- Dalal K, Svanström L, Economic Burden of Disability Adjusted Life Years (DALYs) of Injuries. *Scientific Research Publishing, Health*, 2015, 7, 487-494. http://file.scirp.org/pdf/Health_2015042716241880.pdf

- Eriksson M, Norrving B, Terent A, Stegmayr B. Functional outcome 3 months after stroke predicts long-term survival. *Cerebrovascular diseases* (Basel, Switzerland). 2008;25(5):423-9.
- European Commission. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Luxembourg: 2002.
- Faustini A, Rapp R, Forastiere F. Nitrogen dioxide and mortality: review and meta-analysis of long-term studies. *Eur Respir J*. 2014 Feb 20. [Epub ahead of print]
- Folsom AR, Arnett DK, Hutchinson RG, Liao F, Clegg LX, Cooper LS. Physical activity and incidence of coronary heart disease in middle-aged women and men. *Medicine and science in sports and exercise*. 1997;29(7):901-9.
- Forsberg B, Hansson HC, Johansson C, Aureskoung H, Persson K, Järholm B. Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. *Ambio* 2005; 34: 11-19.
- Fratiglioni, L., Launer, L. J., Andersen, K., Breteler, M. M., Copeland, J. R., Dartigues, J. F., et al. Incidence of dementia and major subtypes in Europe: A collaborative study of population-based cohorts. *Neurologic Diseases in the Elderly Research Group*. *Neurology*, 2000, 54(11 Suppl 5), S10-15.
- Giovannucci E, Ascherio A. Physical activity, obesity, and risk for colon cancer and adenoma in men. *Annals of Internal Medicine*. 1995;122(5):327-34.
- Hamer M, Chida Y. Active commuting and cardiovascular risk: a meta-analytic review. *Preventive medicine*. 2008;46(1):9-13.
- Hamer M, Chida Y. Physical activity and risk of neurodegenerative disease: a systematic review of prospective evidence. *Psychological medicine*. 2009;39(1):3-11.
- Harriss DJ, Atkinson G, Batterham A, George K, Cable NT, Reilly T, et al. Lifestyle factors and colorectal cancer risk (2): a systematic review and meta-analysis of associations with leisure-time physical activity. *Colorectal disease : the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*. 2009;11(7):689-701.
- Health Effects Institute (HEI). Special Report 17: Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure and Health Effects. Boston, MA: Health Effects Institute, 2010.
- Hoek G, Krishnan RM, Beelen R, Peters A, Ostro B, Brunekreef B et al. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. *Environmental Health* 2013;12:43.


Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

- Holm, M., Toren, K., & Andersson, E. Incidence of chronic bronchitis: a prospective study in a large general population. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2014, 18(7), 870-875.
- Holm AL, Glumer C, Diderichsen F. Health Impact Assessment of increased cycling to place of work or education in Copenhagen. *BMJ open*. 2012;2(4).
- Hu G, Qiao Q, Silventoinen K, Eriksson JG, Jousilahti P, Lindstrom J, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk for Type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia*. 2003;46(3):322-9.
- Hu G, Jousilahti P, Borodulin K, Barengo NC, Lakka TA, Nissinen A, et al. Occupational, commuting and leisure-time physical activity in relation to coronary heart disease among middle-aged Finnish men and women. *Atherosclerosis*. 2007a;194(2):490-7
- Hu G, Tuomilehto J, Borodulin K, Jousilahti P. The joint associations of occupational, commuting, and leisure-time physical activity, and the Framingham risk score on the 10-year risk of coronary heart disease. *European heart journal*. 2007b;28(4):492-8.
- Hu G, Sarti C, Jousilahti P, Silventoinen K, Barengo NC, Tuomilehto J. Leisure time, occupational, and commuting physical activity and the risk of stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2005;36(9):1994-9.
- Hu G, Qiao Q, Silventoinen K, Eriksson JG, Jousilahti P, Lindstrom J, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk for Type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia*. 2003;46(3):322-9.
- IVL och Umeå Universitet, Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts in Sweden 2010, B 2197, december 2014
- IVL (2014), PM - Uppdatering av emissionsfaktorer för vägslitage. SMED.
- Janssen NA, Hoek G, Simic-Lawson M, Fischer P, van Bree L, ten Brink H et al. Black carbon as an additional indicator of the adverse health effects of airborne particles compared with PM₁₀ and PM_{2.5}. *Environ Health Perspect*. December 2011;119(12):1691-9. doi: 10.1289/ehp.1003369.
- Jansson, S. P., Fall, K., Brus, O., Magnuson, A., Wandell, P., Ostgren, C. J., et al. Prevalence and incidence of diabetes mellitus: a nationwide population-based pharmaco-epidemiological study in Sweden. *Diabet Med*, 2015, 32(10), 1319-1328.


Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

- Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes care*. 2007;30(3):744-52.
- Jerrett M, Burnett RT, Ma R, Pope CA 3rd, Krewski D, Newbold KB et al. Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology* 2005; 16(6): 727-36.
- Jonasson H. Svenska riktvärden och Lden. Borås: 2004.
- Künzli N, Perez L, Lurmann F, Hricko A, Penfold B, McConnell R. An attributable risk model for exposures assumed to cause both chronic disease and its exacerbations. *Epidemiology*. 2008 Mar;19(2):179-85.
- Larson EB, Wang L, Bowen JD, McCormick WC, Teri L, Crane P, et al. Exercise Is Associated with Reduced Risk for Incident Dementia among Persons 65 Years of Age and Older. *Annals of Internal Medicine*. 2006;144(2):73-81.
- Lee BJ, Kim B, Lee K. Air pollution exposure and cardiovascular disease. *Toxicol Res.*, June 2014;30(2):71-5.
- Li J, Loerbroks A, Angerer P. Physical activity and risk of cardiovascular disease: what does the new epidemiological evidence show? *Current opinion in cardiology*. 2013;28(5):575-83.
- Luoto R, Latikka P, Pukkala E, Hakulinen T, Vihko V. The effect of physical activity on breast cancer risk: a cohort study of 30,548 women. *European journal of epidemiology*. 2000;16(10):973-80.
- Maizlish N, Woodcock J, Co S, Ostro B, Fanai A, Fairley D. Health cobenefits and transportation-related reductions in greenhouse gas emissions in the San Francisco Bay area. *American journal of public health*. 2013;103(4):703-9.
- Medina S, Plasencia A, Ballester F, Mücke HG, Schwartz J. Apeis group. Apeis: public health impact of PM10 in 19 European cities. *J Epidemiol Community Health*. 2004;58(10):831-6.
- Meister K, Johansson C, Forsberg B. Estimated short-term effects of coarse particles on daily mortality in Stockholm, Sweden. *Environ Health Perspect*. 2012 Mar;120(3):431-6. doi: 10.1289/ehp.1103995.
- Miedema HM, Oudshoorn CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Perspect*. 2001;109(4):409-16.
- Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. - Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. 2014;35(13):829-36.

