



KUNSKAPSÖVERSIKT FÖR TRANSPORTER OCH HÄLSA

2016-11-08



**Karolinska
Institutet**



KUNSKAPSÖVERSIKT FÖR TRANSPORTER OCH HÄLSA

KUND

Magnus Nilsson Produktion

Kungsgatan 84
112 27 Stockholm

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSONER

Fredrik Johansson, WSP
e-post: fredrik.johansson@wspgroup.se
tel: 070-2837813

Magnus Nilsson, Magnus Nilsson Produktion
e-post: magnus.nilssonproduktion.se
tel: 070-8996688

PROJEKT

Kunskapsöversikt för transporter och hälsa

UPPDRAGSNAMN

Kunskapsöversikt om hälsoeffekter inom trafikområdet

UPPDRAGSNUMMER

10235606

FÖRFATTARE

Fredrik Johansson, Karin Brundell-Freij, Eva Ericsson, Helen Lindblom och David Lewin, Emma Tarrodi WSP

Jenny Selander, Karolinska Institutet

Bertil Forsberg och Johan Nilsson Sommar, Umeå Universitet

GRANSKARE

Ulf Ericsson, Trivector

DATUM

2016-11-08

ÄNDRINGSDATUM

2016-11-08

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	SYFTE	5
1.2	METOD OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	5
1.3	DISPOSITION OCH LÄSANVISNING	5
2	TRAFIKBULLER	6
2.1	HÄLSOEFFEKTER AV TRAFIKBULLER	6
2.1.1	Allmänstörning	7
2.1.2	Sömnstörning	7
2.1.3	Hjärt-kärlsjukdom	7
2.2	SAMLADE EFFEKTER AV TRAFIKBULLEREXPONERING	8
2.3	SÅ MÄTS BULLEREXPONERING	8
2.3.1	Bullerdirektivet	8
2.3.2	Nationella beräkningar av andel exponerade	8
2.3.3	Nya beräkningsmodeller gällande samhällsbuller	9
2.4	TRENDER	9
2.4.1	Trender i exponering	9
2.4.2	Varför ökar bullerexponeringen?	10
2.5	LAGSTIFTNING, MILJÖNORMER	11
2.5.1	Riktvärden utomhus vid nybyggnad av bostäder	11
2.5.2	Riktvärden vid nybyggnation av vägar och spår	12
2.5.3	Krav inomhus vid nybyggnad	13
2.5.4	Lågfrekvent ljud	13
2.5.5	Tillämpning av riktvärden	13
2.6	KUNSKAPSLUCKOR OCH BEHOV AV VIDARE FORSKNING	14
3	AKTIVT RESANDE	16
3.1	OMFATTNING AV AKTIVT RESANDE	16
3.1.1	Nivå av fysisk aktivitet/aktivt resande	16
3.1.2	Trender för aktivt resande	18
3.1.3	Hur skattas aktivt resande i Sverige	19
3.2	RELATIV RISK FÖR SJUKLIGHET OCH DÖDLIGHET I RELATION TILL AKTIVT RESANDE	20
3.2.1	Metoder för att mäta exponering, samt begränsningar	20
3.2.2	Samband mellan dödlighet, sjuklighet och fysisk aktivitet	20
3.3	HÄLSOEFFEKTER AV ÖVERGÅNG FRÅN BILÅKANDE TILL AKTIVT RESANDE	22
3.4	KUNSKAPSLUCKOR OCH BEHOV AV VIDARE FORSKNING	23
3.4.1	Mätning av aktivt resande	24
3.4.2	Trafikräkningar och trafikmodeller för gång- och cykelresande	24
3.4.3	Undersökningar om aktivt resande för olika socio-demografiska grupper	24
3.4.4	Form av dos-respons	24
3.4.5	Hälsoeffekter av tidigare fysisk aktivitet	25
3.4.6	Vad innebär ett ökat aktivt resande för individernas övriga fysiska aktivitet? - Substitutionseffekter vid scenariobyggande	25

3.4.7	Aktivt resande över tid – vanor	25
3.4.8	Hur påverkar fysisk aktivitet hälsoeffekterna av luftföroreningar	26
4	TRAFIKENS LUFTFÖRORENINGAR OCH HÄLSA	27
4.1	AVGASLAGSTIFTNING, MILJÖNORMER	27
4.1.1	Miljö kvalitetsmål som berör trafikens luftföroreningar kopplat till hälsa	27
4.1.2	Miljö kvalitetsnormer	28
4.1.3	Avgaslagstiftning	28
4.2	TRENDER	29
4.2.1	Utvecklingen till idag	29
4.2.2	Framtida utveckling	30
4.3	HÄLSOEFFEKTER AV TRAFIKENS LUFTFÖRORENINGAR	31
4.3.1	Mortalitet viktigast i slutsatser från expertöversikter	31
4.3.2	Lungcancer	32
4.3.3	Lungsjukdomar	32
4.3.4	Hjärt-kärlsjukdom	33
4.3.5	Åldrande och kognition	33
4.3.6	Effekter på barn	33
4.3.7	Graviditet och födelseutfall	33
4.3.8	Specifikt trafikföroreningar	34
4.4	BERÄKNADE KONSEKVENSER AV TRAFIKFÖRORENINGAR PÅ HÄLSAN	34
4.4.1	Begränsad tillgång till relevanta samband	34
4.4.2	Flera föroreningstyper kan ha betydelse	34
4.4.3	Åtgärdsuppföljningar	35
4.5	KUNSKAPSLUCKOR OCH BEHOV AV VIDARE FORSKNING	35
4.5.1	Kunskapsluckor avseende trafik, luftföroreningar och exponering	35
4.5.2	Kunskapsluckor avseende samband mellan trafikrelaterade luftföroreningar och hälsa	37
	REFERENSER	38

1 INLEDNING

Trafikverket avser att starta ett program för samverkansforskning inom området Miljö och Klimat. Tentativt kommer programmet att innehålla tre delprogram: Styrmedel och Beteenden, Infrastruktur samt Det postfossila transportsystemet. Vart och ett av dessa delprogram ska integrera frågor som kretsar kring klimat, landskap och hälsa.

Magnus Nilsson Produktion är kontrakterad för att under 2016 genomföra en förstudie och presentera ett förslag till forskningsprogram. Som en del i denna förstudie ingår tre kunskapssammanställningar (för klimat, landskap och hälsa). Kunskapssammanställningarna ska utgöra en bas för bedömningen av vilka forskningsfrågor som är centrala för Trafikverket att fokusera på. Denna bas är oberoende av forskningsprogrammets struktur och avgränsning.

I den här rapporten presenteras kunskapsläget om hälsoeffekter av buller, luftföroreningar och fysisk aktivitet (s.k. aktivt resande) med tonvikt på att identifiera kunskapsluckor och ge rekommendationer på nya forskningsfrågor. Kunskapssammanställningen är även upplagd så att den ska kunna läsas fristående av en intresserad allmänhet som vill få ökad kunskap om sambanden mellan transporter och hälsa.

Kunskapssammanställningen utfördes av WSP, Karolinska Institutet och Umeå Universitet på uppdrag av Magnus Nilsson Produktion.

1.1 SYFTE

Syftet med rapporten är att genom en kunskapsöversikt presentera identifierade kunskapsluckor och behov av vidare forskning inom området hälsa och transporter. Kunskapsöversikten omfattar tre områden:

- Hälsoeffekter av exponering för buller
- Hälsoeffekter av exponering för luftföroreningar
- Hälsoeffekter av exponering för aktivt resande¹

Kunskapsunderlaget ska dessutom kunna användas som ett fristående kunskapsunderlag för tjänstemän som är intresserade av forskningsläget inom hälsa och transporter.

1.2 METOD OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

Kunskapsöversikten är genomförd med hjälp av litteraturstudier, främst av peer-reviewade artiklar publicerade i vetenskapliga tidskrifter, men i viss mån har även annan litteratur använts. Översikten har för avsikt att vara bred och fokusera mer på att fånga in relevanta aspekter än att vara en komplett review av forskningsfältet.

Kunskapsöversikten fokuserar på sambanden mellan trafiktillstånd² – exponering – hälsokonsekvenser. Däremot ingår inte effektsamband mellan olika åtgärder och trafiktillståndet i kunskapsöversikten.

1.3 DISPOSITION OCH LÄSANVISNING

Kunskapsöversikten är upplagd ämnesvis: I kapitel 2 presenteras hälsoeffekter av exponering för buller; i kapitel 3 hälsoeffekter av exponering för luftföroreningar och i kapitel 4 hälsoeffekter av exponering för aktivt resande.

¹ Aktivt resande är sådant resande som kräver en viss fysisk aktivitet, normalt resor till fots eller med cykel. I definitionen av aktivt resande som används i den här rapporten ingår exempelvis inte resor med kollektivtrafik, men däremot anslutningsresor som görs till fots och med cykel.

² Med trafiktillstånd avses mängden och sammansättningen av trafik.

2 TRAFIKBULLER

Buller definieras som oönskat ljud och förekommer i större eller mindre utsträckning överallt i samhället. Trafiken är en av de bullerkällor som berör flest människor, och under de senaste åren har fler och fler hälsoeffekter kunnat kopplas till trafikbullerexponering i bl.a. boendemiljön. I denna kunskapsöversikt beskrivs hälsoeffekter av trafikbuller, hur utbredd exponeringen för trafikbuller är i samhället, vilken lagstiftning som gäller på området samt väsentliga kunskapsluckor.

2.1 HÄLSOEFFEKTER AV TRAFIKBULLER

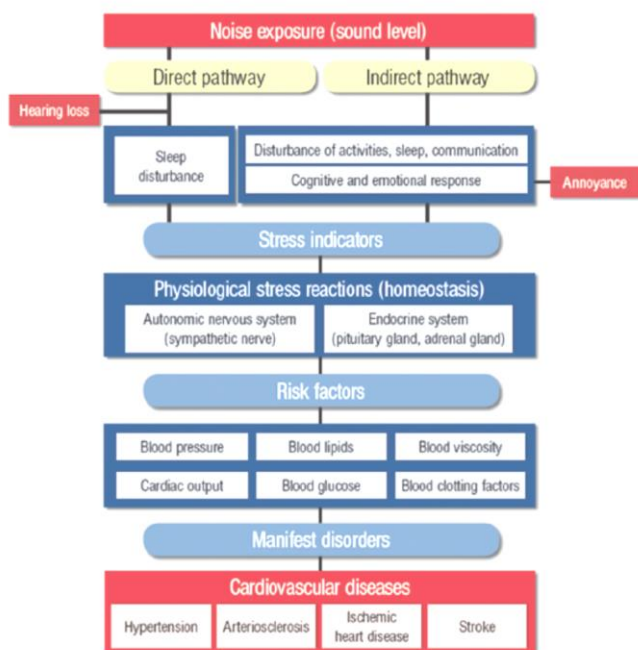
Buller påverkar människor på olika sätt beroende på typ av buller, bullrets styrka, frekvenser, vilken tid på dygnet exponeringen sker samt hur bullret varierar över tiden. Buller aktiverar det autonoma nervsystemet och det hormonella systemet, vilket leder till frisättning av stresshormoner, till exempel kortisol, som i sin tur påverkar en rad kroppsliga funktioner som blodtryck, ämnesomsättning och immunförsvar (Babisch, 2014). Att höga bullernivåer kan ge upphov till hörselskador är väl dokumenterat. Bullret från trafiken i en boendemiljö når dock inte upp till hörselskadande nivåer (Verbeek et al, 2012).

Den samlade forskningen visar på en lång rad hälsoeffekter av långvarig bullerexponering: Allmänstörning, sömnstörning, kognitiva effekter (inkl. försämrad inlärning och prestation), hörselnedsättning samt hjärt-kärlsjukdomar.

När det specifikt gäller hälsoeffekter av trafikbuller i boendemiljön handlar det om s.k. allmänstörning, sömnstörning och hjärt-kärlsjukdomar (WHO, 2011).

Även andra hälsoeffekter av trafikbuller som t.ex. påverkan på graviditetsförlopp, diabetes, övervikt och psykisk ohälsa har undersökts, men för närvarande saknas vetenskapligt stöd för att kunna fastställa om samband föreligger.

I studier av yrkesexponering hanteras sällan trafikbuller separat, utan inkluderas i den samlade exponeringen (Tomei et al, 2010).



Figur 1. Orsakskedjan mellan bullerexponering och olika hälsoutfall (Munzel et al, 2014).

2.1.1 Allmänstörning

Allmän bullerstörning är en sammantagen bedömning gjord av den enskilde individen av hur störande eller besvärande olika ljudkällor upplevs. Trafikbuller i bostaden kan t.ex. orsaka svårigheter att höra vad andra säger eller att använda telefon/radio/TV, försämrad uppmärksamhet samt koncentrationssvårigheter. Bedömningen omfattar också själva upplevelsen av obehag och irritation när man utsätts för buller. Störningsupplevelsen är beroende av vilken typ av buller det är, vilken styrka och vilken frekvens ljudet har, hur det varierar över tid samt vilken tid på dygnet ljudet förekommer. En illustration till hur olika typer av buller vid samma bullernivå kan upplevas olika är att flygbuller typiskt uppfattas som mera störande än vägtrafikbuller som i sin tur upplevs som mera störande än spårtrafikbuller – allt vid samma bullernivå.

2.1.2 Sömnstörning

Ostörd sömn är en förutsättning för att människan ska kunna fungera väl fysiologiskt och mentalt. Sömnstörningar är därför en betydelsefull effekt av samhällsbuller. De primära effekterna på sömnen är svårigheter att somna, uppvaknanden och förändringar av sömndjupet, hjärt-kärlpåverkan, samt ökat antal kroppsrorelser under sömnen. Dessa effekter uppträder under sömn, utan en medveten upplevelse av buller. De sekundära effekterna är trötthet, nedstämdhet, olustkänsla samt minskad prestationsförmåga. Långvariga sömnstörningar ökar även risken för hjärt-kärlsjukdomar, typ 2 diabetes och övervikt.

2.1.3 Hjärt-kärlsjukdom

Buller kan ha både tillfälliga och permanenta effekter på människans fysiologiska funktioner. Trafikbuller i boendemiljön har kopplats till direkta förändringar i blodtryck hos sovande boende (Haralabidis et al, 2008). Främst har dock ett samband visats mellan långtidsexponering för trafikbuller i boendemiljön och hjärt-kärlsjukdom, primärt i form av högt blodtryck eller hjärtinfarkt (Munzel et al, 2014). Nya studier indikerar även

att trafikbuller i boendemiljön kan ge upphov till en ökad risk för stroke (Sorensen et al, 2011).

2.2 SAMLADE EFFEKTER AV TRAFIKBULLEREXPONERING

Bedömningar av hälsokonsekvenser av trafikbuller riskerar att underskatta problemen eftersom alla hälsokonsekvenser av trafikbuller ännu inte klarlagts. De samband som det i första hand går att räkna på är de mest väletablerade.

Den senaste stora hälsokonsekvensberäkningen av trafikbullerexponering genomfördes av Världshälsoorganisationen WHO 2011 (WHO 2011). I rapporten anges att var tredje person i Europa anser sig mycket besvärad av trafikbuller dagtid och att en av fem får sin nattsömn störd.

Hur mycket störning trafikbuller orsakar i bostäder beror på många faktorer, bland annat på hur välisolerade husen är. De flesta bullerstudier utanför Norden är dock genomförda i norra delarna av Europa (bl.a. Tyskland och Nederländerna) där byggnadsteknik och isolering är någorlunda jämförbara med svenska förhållanden. En faktor som komplicerar beräkningar av hälsoeffekter är att trafikbuller beräknas enligt ett antal olika modeller och anges i ett antal olika mått (t.ex. L_{den} , L_{de} , L_d , L_e , L_n , L_{eq24h} samt L_{max} m.m.).

I Sverige kan årligen ca 1000 fall av hjärtinfarkt och 1000 fall av stroke tillskrivas väg- och spårtrafikbuller i boendemiljön. På basis av beräkningar av omfattningen av upplevd störning, sömnstörning och högt blodtryck bedöms trafikbuller i boendemiljön i Sverige orsaka ca 40 000 DALY (förlorade levnadsår) per år (WSP et al, 2016). Beräkningarna baseras på flera meta-analyser där den samlade kunskapen kring hälsoeffekter av trafikbuller i boendemiljön har slagits samman till så kallade dos-responssamband (Munzel et al, 2014; Miedema et al, 2011). Dessa har därefter länkats samman till nationella data över antalet bullerexponerade i Sverige (SWECO 2014).

2.3 SÅ MÄTS BULLEREXPONERING

2.3.1 Bullerdirektivet

Ett viktigt led i bullerskyddsarbetet är att kartlägga omgivningsbullret, på såväl övergripande nivå som inom mindre områden. Som medlemsland i EU omfattas Sverige av det s.k. Bullerdirektivet (2002/49/EC) och ska vart femte år genomföra strategiska kartläggningar av buller från större vägar, järnvägar, flygplatser, vissa industrier samt kommuner med fler än 100 000 invånare. Kartläggningen ska också följas av åtgärdsprogram med handlingsplaner för att minska bullret. Även kommuner som inte omfattas av EU-direktivet har ibland behov av att kartlägga bullersituationen.