- Murphy M, Nevill A, Neville C, Biddle S, Hardman A. Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(9):1468-74.
- Murray, (1994), *Bull World Health Organ*. 1994;72(3):429-45.
- Murray and Acharya, *Understanding Daly*, *Journal of Health Economics* 16, 1997, s. 703-730
- Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C, Badaloni C, Cesaroni G et al. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the Aphekom project. *Sci Total Environ*. 2013 Apr 1;449:390-400. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.077.
- Pope C A III; Thun M J; Namboodiri M M; Dockery D W; Evans J S; Speizer F E et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1995; 151: 669-674.
- Pucher J, Buehler R, Bassett DR, Dannenberg AL. Walking and cycling to health: a comparative analysis of city, state, and international data. *American journal of public health*. 2010;100(10):1986-92.
- Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Jensen SS, Kettel M, Sørensen M, Hansen J et al. Traffic air pollution and mortality from cardiovascular disease and all causes: a Danish cohort study. *Environ Health*. 2012 Sep 5;11:60. doi: 10.1186/1476-069X-11-60.
- Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, Samoli E, Stafoggia M, Weinmayr G, et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol* 2013;14:813–822.
- Ristovska G, Laszlo HE, Hansell AL. Reproductive outcomes associated with noise exposure - a systematic review of the literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2014; 11(8):7931-52.
- Rovio S, Kareholt I, Viitanen M, Winblad B, Tuomilehto J, Soininen H, et al. Work-related physical activity and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *International journal of geriatric psychiatry*. 2007;22(9):874-82.
- Rovio S, Kareholt I, Helkala EL, Viitanen M, Winblad B, Tuomilehto J, et al. Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*. 2005;4(11):705-11.
- Sallis JF, Haskell WL, Fortmann SP, Vranizan KM, Taylor CB, Solomon DS. Predictors of adoption and maintenance of physical activity in a community sample. *Preventive medicine*. 1986;15(4):331-41.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

- Sallis JF, Hovell MF, Hofstetter CR. Predictors of adoption and maintenance of vigorous physical activity in men and women. *Preventive medicine*. 1992;21(2):237-51.
- Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *International journal of epidemiology*. 2011; 40(5):1382-400.
- SBU - Statens beredning för medicinsk utvärdering - The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care. Måttligt förhöjt blodtryck. 2007.
- Schindler C, Keidel D, Gerbase MW, Zemp E, Bettschart R, Brändli O et al. Improvements in PM10 exposure and reduced rates of respiratory symptoms in a cohort of Swiss adults (SAPALDIA). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2009; 179(7):579–587.
- Shi L, Shu XO, Li H, Cai H, Liu Q, Zheng W, et al. Physical activity, smoking, and alcohol consumption in association with incidence of type 2 diabetes among middle-aged and elderly Chinese men. *PLoS One*. 2013;8(11):e77919.
- Socialstyrelsen. Hjärtinfarkter 1988–2012, Myocardial infarctions in Sweden 1988–2012. 2013a.
- Socialstyrelsen. Myocardial infarctions in Sweden 1988-2012 (Hjärtinfarkter 1988-2012). Stockholm: 2013b.
- Stafoggia M, Cesaroni G, Peters A, Andersen ZJ, Badaloni C, Beelen R. Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of cerebrovascular events: results from 11 European cohorts within the ESCAPE project. *Environ Health Perspect*. September 2014 ;122(9):919-25.
- Statistiska centralbyrån - Statistics Sweden. Sveriges framtida befolkning 2012-2060. Stockholm: 2012.
- Stopher, P., and P. Jones. (2003) *Transport Survey Quality and Innovation*. Emerald Group Publishing, Bingley, United Kingdom, 2003.
- SWECO. Kartläggning av antalet överexponerade för buller. Stockholm, Sweden: 2014.
- Trafikanalys, (2014) *RVU Sverige 2011–2014 Den nationella resvaneundersökningen, 2014-05-29, Statistik 2015:10, Tillgänglig på: <http://www.trafa.se/RVU-Sverige/>*
- Trafikanalys (2015a), *Cyklandets utveckling i Sverige 1995-2014 – en analys av de nationella resvaneundersökningarna, Rapport 2015:14, Till-*

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

gänglig på: <http://www.trafa.se/RVU-Sverige/farre-korta-cykelresor-3918/>

Trafikanalys RVU Sverige 2011–2014 Den nationella resvaneundersökningen. Trafikanalys Statistik 2015:10, 2015b.’

Trafikverket Miljörapport 2015.

<https://online4.ineko.se/trafikverket/Product/Detail/51243>

Trafikverket 2015:096, Undersökning av däcktyp i Sverige, vintern 2015, http://www.trafikverket.se/contentassets/af96c157fb7747a598cb2915bc5739b2/dackundersokning_pv_vinter_2015.pdf

Villegas R, Shu XO, Li H, Yang G, Matthews CE, Leitzmann M, et al. Physical activity and the incidence of type 2 diabetes in the Shanghai women's health study. *International journal of epidemiology*. 2006;35(6):1553-62.