2.3.2 Nationella beräkningar av andel exponerade

På uppdrag av Naturvårdsverket har det genomförts nationella beräkningar av andelen som exponeras för trafikbuller från olika källor. 2009 presenterades en beräkning där man med hjälp av ett omfattande geografiskt och databasunderlag gjort en rikstäckande analys av antal boende utsatta för buller från väg-, tåg- och flygtrafik (WSP, 2009). 2014 genomfördes en motsvarande studie med en snarlik metodik (Sweco, 2014).

Då nu större delen av landets kommuner är kartlagda utifrån Bullerdirektivet, samt på frivillig basis, finns det potential att ta fram ett nytt system för nationella beräkningar. Ett sådant system har tagits fram på regionnivå för Stockholms län (WSP, 2016). Det primära syftet med projektet var att hitta sätt att underlätta för kommuner att genomföra kartläggningar på ett standardiserat och kvalitetssäkrat sätt samt underlätta sammanslagningar till en regionkarta, men metoden kan lika gärna tillämpas på nationell nivå.

2.3.3 Nya beräkningsmodeller gällande samhällsbuller

I trafiksammanhang har i Sverige hittills använts de nordiska beräkningsmodellerna, men fr.o.m. 2018 blir den EU-harmoniserade metoden Cnossos-EU (Common Noise Assessment Methods in EU) standard för strategiska kartläggningar av omgivningsbuller från vägtrafik, spårburen trafik och industri. Dock behöver den inte användas förrän till kartläggningen 2022.

För att kunna utnyttja Cnossos-EU krävs vissa anpassningar till svenska förhållanden. Enligt en analys som gjorts på Naturvårdsverkets uppdrag skulle alla nu rekommenderade beräkningsmetoder i Sverige (bortsett från flygbuller) kunna ersättas med Cnossos-EU (Road, Rail och Industry) (Structor Akustik, 2016).

Utifrån de behov som diskuterats ovan finns emellertid vissa nackdelar med modellen, såsom att den endast räknar ljudnivåer i oktavband. Detta är otillfredsställande som underlag för dimensionering av husfasader, då skydd mot utifrån kommande ljud kan behöva dimensioneras i tersband, vilket innebär en högre upplösning av ljudets energiinnehåll. Behov finns också att utveckla metoden för att kunna beräkna maximala ljudnivåer från väg- och spårburen trafik.

2.4 TRENDER

2.4.1 Trender i exponering

Den nationella miljöhälsorapporten bygger på en nationell miljöhälsoenkät (NMHE), vetenskapliga studier samt nationella hälsodatabaser som uppdateras och sammanställs vart fjärde år av Folkhälsomyndigheten (fram före 2014 av Socialstyrelsen). Rapporterna, som fokuserar omväxlande på barn och vuxna, är inriktade på nuläget och eventuella förändringar i utbredning och trender vad gäller den miljörelaterade ohälsan.

Enligt Miljöhälsorapport 2009, som är den senaste rapport som fokuserar på vuxna, utsattes närmare var tredje svensk för trafikbuller över ett eller flera av de gällande riktvärdena (Socialstyrelsen, 2009). Trenden pekade då mot att fler kommer att besväras av buller, framför allt från vägtrafik.

Enligt NMHE 07 hade den andel av befolkningen som besväras av vägtrafikbuller mellan 1999 och 2007 ökat från 9 till 12 procent, det vill säga med ca 200 000 personer. Denna utveckling hade ägt rum trots att det under perioden 1998-2005 satsades ca 1,7 miljarder kronor på åtgärder för ca 150 000 personer som var de mest bullerutsatta. Enligt enkäten hade ca 250 000 personer svårt att somna eller väcktes för tidigt på grund av vägtrafikbuller – en ökning 1999-2007 med drygt 50 000 personer.

Ökningen antas främst bero på att:

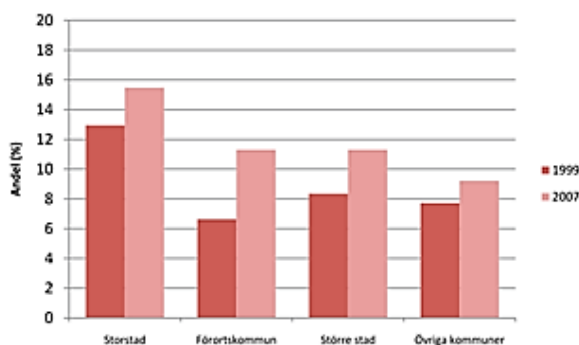
- fler flyttat till bullerutsatta storstadsområden,
- nya bostäder byggts nära stora vägar och järnvägar
- trafikmängden ökat.

Det är inte troligt att ökningen orsakats av en ökad rapportering av störningar, eftersom motsvarande förändringar inte kunnat observeras för flyg- och spårtrafikbuller eller för andra ljudkällor. Störst andel trafikbullerstörda återfanns i storstäder. Störningar var vanligare i flerbostadshus än i småhus; mer än var femte storstadsbo i flerfamiljshus, men mindre än var tionde boende i småhus i mindre städer, stördes av trafikbuller. Trafikbullerstörning visade sig också påverka hur ofta vi öppnar fönster eller använder uteplatser. Ca 13 procent uppgav att de har svårt att ha öppet fönster dagtid, ca 8 procent att de har svårt att vistas på balkong eller uteplats på grund av trafikbuller.

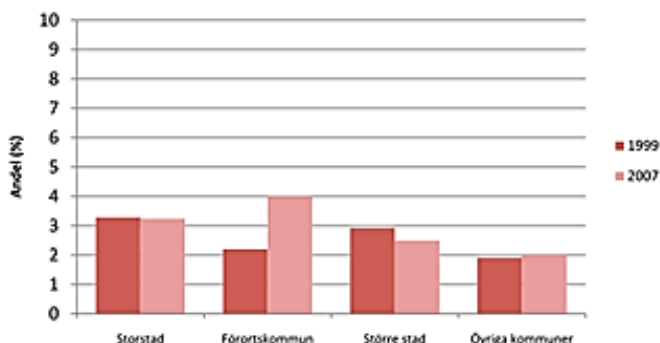
2.4.2 Varför ökar bullerexponeringen?

Socialstyrelsen lät 2011 göra en utvärdering av miljöhälsoindikatorn ”besvär av trafikbuller”, baserad på de nationella miljöhälsoenkäterna 1999 och 2007 (Socialstyrelsen, 2011). I denna jämfördes andelen bullerstörda av väg-, spår- respektive flygbuller. Andelen bullerstörda var vid båda tillfällena högst i storstäderna, men största ökningen skedde i förortskommunerna, se Figur 2 och 3.

Ett viktigt ingångsvärde var trafikutvecklingen. 1999-2007 beräknas personbilstrafiken ha ökat med 11% och tung trafik med 26%. Motsvarande trend äger rum även i övriga Europa. Huvuddelen av transportbullret finns i och omkring större städer och den ökande urbaniseringen innebär att människor flyttar närmare bullret. Mellan 1999 och 2007 ökade befolkningen i de tre svenska storstäderna med 7,2%, i förorterna med 8,2% – ungefär dubbelt så snabbt som i resten av landet.



Figur 2. Andel besvärade av vägtrafikbuller i olika kommuntyper, år 1999 och 2007 (Socialstyrelsen, 2011).



Figur 3. Andel besvärade av spårtrafikbuller i olika kommuntyper, år 1999 och 2007 (Socialstyrelsen, 2011).

Baserat på data om trafikökningar och befolkningsstatistik från år 2006 uppskattades antalet bullerexponerade över riktvärdet 55 dB ($L_{Aeq,24h}$ för väg och spår, FBN för flyg). 2006 beräknades cirka 1,73 miljoner människor vara exponerade för vägtrafikbuller, 225 000 för spårbuller och 13 000 för flygbuller över 55 dB. Med samma metodik beräknades andelen svenskar som exponeras över 55 dB ha ökat med 300 000 personer, från ca 15 procent av befolkningen 2000 till ca 19 procent 2006. Ökningen var störst i storstäder och förortskommuner. Motsvarande uppskattningar av bullertrenderna för spår- och flygtrafik har inte kunnat göras p.g.a. bristande dataunderlag.