Vägverkets Publikation 1998:103 Vägtrafikbullen – Vägverkets förslag till mål och åtgärder för att minska antalet utsatta enligt regeringsuppdrag, etapp 2

Wang Y, Tuomilehto J, Jousilahti P, Antikainen R, Mahonen M, Katzmarzyk PT, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to heart failure among finnish men and women. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010;56(14):1140-8.

Weinmayr G, Hennig F, Fuks K, Nonnemacher M, Jakobs H, Möhlenkamp S et al. Long-term exposure to fine particulate matter and incidence of type 2 diabetes mellitus in a cohort study: effects of total and traffic-specific air pollution. *Environ Health*. 2015 Jun 19;14:53.


Wolin KY, Lee IM, Colditz GA, Glynn RJ, Fuchs C, Giovannucci E. Leisure-time physical activity patterns and risk of colon cancer in women. *International journal of cancer Journal international du cancer*. 2007;121(12):2776-81.

WHO - World Health Organization. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide, World Health Organisation, Copenhagen: 2003.


WHO - World Health Organization. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. Geneva: 2004.

WHO - World Health Organization. Air Quality Guidelines Global Update 2005, Copenhagen: 2006a.

WHO - World Health Organization. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Copenhagen: 2006b.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

- WHO - World Health Organization. Health relevance of particulate matter from various sources. Report on a WHO Workshop Bonn, Germany, 26-27 March 2007.
- WHO - World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks 2009. Available from:
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf.
- WHO - World Health Organization. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: 2009
- WHO - World health organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health 2010 [cited 2016 4 February]. Available from:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf
- WHO - World Health Organization. Health Economic Assessment (HEAT) for walking and cycling – methodology and user guide – Economic assessment of transport infrastructure and policies. 2011a.
- WHO - World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Copenhagen: 2011b, Contract No.: ISBN: 978 92 890 0229 5.
- WHO - World Health Organization. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project Technical Report. Copenhagen, 2013a.
- WHO - World Health Organization. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Copenhagen, 2013b.
- WHO - World Health Organisation. Development of the health economic assessment tools (HEAT) for walking and cycling. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen: 1–2 October 2013. Report No.
- WHO - World Health Organisation. Metrics: Disability-Adjusted Life Year (DALY) WHO 2015 web page available from:
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/.
- WHO - World Health Organization/Europe Health Economic Assessment Tool (HEAT). 2014 [cited 2016 4 February]. Available from:
<http://www.heatwalkingcycling.org/>.
- Wu Y, Zhang D, Kang S. Physical activity and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies. Breast cancer research and treatment. 2013;137(3):869-82.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Webbsidor:

Bullernätverket (2016). Tillgänglig på: <http://www.bullernatverket.se/>

Clean Air in London (2014). Mayor publishes health study revealing deaths attributable to NO2. Tillgänglig på:
<http://cleanair.london/sources/mayor-publishes-health-study-revealing-deaths-attributable-to-no2/>

Folkhälsoinstitutet (2016). Tillgänglig på:
<http://www.folkhalsomyndigheten.se/far/rekommendationer/aktivitets-niva-i-befolkningen/> besökt 20160312

HBEFA, The Handbook Emission Factors for Road Transport
(<http://www.hbefa.net/e/index.html>)

Statistiska centralbyrån, 2+12, onlinedatabas. Tillgänglig på:
<http://www.scb.se/>

Statistiska centralbyrån 2013. Tillgänglig på: <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Miljo/Markanvandning/Tatorter-arealer-befolkning>, besökt 2013-12-16

WHO (2016a). Tillgänglig på:
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/

WHO (2016b). Tillgänglig på:
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/

WHO (2016c). Tillgänglig på:
http://www.who.int/topics/physical_activity/en/, besökt 2016-03-12

BILAGA 1. GEMENSAMMA FÖRUTSÄTTNINGAR

HÄLSOSTATISTIK


Årlig mortalitetsrisk (dödlighet) inom åldersgrupper för män respektive kvinnor för berörda sjukdomar har inhämtats från socialstyrelsens register, och likaså statistik om insjuknande i hjärtinfarkt, hjärtsvikt, stroke, lungcancer, bröstcancer och tjocktarmscancer. Insjuknande i typ 2 diabetes, demens och kronisk bronkit har hämtats från Jansson et al. (2015), Fratiglioni et al. (2000) respektive Holm et al. (2014). Antalet förlorade levnadsår baseras på förväntad livslängd vid uppnådd ålder enligt data från statistiska centralbyrån.

Hypertoni

Hypertoni kallas i dagligt tal vanligen för högt blodtryck. Hypertoni är mer ett tillstånd än en sjukdom, men räknas ändå av WHO som en av hjärt-kärlsjukdomarna. Det är ett många gånger dolt tillstånd som ofta saknar symptom och därför är underdiagnostiserat i befolkningen (SBU, Statens beredning för medicinsk utvärdering, 2007). Hypertoni är ett allvarligt tillstånd eftersom det är en stark riskfaktor för annan hjärt-kärlsjukdom som t. ex hjärtinfarkt och stroke.

Av det totala antalet hypertoni fall är ca 95 procent primär hypertoni och 5 procent sekundär hypertoni. Sekundär hypertoni är när blodtrycket påverkas av annan sjukdom i kroppen till den grad att kraven för hypertoni uppnås. Fall av sekundär hypertoni anses inte bero av miljöfaktorer och inkluderas därför inte i denna studie. Hypertoni delas vanligtvis upp i mild, måttlig och kraftig hypertoni (SBU, 2007). Mild hypertoni definieras som ett blodtryck på 140–159/90–99 mm Hg, måttlig som 160–179/100–109 mm Hg och kraftig som $\geq 180/\geq 110$ mm Hg. Nationellt sett i Sverige har ca 60 procent av fallen mild hypertoni, 30 procent av fallen måttlig hypertoni och 10 procent av fallen kraftig hypertoni (SBU, 2007). Förekomsten av hypertoni i Sverige uppskattas finnas hos cirka 27 procent av den vuxna befolkningen (20 år och äldre) och är lika vanligt hos kvinnor som hos män (SBU, 2007).