2.5 LAGSTIFTNING, MILJÖNORMER

Som utgångspunkt vid planering av ny bebyggelse gäller de långsiktiga mål för den framtida ljudmiljön som riksdagen satt upp. En annan utgångspunkt är de riktvärden för buller från väg-, flyg- och järnvägstrafik som beslutats. Här beskrivs gällande riktvärden för trafikbuller. Såväl riktvärden för trafikbuller av olika slag som för industribuller har mildrats under 2015, med något mindre untantag.

2.5.1 Riktvärden utomhus vid nybyggnad av bostäder

Sedan den 1 juni 2015 gäller förordningen (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader (trafikbullerförordningen). Förordningen berör detaljplaneärenden som påbörjats från och med den 2 januari 2015. Bestämmelserna om riktvärden för buller ska tillämpas vid bedömningen av om kravet på förebyggande av olägenhet för människors hälsa i 2 kap. 6 a § plan- och bygglagen (2010:900) är uppfyllt vid planläggning, i ärenden om bygglov och i ärenden om förhandsbesked angående bostadsbyggnader.

Förordningen innehåller riktlinjer för vilka bullernivåer från spår-, väg- och flygtrafik som inte bör överskridas vid bostäders fasader eller uteplatser, liksom bestämmelser om bullerskyddade sidor, för det fall bullernivåerna skulle vara för höga. Riktvärdena berör endast ljudnivåer utomhus och påverkar inte det befintliga regelverket för ljudnivåer inomhus.

Buller från spårtrafik och vägar bör inte överskrida:

1. 55 dBA ekvivalent ljudnivå vid en bostadsbyggnads fasad, och
2. 50 dBA ekvivalent ljudnivå samt 70 dBA maximal ljudnivå vid en uteplats om en sådan ska anordnas i anslutning till byggnaden.

För en bostad om högst 35 kvadratmeter gäller i stället för vad som anges i (1.) att bullret inte bör överskrida 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid bostadsbyggnadens fasad.

Om den ljudnivå som anges i (1.) ändå överskrids bör minst hälften av bostadsrummen i en bostad vara vända mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrids vid fasaden, och minst hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida där 70 dBA är maximal ljudnivå. Vid ändring av en byggnad gäller i stället för vad som anges i (1.) att minst ett bostadsrum i en bostad bör vara vänt mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrids vid fasaden. Om den ljudnivå om 70 dBA maximal ljudnivå som anges i (2.) ändå överskrids, bör nivån dock inte överskridas med mer än 10 dBA maximal ljudnivå fem gånger per timme mellan kl. 06.00 och 22.00.

Buller från flygplatser bör inte överskrida

1. 55 dBA FBN och
2. 70 dBA maximal ljudnivå flygtrafik vid en bostadsbyggnads fasad.

Om den maximala ljudnivån ändå överskrids, bör nivån inte överskridas mer än sexton gånger mellan kl. 06.00 och 22.00, och tre gånger mellan kl. 22.00 och 06.00.

Vissa av begränsningarna ovan gäller inte för buller från flygplatser i Stockholms kommun.

Buller från spårtrafik och vägar bör inte överskrida ekvivalentnivån L_{eq} 50 dBA samt maximalnivån L_{Fmax} 70 dBA vid en uteplats om en sådan ska anordnas i anslutning till byggnaden. Dessutom bör bullret vid en bostadsbyggnads fasad inte överskrida L_{eq} 55 dBA, eller 60 dBA för bostäder om högst 35 m². Om L_{eq} 55 dBA ändå överskrids för bostäder under 35 m² bör åtminstone en skyddad sida uppfylla kravet, samt L_{Fmax} uppgå till högst 70 dBA mellan kl. 22.00 och 06.00 vid fasad som minst hälften av bostadsrummen är vända mot.

Buller från flygplatser bör inte överskrida 55 dBA FBN (flygbullernivå är en vägd medelljudnivå för flygtrafik) och L_{Smax} 70 dBA från flygtrafik vid en

bostadsbyggnads fasad. Om maximalnivån ändå överskrids bör det inte ske mer än sexton gånger mellan kl. 06.00-22.00 och tre gånger mellan kl. 22.00 och 06.00.

Enligt Plan- och Bygglagen (PBL) får kommuner i detaljplaner inte ställa högre tekniska bullerkrav än vad som anges i Byggverkets byggregler (BBR) eller annan reglering. Detaljplanen får t.ex. inte föreskriva ljudklass B (lägre ljudnivåer från trafik inomhus) eller hårdare krav än trafikbullerförordningen. Hårdare krav kan däremot inkluderas i exploateringsavtal, markanvisning m.m.

Regeringens syfte med förordningen är att underlätta bostadsbyggande, eftersom bristen på små lägenheter är stor och förväntas öka, framför allt i storstadsområdena. Där har tidigare regler gjort det svårt att bygga små lägenheter, då dessa ofta byggs enkelsidiga. Om fönstret vett mot en trafikerad väg med för höga bullernivåer, har regelverket hindrat bygge eftersom kravet på en tyst sida i lägenheten inte har kunnat tillgodoses. Regelverket har lett till att större lägenheter byggts i dessa lägen.

I ett s.k. tillkännagivande har riksdagen begärt förslag från regeringen om ytterligare försvagningar av regelverket kring trafikbuller, genom att riktvärdet för buller vid bostäders fasad höjs från L_{eq} 55 dBA till 60 dBA, samt att den specialregel för bostäder <35 m² som finns ska ersättas av ett generellt förhöjt riktvärde på L_{eq} 65 dBA för studentbostäder (Riksdagen, 2014). Det är oklart om och i så fall när regeringen kommer att tillmötesgå riksdagens krav. Detta förslag är detsamma som det ursprungliga, kraftigt kritiserade, remissförslaget till förordningen. Att hälsokonsekvenser inte togs hänsyn till var en av de viktigaste invändningarna.

2.5.2 Riktvärden vid nybyggnation av vägar och spår

I propositionen 2013/14:128, som föregick den nya förordningen (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader, angavs att de riktvärden som kommer att författningsregleras inte ska gälla vid planering och byggande av infrastruktur för väg- och spårtrafik.

I infrastrukturpropositionen 1996/97:53 angav regeringen riktvärden för trafikbuller som normalt inte bör överskridas vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur. Nedanstående riktvärden angavs som långsiktiga mål och används fortfarande av t.ex. Trafikverket vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad:

- 30 dBA ekvivalentnivå inomhus
- 45 dBA maximalnivå inomhus nattetid
- 55 dBA ekvivalentnivå utomhus vid fasad
- 70 dBA maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad

Vid åtgärder på järnvägar eller andra spåranslagningar avser riktvärdet för buller utomhus 55 dBA ekvivalentnivå vid uteplats och 60 dBA ekvivalentnivå i bostadsområdet i övrigt.

Vid tillämpning av riktvärden vid åtgärder i trafikinfrastrukturen bör hänsyn tas till vad som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt. I de fall som utomhusnivån inte kan reduceras till nivåer enligt ovan, till exempel i stora tätorter med stadsstruktur, bör inriktningen vara att inomhusvärdena enligt ovan inte överskrids.

I syfte att främja att Trafikverket på ett enhetligt och kostnadseffektivt sätt uppfyller miljöbalkens krav på skäligen skyddsåtgärder mot buller och vibrationer har Trafikverket i dokumentet "Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg" (TDOK 2014:1021) konkretiserat vad man anser vara en god eller i vissa fall godtagbar miljö. Värdena ska utgöra ett stöd vid Trafikverkets bedömningar om behov av utredningar och genomförande av skyddsåtgärder mot höga buller- och vibrationsnivåer.

2.5.3 Krav inomhus vid nybyggnad

I Boverkets nu gällande byggregler (BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2016:6) sägs om bullerskydd, att byggnader som innehåller bostäder eller lokaler, deras installationer och hissar ska utformas så att ljud från dessa och från angränsande utrymmen, liksom ljud utifrån, dämpas. Detta ska ske i den omfattning som den avsedda användningen kräver och så att de som vistas i byggnaden inte besväras av ljudet.

För bostäder gäller då att byggnadens ljudisolering ska dimensioneras för att klara de inomhusnivåer som anges i BBR. I boningsrum överensstämmer värdena med dem som anges i infrastrukturpropositionen. Dimensionering mot den maximala bullernivån ska göras för de mesta bullrande vägfordons-, tåg- och flygplanstyperna, samt övriga yttre ljud, så att angivet värde inte överskrids oftare än fem gånger per natt och aldrig med mer än 10 dBA.

I de allmänna råden sägs att kraven är uppfyllda om de byggnadsrelaterade kraven för bostäder i Boverkets föreskrifter (BFS), respektive ljudklass C enligt ljudklassningsstandard SS 25268 (SIS, 2007) för respektive lokaltyp uppnås.