Totalt nationellt bestod befolkningen år 2011 av 7 306 209 personer 20 år eller äldre (SCB online databas). Antal fall av primär hypertoni blir då $7\,306\,209 \times 0,27 \times 0,95 = 1\,874\,042$ personer. Uppdelat på 1 124 425 (60 procent) mild, 562 213 (30 procent) måttlig och 187 404 (10 procent) kraftig hypertoni.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Antalet fall av hypertoni hos kvinnor:

Antalet kvinnor 20 år eller äldre x andelen hypertoni x andelen primär hypertoni = antalet kvinnliga hypertonifall
 $3\,697\,921 \times 0,27 \times 0,95 = 948\,517$ fall

Antalet fall av hypertoni hos män:

Antalet män 20 år eller äldre x andelen hypertoni x andelen primär hypertoni = antalet manliga hypertonifall
 $3\,608\,288 \times 0,27 \times 0,95 = 925\,526$ fall.

Hjärtinfarkt


Hjärtinfarkt är en av de vanligaste dödsorsakerna i Sverige, ca en fjärdedel av de som får en hjärtinfarkt avlider inom 28 dagar (Socialstyrelsen, 2013). Hjärtinfarkt uppkommer när någon/några av hjärtats kranskärl blockeras och ischemi (syre och näringsbrist) uppkommer i hjärtvävnaden som vanligen försörjs av blodkärlen. Svårighetsgraden av tillståndet beror av i vilket och var i hjärtats kranskärl blockeringen sker, samt hur omfattande blockeringen är (passerar blod delvis eller inte alls). I Sverige registreras i princip alla hjärtinfarktsfall som söker vård samt de som avlider av sin hjärtinfarkt (i hemmet eller på sjukhus) i de nationella registren hos Socialstyrelsen.

I dessa register har vi hämtat in information om alla hjärtinfarkter som inträffade i Sverige under år 2011. För 2011 registrerades 18 485 fall av hjärtinfarkt hos män och 13 195 fall av hjärtinfarkt hos kvinnor. Små infarkter som personen ej själv vet om eller söker vård för registreras inte i dessa register och ingår därför ej i våra beräkningar.

Stroke

Stroke delas vanligen in i ischemisk stroke och hjärnblödning. Ischemisk stroke har en liknande uppkomst som för hjärtinfarkt, då den drabbar de som fått en blockering i något/några av hjärnans blodkärl. På liknande sätt finns olika svårighetsgrader av stroke beroende på var blockeringen sitter samt hur omfattande den är. Hjärnblödning uppkommer istället genom att ett eller flera blodkärl inne i hjärnan eller på hjärnans yta brister, t.ex. på grund av ett pulsåderbräck.

Alla fall av stroke som söker vård och/eller får stroke som huvudsaklig eller bidragande dödsorsak i Sverige registreras i de nationella registren hos Socialstyrelsen. Även här registreras inte de personer som får mindre omfattande fall av stroke som inte märks och som de därför inte söker vård eller dör av. Dessa ”små” hjärninfarkter/blödningar kan vi inte inkludera i denna undersökning. Under år 2011 registrerades 17 378 fall av stroke hos män och 16 980 fall av stroke hos kvinnor nationellt i Sverige.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

DW-FAKTORER FÖR OLIKA SJUKDOMAR

Funktionsförlusten vid respektive sjukdom har antagits vara samma som i Global burden of disease 2004. För kronisk bronkit antas funktionsförlusten vara den för astma.

Funktionsförlusten vid respektive sjukdom.


	Vikt
Bröstcancer	0,09
Hjärtinfarkt	0,395
Stroke	0,92
Långtidsöverlevare	0,171
Diabetes typ 2	0,033
Hjärtsvikt	0,171
Tjocktarmscancer	0,20
Demens	0,666
Lungcancer	0,15
Astma	0,043

Allmänstörning/sömnstörning p.g.a. trafikbuller i boendemiljön

För beräkning av DALY används samma Disability Weight (DW) som i WHO:s rapport "Burden of disease from environmental noise", för sömnstörning: dvs. 0,07, med sensitivitetvärdena 0,04 och 0,10 och allmänstörning: 0,02, med sensitivitetvärdena 0,01 och 0,12 (WHO, 2011). Dessa DW-faktorer är det mest etablerade som finns för allmänstörning och sömnstörning i dagsläget.

Hjärt-kärlsjukdom

DW-faktorer för hjärtinfarkt och stroke inhämtades via WHO:s rapport om "Disability weights for diseases and conditions" (WHO, 2004). Eftersom alla i Sverige som söker vård får behandling, använde vi oss av de DW-faktorer som anger förhållandet för behandlade patienter. Återstående livslängd räknades ut via registerdata för varje åldersintervall. Antal patienter i detta åldersintervall multiplicerades med beräknad livslängd och alla strata summerades ihop och dividerades med totalt antal överlevande fall så att en medellivslängd för strokepatienter kunde uträknas. Män hade 6,16 och kvinnor

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

5,61 kvarvarande år i medellivslängd. Detta p.g.a. att en stor del av fallen fick sin stroke i hög ålder.

Etablerade DW-faktorer för hypertoni är svåra att finna. Mild hypertoni fick DW-faktor 0, eftersom mild hypertoni vanligen inte ger några symptom. Måttlig hypertoni fick samma DW-faktor som allmänstörning 0,02, p.g.a. att ett blodtryck på denna nivå kan uppvisa milda symptom. Kraftig hypertoni fick DW-faktorn 0,395, vilken använts i WHO-rapporten "Burden of disease from environmental noise" för att beräkna DALY för hypertoni. Denna är dock dåligt underbyggd och är likvärdig med DW-faktorn för hjärtinfarkt, vilket är ett mycket allvarligare tillstånd. Anledningen till detta är att konsekvenserna av ett kraftigt högt blodtryck (dvs annan hjärtsjukdom) är inräknade i DW-faktormåttet. Därför subtraherades även antalet överlevande incidenta fall av hjärtinfarkt och stroke samma år från det totala antalet prevalenta fall av kraftig hypertoni innan uträkning av DALY för att undvika dubbelräkning.

BILAGA 2. FÖRENKLINGAR I DEN NATIONELLA KARTLÄGGNINGEN AV TRAFIKBULLER

För vägtrafik används en förenkling av den nordiska beräkningsmodellen där hänsyn tas till trafikflöden och hastighet, men inte till andra parametrar såsom terräng, övriga objekt eller reflexer. Att inte ta med skärmande objekt riskerar att överskatta bullerexponeringen då bullret från flera vägar summeras i en punkt. Detta kompenseras emellertid något genom att endast räkna på den närmsta vägen. För att värdena ska vara jämförbara och kunna ersättas med de resultat som kommit fram i och med kartläggningarna enligt END, har resultaten från schablonmodellen skalats ner med en faktor som tagits fram genom jämförelse av resultat erhållna ur de olika modellerna.

En osäkerhetsfaktor i underlaget är avsaknaden av trafikflöden på de flesta kommunala vägsträckorna. Trafikverket för in deras mätningar i NVDB men det är frivilligt för kommunerna att uppdatera NVDB med deras mätningar, vilket begränsar underlaget för den statistiska analysen.

Det vägar som mäts och förs in i NVDB är troligen inte ett representativt urval för beräkningar av schablonvärden. De är oftast de mer trafikerade därför finns en viss risk för att trafikmängden överskattas.

För de END kartläggningar som tagits med i Swecos utredning anger de följande. Metoden baseras på de kommuner i kommungrupp 3 som rapporterat in antal bullerutsatta år 2011. Utifrån dessa har den genomsnittliga fördelningen av ljudexponeringen använts för att uppskatta antalet bullerutsatta i övriga kommuner som räknats upp eller ner i förhållande till andelen bullerstörda enligt Nationella Miljöhälsoenkäten NMHE. Metoden används för skattning av antalet bullerutsatta i ekvivalenta ljudnivåer.

För spårtrafik har beräkningar gjorts med en terrängmodell med 50x50 m grid. Tabellen med trafikflödena kan bara kopplas till det lågupplösta lagret med järnvägsnät och det har inte kunnat levereras mer information om vilken typ av tåg som ingått i de olika kategorierna. Därför har antaganden fått göras för tågtyp och tåglängd. Även här har en skalfaktor tagits fram för att anpassa resultaten till kartläggningarna enligt END och därmed göra dem jämförbara.

För befolkningsdata görs ett antagande om de boende utifrån befolkningsstatistik i upplösningen 100 x 100 m. Utifrån rutnätet slumpas ett antal beräkningspunkter ut i proportion till antalet boende per ruta. Varje beräkningspunkt antas endast vara påverkad av det närmaste vägavsnittet.

Datum: 17 mars 2017

Metod för DALY-beräkningar i
transportsektorn



Status: Slutversion

BILAGA 3 ALTERNATIV TILL ÖVER- SÄTTNING MELLAN OLIKA BULLERMÅTT

Nedanstående är t.ex. hämtat från ”TNO Inro report 2002-59, Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance”. Många metoder studerar vad som gäller för flygbuller, men principen skulle även kunna tillämpas på tågbuller.

För långa godståg anges formeln,

$$SEL \approx L_{\max} + 10 \lg t$$

där t står för passagetiden i sekunder (normalt mellan 5-30 sekunder)

SEL är ett mätvärde där all ljudeffekt för passagen samlats till ett 1-sekundsvärde

För en godstågspassage är därmed SEL 5 - 15 dBA högre än L_{\max} .

När man har SEL-värdet kan man sedan omvandla detta till ekvivalentnivåer. I rapporten anges följande formel:

$$L_{\text{night}} = 10 \lg \sum_i 10^{SEL_i/10} - 70,2$$

där L_{night} är ekvivalentnivån under nattperioden

Att närmare utreda huruvida den enkla översättningen mellan L_{\max} och L_{eq} ger ett sämre underlag än översättning enligt ovan har inte studerats inom det aktuella projektet.

Datum: 17 mars 2017

Metod för DALY-beräkningar i
transportsektorn


Status: Slutversion

BILAGA 4. UTDRAK UR STROKEDATABASEN

**Strokestatistik, 2011.
Baserat på hemortslän.
Åldersintervall: 20-
85+, Båda könen**

**Källa: Socialstyrelsen,
2015-10-06, online**

Indikator	Ålder	2011
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	20-24	57
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	25-29	52
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	30-34	84
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	35-39	182
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	40-44	292
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	45-49	500
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	50-54	811
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	55-59	1 246
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	60-64	2 247
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	65-69	3 398
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	70-74	3 898
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	75-79	4 918
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	80-84	6 130
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	85-	10 543
Incidentia fall med stroke som någon diagnos i Patient- eller Dödsorsaksregistret	20-85+	34 358
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	20-24	9
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	25-29	1
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	30-34	8
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	35-39	9
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	40-44	24
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	45-49	40
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	50-54	71
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	55-59	121
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	60-64	230
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	65-69	440
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	70-74	603
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	75-79	1 042
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	80-84	1 682
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	85-	4 507
Incidentia fall av stroke döda inom 28 dagar	20-85+	8 787
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	20-24	11
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	25-29	2
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	30-34	9
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	35-39	13
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	40-44	33
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	45-49	64
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	50-54	103
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	55-59	159
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	60-64	341
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	65-69	668
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	70-74	966
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	75-79	1 555
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	80-84	2 552
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	85-	6 420
Incidentia fall av stroke döda inom ett år	20-85+	12 896

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


BILAGA 5. ANTAL EXPONERADE FÖR TRAFIKBULLER I SVERIGE

Som underlag för beräkningar av hälsoförluster i måttet DALY behövs uppgifter om antalet exponerade för buller i Sverige. Underlaget behöver vara i måtten L_{eq24h} och L_{night} och intervaller om 5 dBA ner till 45 dBA. Uppskattningar om antalet exponerade i Sverige gör utifrån Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av buller och de bullerkartläggningar som gjorts enligt förordningen om omgivningsbuller.