2.5.4 Lågfrekvent ljud

Lågfrekvent ljud är ljud mellan 20 och ca 200 Hz vilket är svårare att dämpa än ljud vid högre frekvenser. Lågfrekventa ljud kan därför lättare transmittas genom väggar, tak och golv och kan uppfattas på mycket stora avstånd från källan. Källor till lågfrekvent buller är exempelvis tung trafik, särskilt vid tomgångskörning, flygplan och stora fartyg. Om ett lågfrekvent ljud har börjat upplevas som störande är tillvänjningen i stort sett obefintlig (Socialstyrelsen, 2008).

I Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (FoHMFS 2014:13) anges riktvärden för bedömning av störning enligt Miljöbalken. Förutom ekvivalent och maximal nivå anges också värden för lågfrekvent buller mellan 31,5 och 200 Hz. Det är dock inte helt självklart var gränsen går för när lågfrekvent ljud från fordon ska bedömas enligt dessa riktvärden. I Socialstyrelsens äldre allmänna råd (Socialstyrelsen, 1996) angavs uttryckligen att de inte var tillämpliga på trafikbuller. I de nu gällande allmänna råden är detta undantag borttaget.

Vid projektering av byggnaders fasader skall hänsyn tas till förekomst av eventuellt lågfrekvent buller från exempelvis bussar. Svårigheten är dock att känna till exakta bullerspektrum för de fordon som trafikerar eller kommer att trafikera gator utanför bostaden, samt att hitta byggnadstekniska lösningar som uppfyller villkoren. Den nordiska beräkningsmodellen för vägtrafikbuller, som hittills använts för att beräkna bullerspridning, bygger på dBA-beräkningar och ger inga uppgifter om lågfrekvent buller. Dessutom finns inga produktdata under 50 Hz för ytterväggar, fönster, uteluftsdon etc. Ofta är det svårt att hitta tillförlitliga data under 100 Hz.

2.5.5 Tillämpning av riktvärden

I Trafikbullerutredningen från 1974 (SOU 1974:60) föreslogs vissa av de riktvärden som riksdagen senare beslutade om. Utredningen förordade att riktvärdena inte skulle utformas som rättsligt bindande normer, dvs. kommuner kan vid planläggning tillämpa avsteg.

På uppdrag av Regeringen tog Boverket under 2004, och senare även 2008, fram en vägledning (Boverket, 2004) vid byggande av bostäder enligt PBL där man pekar på behovet av kommunal kartläggning och framtagande av kommunala handlingsplaner för buller. Avsteg från de fastställda riktvärdena för buller från trafik borde, enligt Boverkets förslag, under vissa förutsättningar kunna göras för komplettering av befintlig bebyggelse i centrala delar av städer eller tätorter. Dock bör tydliga motiv, konsekvensbeskrivning samt handlingsplan för åtgärder mot buller finnas som underlag. Kommunala tillämpningsprinciper har också tagits fram runt om i landet.

Boverket undersökte 2011 hur vanligt det var att bostäder mellan 1998-2008 byggdes i trafiknära lägen och därmed utsatts för buller från vägar och spår över det långsiktiga riktvärdet 55 dBA (Boverket, 2011). Slutsatsen var att drygt 20 procent av samtliga nybyggda bostäder visade sig vara utsatta för trafikbuller över riktvärdet 55 dBA. Andelen bostäder med ljudnivåer på gårdssidan över 50 dBA, eller som helt saknar uteplatser med acceptabel ljudnivå, utgjorde omkring sex procent av samtliga bostäder som byggdes under perioden, vilket innebar 8500 lägenheter. Nästan samtliga av dessa fanns inom tätorternas centrala delar och många av dem hade ljudnivåer utomhus på gårdssidan i intervallet 51-55 dBA. I rapporten dras slutsatsen att det är relativt ovanligt med riktigt dåliga ljudmiljöer även om en jämförelse över tid visar en viss ökning av andelen exponerade bostäder under den tidsperiod som studerats, men trafikökningen och den tilltagande förtätningen av tätorterna med ökande brist på byggbar mark, innebär en risk för att ljudmiljön försämras.

En jämförande analys som gjorts mellan det förhållningssätt länsstyrelser och kommuner anger att de tillämpar för buller vid nybyggnad av bostäder och verkligt utfall under den studerade perioden, visar på svag överensstämmelse mellan policy och verkligt utfall i bostadsbyggandet. I samband med den ökade förtätningen av våra städer och ambitionen att bygga centralt (bl.a. i syfte att begränsa trafikarbetet), blir det allt vanligare att nya bostäder orienteras i centrala och kollektivtrafiknära lägen. Detta ökar risken för att de boende exponeras för trafikbullernivåer som överstiger gällande riktvärden. En annan viktig drivkraft som påskyndar denna utveckling är att många människor idag väljer att bo centralt. Det gör att det finns en stark efterfrågan på centralt belägna bostäder.

2.6 KUNSKAPSLUCKOR OCH BEHOV AV VIDARE FORSKNING

Den primära kunskapsluckan inom bullerforskningen gäller studier av nya s.k. hälsoutfall (t.ex. graviditetspåverkan, diabetes, övervikt och psykisk ohälsa) samt fastställandet av dos-responssamband för både nya och etablerade hälsoutfall (hjärt-kärlsjukdom, främst stroke). För att på ett korrekt sätt kunna ta hänsyn till buller vid trafikplanering måste detta klarläggas.

Det är även viktigt att kunna identifiera vid vilken decibelnivå som hälsoeffekterna uppstår. Olika hälsoeffekter kan ha olika startpunkter och kan motivera olika bullerreducerande åtgärder.

Det finns även ett behov av forskning kring hur olika bullerreducerande åtgärder i boendemiljön påverkar hälsan. Kan åtgärder endast på fasaden skydda tillräckligt? Medför en bullerreducerad uteplats någon hälsovinst? Här är det viktigt att inte endast fokusera på allmänstörning utan även ta in andra hälsoutfall.

Det är även viktigt att fortsätta att kartlägga bullerexponeringen nationellt i Sverige så heltäckande och så noggrant som möjligt. Där bör alla trafikslag ingå och både statliga och kommunala vägar. Det är dock viktigt att beakta att de uppgifter som tas fram kan länkas ihop med allmänna hälsodata. De exponering-responsfunktioner som idag är kända 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. Alla svar länkas till exponeringen på bostadshusets mest exponerade fasad. Det är därför viktigt att även den nationella kartläggningen innehåller en klassificering av boende i relation till bostadens mest exponerade fasad så att dessa data går att sammanfoga. Dessa analyser riskerar dock i dagsläget att undervärdera risken för hälsoeffekter kopplat till exponering vid bostaden, eftersom deltagarna är en blandning av personer som bor vid den mest exponerade fasaden och andra med bostad vid den oexponerade/lågt exponerade sidan av huset. Det är möjligt att framtida hälsodata kan ta

hänsyn till individuella bostadsfaktorer, därför bör även dessa inkluderas i framtida versioner av bullerkartläggningarna.

Det finns vidare behov av ytterligare forskning om fasadisoleringens inverkan på dos-responssamband, men även behov av forskning på och utveckling av fasadkonstruktioner som säkerställer ljudisolering vid låga frekvenser. Även projekterings- och mätmetoder behöver ses över för att kunna hantera lågfrekvent ljud och variationer av ljudnivåer från trafik över tiden och inom bostaden. Slutligen saknas forskning kring hur olika trafikslag (väg, tåg, flyg) påverkar hälsan, vilket medför att det i dagsläget kan vara svårt att i stadsplaneringen prioritera mellan bullereducerande åtgärder relaterat till de olika trafikslagen.

3 AKTIVT RESANDE

Aktivt resande är sådant resande som kräver en viss fysisk aktivitet, normalt resor till fots eller cykel. Brist på fysisk aktivitet är starkt sammankopplat med risken att insjukna i flera folksjukdomar samt med risk för förtida död. Den fysiska aktiviteten ska vara regelbunden för att positiva effekter på hälsan ska uppnås.

I det här kapitlet presenteras först en kort översikt över omfattningen av det aktiva resandet, trender och hur aktivt resande kan mätas (kap. 3.1). Detta följs av en genomgång av hälsoeffekter av olika nivåer av aktivt resande (kap 3.2) och hälsoeffekter av överflyttning av bilresor till gång och cykling (kap 3.3.). Slutligen redovisas ett antal identifierade kunskapsluckor och forskningsfrågor (kap .3.4).