Vägtrafik

Naturvårdsverkets kartläggning av antalet överexponerade för buller, Sweco 2014-06-30.

Antal exponerade för vägtrafikbuller i Sverige SWECO. Trafikuppgifter 2011		
L_{Aeq}	Antal bullerutsatta boende	Tillkommande jmf med högre nivåer
45-50	2 422 700	62%
50-55	2 281 100	139%
55-60	991 500	154%
60-65	473 600	275%
65-70	156 200	976%
≥70	16 000	
>50 dBA	3 918 400	

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Inventering enligt förordningen om omgivningsbuller och EU-direktiv. Trafikuppgifter 2011.


L_{den}	(Omräknat till LA_{eq}^{12})	Antal bullerutsatta boende	Skillnad i antal bullerutsatta jmf SWECO 2011	Tillkommande jmf med högre nivåer	Andel av SWECOs siffror
55-59	50-54	788 700	-1 492 400	129%	35%
60-64	55-59	377 600	-613 900	161%	38%
65-69	60-64	184 100	-289 500	363%	39%
70-74	65-69	42 900	-113 300	550%	27%
≥ 75	≥ 70	7 800	-8 200		49%
Tot.		1 401 100			36%

L_{night}	Antal bullerutsatta boende	Tillkommande jmf med högre nivåer
50-54	447 900	159%
55-59	210 100	294%
60-64	60 900	578%
65-69	9 300	756%
>70	1 230	

Slutsats:

Genom inventeringen har ca 36 % av den befolkning som utsätts för vägtrafikbuller över 50 dBA L_{eq} kartlagts. Antalet tillkommande jämfört med högre bullernivåer förändras på ett liknande sätt om man jämför måtten L_{night} och L_{den} för väg.

¹² För transformeringen av $L_{Aeq, 24h}$ till L_{den} görs ett antagande om en skillnad $L_{den} - L_{Aeq, 24h}$ på +4,5 dB för vägtrafik (Jonasson 2005). Värdena approximeras till + 5 dB.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Uppskattning av antalet exponerade för vägtrafikbuller i Sverige.

L_{Aeq}	Antal bullerutsatta boende
< 45 dBA	3 141 755
45-50	2 422 700
50-55	2 281 100
55-60	991 500
60-65	473 600
65-70	156 200
≥ 70	16 000
Summa	9 482 855

Uppskattningen bygger på SWECO 2011 samt att den del av befolkningen som inte omfattats av kartläggningen utsätts för < 45 dBA.

L_{night}	Antal bullerutsatta boende
< 45	4 847 158
45-50	2 609 503
50-54	1 244 167
55-59	583 611
60-64	169 167
65-69	25 833
>70	3 417
Tot.	9 482 855

Uppskattningen bygger på kartläggningar enligt förordningen om omgivningsbuller samt att inventeringen i måttet L_{night} på samma sätt som inventeringen i måttet L_{den} omfattar ca 36% av befolkningen som utsätts för vägtrafikbuller över 50 dBA L_{night} . Antalet exponerade för bullernivåer i intervallet 45-50 dBA L_{night} antas vara 129 % av summan av antalet exponerade för bullernivåer > 50 dBA, dvs samma andel tillkommande som i intervallet L_{den} 55-59 dBA.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Spårtrafik

Naturvårdsverkets kartläggning av antalet överexponerade för buller, Sweco 2014-06-30.


Antal exponerade för tågbuller i Sverige SWECO 2011		
L _{Aeq}	Antal bullerutsatta boende	Tillkommande jmf med högre nivåer
55-59	153 200	194%
60-64	59 200	301%
65-69	17 600	838%
>70	2 100	

Trafikverkets bullerinventering av de mest trafikerade järnvägssträckorna, > 30 000 tåg per år 2011, mått Leq

L _{Aeq}	Antal bullerutsatta boende	Andel av SWECO 2011	Tillkommande jmf med högre nivåer
55-59	115 043	75%	195%
60-64	44 253	75%	301%
65-69	12 934	73%	731%
70-74	1 681	84%	
>75	88		
> 55	173 999	75%	

Slutsats:

Kartläggning av buller från järnvägssträckor med > 30 000 tåg omfattar cirka 75 % av samtliga exponerade för > 55 dBA L_{eq24h} i Sverige.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Trafikverkets bullerinventering av de mest trafikerade järnvägssträckorna, > 30 000 tåg per år 2011, mått L_{den}.

L _{den}	Antal bullerutsatta boende	Tillkommande jmf med högre nivåer
55-< 60	236 140	107%
60-< 65	141 852	179%
65-< 70	54 327	219%
70-< 75	20 207	435%
>= 75	4 643	
>55	457 169	

Slutsats: Även detta bör omfatta ca 75 % av samtliga exponerade för > 55 dBA L_{den} i Sverige.

Trafikverkets och kommunernas inventeringar enligt förordningen om omgivningsbuller. Trafikuppgifter år 2011.

L _{den}	Antal bullerutsatta boende	Tillkommande jmf med högre nivåer	Tillkommande antal boende jmf TRV kartläggning	Tillkommande antal boende jmf TRV kartläggning
55-59	289 700	113%	53 560	+23%
60-64	165 400	182%	23 548	+17%
65-69	64 300	240%	9 973	+18%
70-74	21 400	396%	1 193	+6%
>75	5 400		757	+16%
>55	546 200		89 031	+19%

L _{night}	Antal bullerutsatta boende	Tillkommande jmf med högre nivåer
50-54	255 500	133%
55-59	128 300	201%
60-64	45 700	251%
65-69	15 400	550%
>70	2 800	
Tot.	447 700	

Slutsats:

Genom kommunernas inventeringar enligt förordningen om omgivningsbuller har ytterligare ca 15 -20 % av de boende som utsätts för > 55 dBA L_{den} kartlagts. EU inventeringen bör därmed omfatta ca 90 – 95 % av samtliga exponerade för > L_{den} 55 dBA i Sverige. Även inventeringen i måttet L_{night} bör omfatta ca 90-95% av boende i Sverige som utsätts för > 50 dBA L_{night} .


Trenden vad gäller antal tillkommande i lägre bullerintervall jämfört med antal utsatta i bullernivåer högre än detta intervall är likartad för samtliga bullermått och båda trafikslagen.

Uppskattning av antalet exponerade för buller från järnvägstrafik i Sverige.

L_{Aeq}	Antal bullerutsatta boende
< 45	8 206 305
45-50	696 300
50-54	348 150
55-59	153 200
60-64	59 200
65-69	17 600
>70	2 100
Tot.	9 482 855

Uppskattningen bygger på SWECO 2011 i bullernivåerna > 55 dBA. I intervallet 50-54 dBA antas antalet exponerade vara 150% av antalet exponerade i bullernivåer lägre än dessa. I intervallet 45-50 dBA antas antalet exponerade vara 120% av antalet exponerade i bullernivåer lägre än dessa. Detta är uppskattningar gjorda utifrån den trend som finns för vägtrafik i de lägre bullernivåerna samt den trend som finns för spårtrafik och måttet L_{night} .

Resten av befolkningen antas exponeras för bullernivåer > 45 dBA.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Lnight	Antal bullerutsatta boende
< 45	8 388 477
45-50	596 933
50-54	283 889
55-59	142 556
60-64	50 778
65-69	17 111
>70	3 111
Tot.	9 482 855


Uppskattningen bygger på den kartläggning som gjorts enligt förordningen om omgivningsbuller och att den omfattar ca 90 % av samtliga boende i Sverige som utsätts för > 50 dBA L_{night} . I intervallet 45-50 dBA antas antalet exponerade vara 120 % av antalet exponerade i bullernivåer lägre än dessa. Detta är uppskattningar gjorda utifrån den trend som finns för vägtrafik i de lägre bullernivåerna samt den trend som finns för spårtrafik och måttet L_{night} .

BILAGA 6. TEST AV BERÄKNINGSMETOD FÖR AKTIVT RESANDE

Årlig nivå av sjukdomsbörda och dödlighet på grund av insjuknanden bland arbetsresande mellan 18 och 85 år samt reducerad sjukdomsbörda som ett resultat av aktivt resande, i termer av antal insjuknade, funktionsnedsättning p.g.a. sjukdom, mortalitet, förlorade levnadsår, och dess resulterande funktionsjusterade levnadsår.

Hälsoeffekter av 2011 års resande jämfört med inget gående eller cyklande (referensscenario).

	Cykel		
Mängd aktivt resande	Uppskattat för år 2011	Inget cyklande	Hälso nyttan
YLD*¹ (antal fall)			
Bröstcancer	12448 (6309)	12594 (6378)	145 (69)
Hjärtinfarkt	3749 (15225)	3939 (15974)	190 (749)
Stroke	33961 (15145)	35098 (15628)	1137 (484)
Diabetes typ 2	20856 (23718)	21624 (24586)	768 (868)
Hjärtsvikt	9986 (5037)	10533 (5303)	547 (266)
Tjocktarmscancer	5481 (2511)	5699 (2602)	218 (92)
Demens	31679 (9147)	33477 (9666)	1797 (519)
YLL*² (antal fall)	489866 (30818)	500355 (31407)	10488 (589)
DALYs*³	608027	623318	15291
	Gång		
Mängd aktivt resande	Uppskattat för år 2011	Inget gående	Hälso nyttan
YLD*¹ (antal fall)			
Bröstcancer	12448 (6309)	12967 (6570)	518 (261)
Hjärtinfarkt	3749 (15225)	4457 (18098)	708 (2873)
Stroke	33961 (15145)	37853 (16870)	3891 (1725)
Diabetes typ 2	20856 (23718)	23136 (26327)	2281 (2609)
Hjärtsvikt	9986 (5037)	11628 (5871)	1642 (834)
Tjocktarmscancer	5481 (2511)	6338 (2899)	857 (388)

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Demens	31679 (9147)	41578 (12006)	9899 (2858)
YLL*² (antal fall)	489866 (30818)	536085 (33681)	46219 (2863)
DALYs*³	608027	674042	66016
Summa av DALYs*			81307

*YLD=years lost to disability (år med grad av funktionsnedsättning);
YLL=years of life lost (förlorade levnadsår); DALY=disability adjusted life years (funktionsjusterade levnadsår)

¹ YLD representerar grad av funktionsnedsättning och tid med funktionsnedsättning hos incidenta fall under innevarande år, dvs. insjuknande under året, samt den framtida sjukdomsburden som dessa fall ger upphov till. Hälsoytan representerar därmed den minskade mängden funktionsnedsättning, från innevarande år och framåt, som det reducerade antalet insjuknade p.g.a. det aktiva resandet förväntas ge upphov till.

² Total dödlighet exklusive dödlighet p.g.a. externa orsaker

³ DALYs representerar mängden funktionsjusterade levnadsår vid den aktuella nivån av aktivt resande. Hälsoytan representerar därmed mängden funktionsjusterade levnadsår som den reducerade sjukdomsförekomsten och ett reducerat antal förtida dödsfall p.g.a. det aktiva resandet förväntas ge upphov till.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

Hälsoeffekter av 2006 års resande jämfört med inget gående eller cyklande (referensscenario).