3.1 OMFATTNING AV AKTIVT RESANDE

För att främja hjärt- och kärlhälsa, muskulär styrka, bentäthet, och minska risken för att insjukna i icke smittsamma sjukdomar samt depression rekommenderar Världshälsoorganisationen WHO 150 minuters medelintensiv eller minst 75 minuters högintensiv fysisk aktivitet per vecka. Exempel på aktiviteter av medelintensitet är snabb promenad, dans och hushållsarbete. Högintensitetsaktiviteter inkluderar löpning och snabb cykling. Den lämpliga intensiteten skiljer sig mellan individer beroende på till exempel relativ nivå av fysisk kondition. Varje aktivitet bör vara minst 10 minuter. Styrketräning bör utföras minst två tillfällen per vecka.

I dagens stillasittande samhälle når 35-50 % av befolkningen i Sverige inte upp till minimirekommendationerna av fysiskt aktivitet (Folkhälsoinstitutet, 2016). Regelbunden fysisk aktivitet med måttlig intensitet har större hälsofördelar än mer sporadiska intensiva tränings-sessioner (Miles, 2007). Detta gör att aktivt resande, dvs. resor som görs med färdmedel som kräver viss fysisk aktivitet, kan ha betydande effekter på hälsa och välbefinnande.

3.1.1 Nivå av fysisk aktivitet/aktivt resande

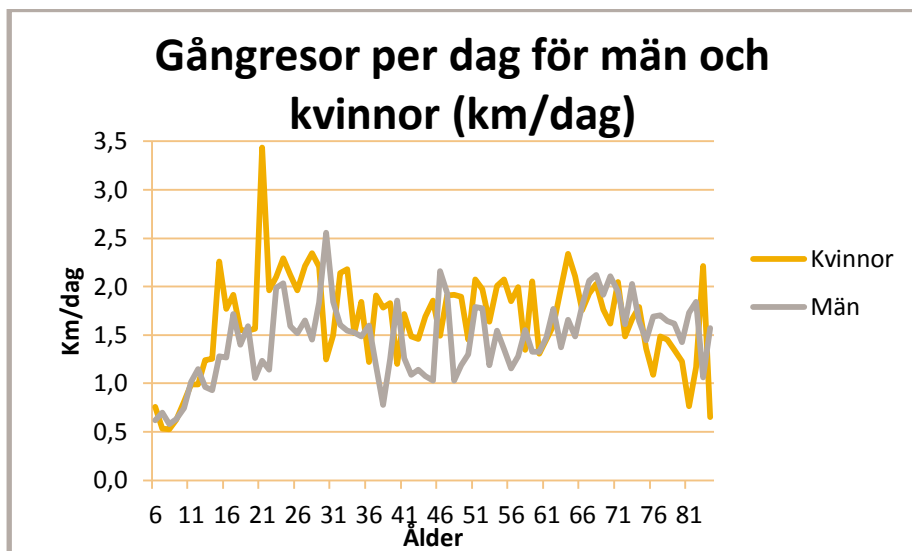
Gång och cykelresor står för 31 % av det totala antalet huvudresor och ca 3 % av den totala reslängden i Sverige (Trafikanalys, 2014). Det företas således många korta resor, huvuddelen till fots.

I genomsnitt går befolkningen i åldrarna 6-84 år 1,5 km per dag. Befolkningen som har gjort en resa som delvis skett till fots har i genomsnitt promenerat 4,8 km under dagen. Den största delen av de resor där gång ingår sker enbart till fots (71 %), men en betydande del av gångresorna var även anslutningsresor till kollektivtrafiken (27 %). Anslutningsresor till bil stod däremot för marginellt gående (2 %). Detta innebär att kollektivtrafikresor indirekt kan ge ett inte obetydligt bidrag till folkhälsan, genom de gångförflyttningar som kompletterar kollektivtrafikresan.

Restyp	Andel (%)
Gång som huvudfärdmedel	71 %
Gång till kollektivtrafik	27 %
Gång till bil	2 %

Tabell 1. Genomsnittlig fördelning av restyper för de resor som sker till fots (WSP et al, 2016).

I Figur 4 presenteras de genomsnittliga gångavstånden per dag för kvinnor och män i olika åldersgrupper. Figuren visar att i de flesta åldersgrupperna går man 1-2,5 km per dag, att kvinnor går något mer än män i de flesta åldersgrupper, och att beteendet inte skiljer sig nämnvärt mellan olika åldrar.



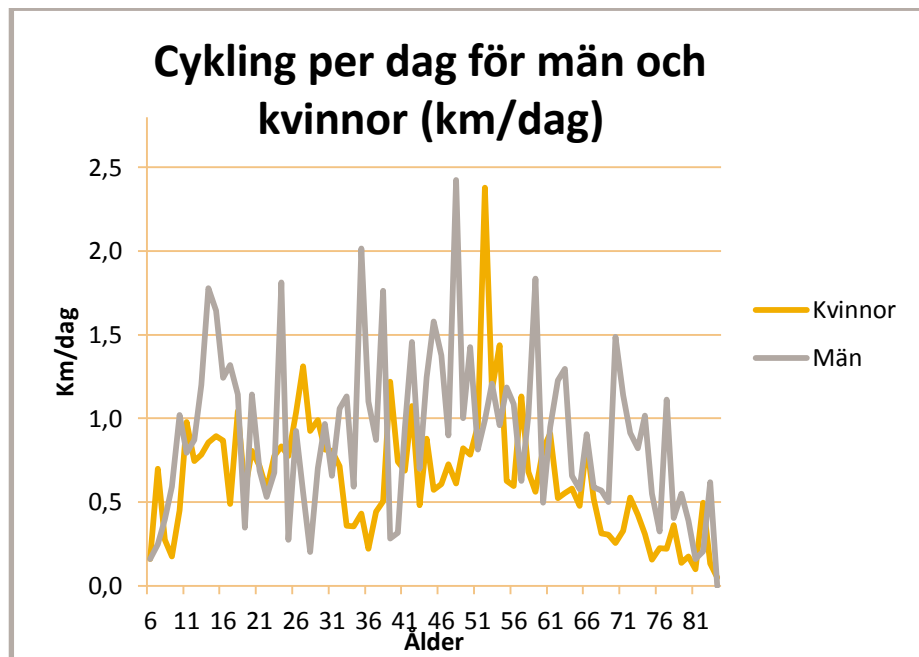
Figur 4. Genomsnittligt gångavstånd för olika åldersgrupper och kön 2011-2014. Personer som har gjort en förflyttning under dagen. RVU Sverige 2011-2014 (WSP et al, 2016).

Befolkningen i Sverige mellan 6 och 84 år cyklar i genomsnitt 0,8 km per dag. Cykelresorna är i genomsnitt betydligt längre än gångresorna, men det görs betydligt färre cykelresor. Befolkningen som har gjort en cykelresa under en dag cyklade i genomsnitt 7 km under dagen. I motsats till gångresandet var anslutningsresorna till kollektivtrafiken nästan obefintliga med cykel, 0,1 km per dag, vilket endast motsvarar 1 % av andelen resor med cykel.

Restyp	Andel (%)
Cykel som huvudfärdmedel	99 %
Cykel till kollektivtrafik	1 %
Cykel till bil	0 %

Tabell 2. Genomsnittlig fördelning av restyper för de resor som sker med cykel (WSP et al, 2016).

I figur 5 nedan presenteras de genomsnittliga cykelavståndet per dag för kvinnor och män i olika åldersgrupper. Figuren visar att i de flesta åldersgrupperna cyklar man mellan 0,5 och 2 km per dag. Äldre cyklar något mindre.



Figur 5. Genomsnittligt gångavstånd för olika åldergrupper och kön 2011-2014. Personer som har gjort en förflyttning under dagen. RVU Sverige 2011-2014 egen analys. (WSP et al, 2016).

3.1.2 Trender för aktivt resande

Sedan mitten av 90-talet har den totala reslängden med cykel – trots en ökad befolkning – minskat med 16 %, antalet cykelresor med 34 % (Trafikanalys, 2015). Minskningen går att skönja i alla studerade kommuntyper och för alla åldrar, kön och reseärenden. Antalet cykelresor till skolan har minskat ännu mera – med 48 %. Den genomsnittliga färdlängden har däremot ökat med drygt 30 %.

En viss återhämtning har skett sedan millenniumskiftet, tydligast för personer över 45 år samt för pendlingsresor, där resandet åter ligger på ungefär samma nivå som på 90-talet. För gångresor syns inte samma nedåtgående trend.