	Cykel		
Mängd aktivt resande	Uppskattat för år 2006	Inget cyklande	Hälso nyttan
YLD* ¹ (antal fall)			
Bröstcancer	12021 (5991)	12138 (6047)	117 (56)
Hjärtinfarkt	3478 (14048)	3628 (14628)	150 (580)
Stroke	28536 (11852)	29333 (12164)	797 (313)
Diabetes typ 2	20200 (22305)	20808 (22980)	608 (675)
Hjärtsvikt	11085 (7593)	11557 (7851)	472 (258)
Tjocktarmscancer	5092 (2310)	5263 (2380)	171 (70)
Demens	30416 (8783)	31611 (9128)	1195 (345)
YLL* ² (antal fall)	454228 (28615)	462343 (29051)	8116 (436)
DALYs* ³	565055	576681	11626
	Gång		
Mängd aktivt resande	Uppskattat för år 2006	Inget gående	Hälso nyttan
YLD* ¹ (antal fall)			
Bröstcancer	12021 (5991)	12531 (6243)	510 (252)
Hjärtinfarkt	3478 (14048)	4130 (16682)	652 (2634)
Stroke	28536 (11852)	31817 (13208)	3281 (1356)
Diabetes typ 2	20200 (22305)	22451 (24791)	2251 (2486)
Hjärtsvikt	11085 (7593)	12912 (8834)	1828 (1240)
Tjocktarmscancer	5092 (2310)	5922 (2683)	830 (372)
Demens	30416 (8783)	40363 (11655)	9948 (2872)
YLL* ² (antal fall)	454228 (28615)	498677 (31387)	44449 (2772)
DALYs* ³	565055	628804	63749
Summa av DALYs*			75375

BILAGA 7. TEST AV BERÄKNINGSMETOD FÖR AKTIVT RESANDE – KLIMATSCENARIO

I det här kapitlet presenteras ett beräkningsexempel av hälsoeffekterna av aktivt resande i ett klimatscenario jämfört med ett BAU scenario för 2030.

Klimatscenario innebär att följande förändringar i resande jämfört med 2011:

- en ökning av kollektivtrafikresandet med 70 %
- en ökning av gång och cykelresandet med 210 %
- en minskning av biltrafiken med 12 %

Business as usual scenariot innebär följande förändringar i resande jämfört med 2011:

- en ökning av kollektivtrafikresandet med 20 %
- en ökning av gång och cykelresandet med 1 %
- en ökning av biltrafiken med 25 %


Sammantaget visar beräkningsexemplet det aktiva resandet för klimatscenario ca innebär en 164 000 färre DALY jämfört med BAU scenariot.

Sammanfattning av hälsoeffekter av tre scenarier.

Scenario	DALY	Antal färre sjukdomsfall	Antal färre dödsfall
Klimat	-164 000	23 000	7 500

I tabellen på nästa sida redovisas hälsoeffekterna för klimatscenario jämfört med BAU-scenario.

Årlig nivå av sjukdomsborða på grund av insjuknanden mellan 18 och 85 år samt reducerad sjukdomsborða som ett resultat av aktivt resande, i termer av antal insjuknade, funktionsnedsättning p.g.a. sjukdom, mortalitet, förlorade levnadsår, och dess resulterande funktionsjusterade levnadsår.

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	


Hälsokonsekvenser av klimatscenarioet jmf med BAU scenariot.

Mängd aktivt resande	"Business as usual"- scenario	Klimatscenario	Hälsonyttan
YLD* ¹ (antal fall)			
Bröstcancer	13673 (6930)	14006 (7087)	333 (158)
Hjärtinfarkt	4118 (16723)	4552 (18437)	434 (1714)
Stroke	33988 (14074)	36336 (15014)	2348 (940)
Diabetes typ 2	22908 (26052)	24667 (28039)	1759 (1987)
Hjärtsvikt	10968 (5533)	12220 (6141)	1252 (609)
Tjocktarmscancer	6011 (2756)	6509 (2967)	499 (210)
Demens	34797 (10048)	38910 (11235)	4114 (1188)
YLL* ² (antal fall)	538068 (33850)	562077 (35198)	24009 (1348)
DALYs* ³	664531	699278	34747

Mängd aktivt resande	"Business as usual"- scenario	Klimatscenario	Hälsonyttan
YLD* ¹ (antal fall)			
Bröstcancer	13673 (6930)	13086 (6632)	588 (298)
Hjärtinfarkt	4118 (16723)	3223 (13089)	895 (3634)
Stroke	33988 (14074)	29964 (12408)	4025 (1666)
Diabetes typ 2	22908 (26052)	20301 (23088)	2606 (2964)
Hjärtsvikt	10968 (5533)	9109 (4595)	1859 (938)
Tjocktarmscancer	6011 (2756)	4181 (1927)	1830 (829)
Demens	34797 (10048)	16019 (4625)	18778 (5422)
YLL* ² (antal fall)	538068 (33850)	439296 (27731)	98772 (6119)
DALYs* ³	664531	535177	129354

Summa av DALYs*	164101
-----------------	--------

*YLD=years lost to disability (år med grad av funktionsnedsättning);
YLL=years of life lost (förlorade levnadsår); DALY=disability adjusted life years (funktionsjusterade levnadsår)

Datum: 17 mars 2017	Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn	
	Status: Slutversion	

1 YLD representerar grad av funktionsnedsättning och tid med funktionsnedsättning hos incidenta fall under innevarande år, dvs. insjuknande under året, samt den framtida sjukdomsbörda som dessa fall ger upphov till. Hälso nyttan representerar därmed den minskade mängden funktionsnedsättning, från innevarande år och framåt, som det reducerade antalet insjuknade p.g.a. det aktiva resandet förväntas ge upphov till.

2 Total dödlighet exklusive dödlighet p.g.a. externa orsaker

3 DALYs representerar mängden funktionsjusterade levnadsår vid den aktuella nivån av aktivt resande. Hälso nyttan representerar därmed mängden funktionsjusterade levnadsår som den reducerade sjukdomsförekomsten och ett reducerat antal förtida dödsfall p.g.a. det aktiva resandet förväntas ge upphov till.