Vad utvecklingen beror på går inte att utröna ur de nationella resvaneundersökningarna, men Trafikanalys spekulerar i att den nedåtgående trenden kan bero på:

- Större arbetsmarknadsregioner och snabbare transporter, vilket ökar avstånden mellan olika aktiviteter (t.ex. mellan bostad och arbete). Detta minskar gång- och cykelresornas relativa attraktivitet.
- Friskolereformen gör att elever har större frihet att välja skola (de behöver inte välja skolan som ligger närmast hemmet längre), vilket leder till ökat avstånd mellan hem och skola ökar, vilket i sin tur kan bidra till att elevers gång- och cykelresor minskar.

Parallellt med resvaneundersökningar görs trafikräkningar av cykling i flera kommuner runt om i Sverige. Trafikräkningarna i kommunerna visar ofta på en stor ökning av cykeltrafiken, medan resvaneundersökningarna visar på en långsiktigt nedåtgående/stabiliserad trend för gång och cykling (Trafikanalys, 2015). Skillnaden kan bero på att cykelresandet ökar i vissa stråk samt för vissa ärenden (t.ex. för pendling) medan de minskar i andra stråk och för andra ärenden. Om cykelräkningarna görs i stråken med en ökad cykeltrafik ges en missvisande bild av hur det totala cykelresandet utvecklas.

3.1.3 Hur skattas aktivt resande i Sverige

Aktivt resande kan mätas på olika sätt, vilken metod som bör användas beror på vad datan ska användas till. För att få en helteckande bild över det totala aktiva resandet i Sverige är de nationella resvaneundersökningarna den mest lämpade metoden även om trafikräkningar också kan användas.

Teknikutvecklingen har lett till att nya metoder har utvecklats, exempelvis GPS och appar. Dessa metoder kan vara bra att använda när man följer hur en viss grupp har förändrat sitt resande efter en intervention. I det här kapitlet kommer en kort översikt över några tillgängliga metoder att presenteras, med tonvikt på de nationella resvaneundersökningarna.

Inom transportplanering i Sverige används sedan 1970-talet nationella resvaneundersökningar för att få en bild av det totala resandet (RVU Sverige sedan 2011). Myndigheten Trafikanalys ansvarar för undersökningarna och sedan 2011 görs de återkommande varje år.

RVU Sverige riktar sig till ett statistiskt representativt urval av befolkningen. Dessa individer får en resdagbok hemskickad inför en på förhand identifierad mättdag. Dagen efter blir de uppringda och intervjuade om hur de reste under mättdagen. Olika individer får olika mättdagar, vilket gör att RVU Sverige ger en statistiskt representativ bild av hur befolkningen reser under en genomsnittlig dag.

Ett problem med RVU Sverige är att den, liksom andra enkätundersökningar, lider av en sjunkande svarsfrekvens. Under den senaste perioden (2011-2014) låg svarsfrekvensen på 42 % (Trafikanalys, 2014). Trots att det görs bortfallsanalyser och viktningar av resultaten för att ta hänsyn till bortfallen, finns en risk att den låga svarsfrekvensen snedvrider resultaten.

En annan svaghet är att RVU Sverige bara mäter resandet under en dag. Detta ger en statistisk representativ helhetsbild, men berättar inget om hur resandet fördelar sig mellan olika personer. Ett hypotetiskt exempel kan illustrera problemet: Låt oss säga att var sjunde intervjuad person har cyklat 5 km och övriga inte alls under mättdagen. Detta skulle kunna betyda att bara en sjundedel av befolkningen överhuvudtaget cyklar, och att dessa cyklar 5 km, varje dag, året runt. Men samma data skulle också kunna spegla en situation där den cyklande sjundedelen "roterar" över befolkningen: alla personer i Sverige cyklar 5 km en dag i veckan, och avstår helt från cykling de övriga sex dagarna. De bägge typfallen ger samma antal genomsnittligt cyklade km, men olika fördelning av cyklandet.

Om sambanden mellan aktivt resande och hälsa är linjärt har den här skillnaden ingen betydelse för hälsoutfallet. Men, om sambanden *inte* är linjära (t.ex. om det har större hälsoeffekter att gå från "inget aktivt resande" till "lite aktivt resande", än från "mycket" till "jättemycket" aktivt resande) så har cyklandets fördelning mellan olika grupper betydelse för hälsoutfallet. I så fall är det inte tillräckligt att följa upp det aktiva resandets omfattning med resdagböcker som bara täcker en dag.

Ytterligare en brist i RVU Sverige är att det inte finns någon information om annan fysisk aktivitet i resvaneundersökningarna. Detta gör att det inte går att få information om huruvida ett ökat aktivt resande kompenseras av en minskad nivå av annan fysisk aktivitet.

Trots alla brister i RVU Sverige är det dock troligtvis den metod som ger bäst helhetsbild över hur det aktiva resandet i Sverige utvecklas.

Ibland har man dock behov av att kunna bedöma hur det aktiva resandet förändras på mer lokal nivå. Det gäller till exempel när man genomför specifika åtgärder i trafiksystemet (bygger en cykelbana, förbättrar en kollektivtrafiklinje) och vill veta något om effekterna för det aktiva resandet för att sedan, i sin tur, kunna bedöma effekten på hälsa och sjukdomsburden.

I dessa fall är det oftast orimligt att lokalt genomföra en tillräckligt omfattande resvaneundersökning för att man skall kunna fånga effekterna. Istället är det rimligare att antingen använda trafikräkningar (cykelströmmar, fotgängarströmmar), eller generella samband (så kallade trafikmodeller eller

elasticitetssamband) för att beräkna vilken effekt åtgärden kan få (har fått) på det aktiva resandets totala omfattning.

I många av Sveriges kommuner gör man regelmässigt cykelräkningar på utvalda punkter. Detta ger en viss möjlighet att följa upp cyklandets omfattning lokalt. En svårighet är dock att mätpunkterna ofta ligger glest, och möjligheten till en heltäckande och representativ beskrivning av cyklandets omfattning blir därmed begränsade. Det förekommer också att man genomför specifikt anpassade räkningar av cykeltrafik före och efter större ombyggnader av nätet. Sådana räkningar ger vissa indikationer om hur åtgärden förändrat cyklandet, men en avsevärd svårighet ligger i att bedöma hur stora delar av de uppmätta ”effekterna” som innebär att cyklandet faktiskt ökat totalt (=ökat aktivt resande), respektive flyttat från andra platser genom ändrade ruttval. När det gäller fotgängartrafik är det tyvärr mycket ovanligt att man över huvud taget genomför lokala räkningar eller systematiska åtgärdsuppföljningar.

När man använder sig av uppskattningar som baseras på trafikflöden (oavsett om dessa mäts i trafik, eller uppskattats med hjälp av en trafikmodell) förlorar man också helt kopplingen till vilka individer som utför det aktiva resandet. Man måste därmed förlita sig på schabloner om man skall kunna bedöma hur det aktiva resandet fördelar sig mellan olika individer – t.ex. huruvida en eventuell ökning av det aktiva resandet främst beror på att redan mycket aktiva resenärer cyklar/går ännu mer, eller om det i första hand är ”nya” aktiva resenärer som rekryterats.

3.2 RELATIV RISK FÖR SJUKLIGHET OCH DÖDLIGHET I RELATION TILL AKTIVT RESANDE

3.2.1 Metoder för att mäta exponering, samt begränsningar

Vid epidemiologiska studier analyseras statistiska samband mellan hälsoeffekter och andra faktorer, t.ex. hur många som tar sig fram med bil resp. genom aktivt resande. Vid studier av sambandet mellan hälsoutfall och fysisk aktivitet vid aktivt resande brukar sambandet analyseras i relation till hur stor del av restiden som ägnats åt olika aktiviteter. För att beräkna det fysiska arbete som utförts behöver hänsyn tas till intensiteten vid respektive fysiska aktivitet.

Den enhet som används för att ange fysisk aktivitet inom epidemiologisk forskning är MET (Metabolic Equivalent of Task), ett mått som anger energiomsättning för olika aktiviteter i förhållande till total vila.

Cykelpendling har i en studie skattats till 6,8 MET (de Geus et al, 2007), för gång har intensiteten antagits vara i genomsnitt 4,5 MET (World Health Organization, 2014). Nivån av fysisk aktivitet över en längre tid kan anges med hänsyn till aktivitetens intensitet, och redovisas då till exempel som MET-timmar/vecka.

Vissa epidemiologiska studier använder energiförbrukningen (t.ex. per vecka) som ett mått på det aktiva resandet. Antagande behöver då göras om energiförbrukningen per tidsenhet vid dessa aktiviteter för jämförelse med andra studier. I en studie antogs energiförbrukningen 550 kilokalorier/vecka motsvara 150 minuter/vecka av medelintensiv fysisk aktivitet (ofta motsvarande ca 4,5 MET) (Sattelmair et al, 2011). Energiförbrukningen vid en viss fysisk aktivitet beror dock på ett flertal faktorer som t.ex. vikt. Faktorn MET är dock mer homogen över individer eftersom denna variabel är relativ till den egna energiförbrukningen.

3.2.2 Samband mellan dödlighet, sjuklighet och fysisk aktivitet

Fysisk inaktivitet har identifierats som en av de viktigaste riskfaktorerna för både sjuklighet och dödlighet.

Förtida död

En metaanalys av dödlighet i relation till gång och cykling har genomförts av världshälsoorganisationen för beräkningsverktyget HEAT (WHO, 2014). Verktuget skattar den förväntade minskningen av förtida dödsfall och dess ekonomiska betydelse vid en viss nivå eller förändring av aktivt resande. Att gå eller cykla i en omfattning motsvarande den av WHO rekommenderade miniminivån av fysisk aktivitet beräknas årligen minska risken för död med 10 respektive 11%. Dessa riskreduktioner är givet ett antagande om rätlinjigt samband. Riskreduktioner har också tagits fram för andra samband. Det dos-respons-samband som stämde bäst var mängden fysisk aktivitet (mätt som MET-timmar/vecka) upphöjt med 0,25. Skillnaden mot det rätlinjiga sambandet var dock liten och därför används ofta det rätlinjiga sambandet som en förenkling, dvs. ju större fysisk aktivitet, desto större påverkan på risken för förtida död.

Insjuknande

Skattningar från en nyligen utförd meta-analys av 46 kohortstudier inom DALY-projektet, som initierats av Trafikverket, visar på ett skyddande dos-respons samband mellan både fysisk aktivitet på fritiden och aktivt resande, och sjukdom enligt tabell (WSP et al, 2016). Beräkningarna visar hur mycket risken för insjuknande i olika åkommor påverkas av aktivt resande respektive samtliga former av fysisk aktivitet motsvarande 11,25 MET-timmar/vecka.

	Aktivt resande	Alla former av fysisk aktivitet
Hjärtinfarkt	23	23
Stroke	16	28
Hjärtsvikt	23	14
Diabetes, typ 2	16	23
Bröstcancer	11	7
Tjocktarmscancer		18
Demens		43

Tabell 3. Minskning av risken för insjuknande (procent) som resultat av regelbunden fysisk aktivitet i form av aktivt resande resp. allmän fysisk aktivitet motsvarande 11,25 MET-timmar/vecka. (WSP et al., 2016).

Fysisk inaktivitet påverkar både sjuklighet och förtida död genom flera biologiska mekanismer: Fysisk aktivitet minskar fetma, triglycerider och LDL-kolesterol, blodtryck, stress och depression och s.k. systemisk inflammation, samt förbättrar immunförsvaret, kärlens blodflöde, glukosmetabolismen och insulinkänsligheten och blodkoagulering (Friedenreich et al, 2002; IARC, 2002; McTiernan et al, 2006; Rundle, 2005; Taylor et al, 2004). Variabler som BMI (Body Mass index, ett mått på övervikt) och blodtryck skulle därför kunna vara viktiga variabler i orsakskedjan mellan fysisk aktivitet och hälsoutfall.

Fysisk ansträngning har betydande anti-inflammatoriska effekter, vilket kan förklara varför fysisk aktivitet minskar risken för många kroniska sjukdomar. Fysisk aktivitet har betydelse för hälsan även hos barn (Poitras et al, 2016).

Det finns överväldigande bevis för att regelbunden fysisk aktivitet har viktiga hälsoeffekter inklusive minskad risk för kroniska sjukdomar. Fysisk inaktivitet nämns också som kanske det viktigaste hälsoproblemet för detta århundrade. Samtidigt är luftföroreningars effekt på klimatet med ökad uppvärmning ett globalt hot, och direkta effekter av utsläpp från trafik är ett problem för folkhälsan med överskridande av riktvärden även i svenska städer. Luftföroreningar, fysisk aktivitet och trafikolyckor är viktiga determinanter för hälsa relaterad till transport (Dora et al, 2011).

Att premiera aktivt resande som gång och cykel är ett sätt att inkorporera en större mängd fysisk aktivitet i det dagliga livet (Branca, 2007; Cavill, 2006; WHO, 2006). Tillräckligt med bevis finns för att sådana interventioner i transportsystemet ökar mängden fysisk aktivitet (WHO, 2009).

3.3 HÄLSOEFFEKTER AV ÖVERGÅNG FRÅN BILÅKANDE TILL AKTIVT RESANDE

Fysisk inaktivitet, kopplad till bilåkning och en allmänt stittasittande livsstil har identifierats som en av de viktigaste riskfaktorerna för både dödlighet och sjuklighet (World Health Organization, 2009), och är en av de viktigaste riskfaktorerna för global dödlighet och sjuklighet som hjärtsjukdom, typ 2 diabetes, stroke, bröstcancer, tjocktarmscancer, och kognitiv funktion (O'Donnell et al, 2010; Weuve et al, 2004; World Health Organization, 2010).

Till detta ska läggas att transportgenererade luftföroreningar ökar risken för såväl förtida dödsfall som för hjärtsjukdomar, respiratorisk sjukdomar, cancer och födelseutfall (Krzyzanowski et al, 2005).

Såväl fysisk inaktivitet som luftföroreningar bedöms tillhöra de 10 ledande riskfaktorerna för den globala sjukdomsburden 2010 (Douglas et al, 2011; Lim et al, 2013). Genom att överföra urbana bilresor till aktivt resande skulle hälsoläget förbättras både på grund av bättre luftkvalitet och en ökad fysisk aktivitet.

Även om man beaktar negativa effekter av gång och cykling beroende på ökad exponering för luftföroreningar och större risk för trafikskador jämfört med bilresande, överväger hälso nyttan av cykling riskerna, särskilt i områden med låga halter av luftförorening där välskött cykelvägar är separerade från vägtrafiken (Andersen et al, 2000; WHO, 2008).

Vid studier av effekten av överföring av bilresor till cykel utvärderas oftast fyra aspekter på hälsa:

- hälsoeffekter av ökad fysisk aktivitet för pendlare,
- hälsoeffekter för generella befolkningen som en följd av minskad exponering för luftföroreningar,
- hälsoeffekter av minskad luftföroreningsexponering bland aktivt resande,
- hälsoeffekter relaterade till förändring av trafikolyckor.

Flertalet studier har använt hälsokonsekvensbedömning som utvärderingsverktyg. Hälsokonsekvensbedömningar fokuserar på hälsokonsekvenser av olika åtgärder i transportsystemet för att minska skada och öka hälsovinsten (Mindell et al, 2003). Studierna skiljer sig beroende på i vilken utsträckning aspekterna ovan har kunnat utvärderas.

Senaste åren har flera studier publicerats som syftar till att skatta de övergripande effekterna av att överföra nuvarande bilresor till resor med cykel (de Hartog et al, 2010; Grabow et al, 2012; Lindsay et al, 2011; Rojas-Rueda et al, 2011). I studien i Nederländerna kvantifierades den potentiella effekten på dödlighet vid överföring av bilresor inom 7,5 respektive 15 kilometer till cykel i en population med en halv miljon individer. Olika liknande scenarier har också skapats i Barcelona med skattade effekter både för dödlighet och sjuklighet (Rojas-Rueda et al, 2011; Rojas-Rueda et al, 2013), medan en studie i Nya Zeeland skattade effekten av att överföra 5% av fordonskilometrarna till cykel (Lindsay et al, 2011) och en amerikansk studie som skattade effekten om hälften av bilresorna under 8 kilometer överfördes till cykel (Grabow et al, 2012). Vid ersättning av 40 % av bilresorna inom Barcelona stad förväntades antalet årligt förhindrade förtida dödsfall på grund av ökad luftföroreningsexponering bland nyblivna cyklister öka med 1,15, på grund av olyckor öka med 0,17, på grund av ökad fysisk aktivitet minska med 67, samt i den generella befolkningen minska med 10. Totalt förväntas ett sådant scenario reducera årligt förhindrade förtida dödsfall med 76. I ett mer generellt perspektiv har den sammanlagda effekten av att i flera europeiska städer överföra samtliga bilresor inom 5 kilometer till cykel respektive 2,5 kilometer till gång (Rabl et al, 2012). Dessa hälsokonsekvensstudier av ett ökat aktivt resande visar på en stor potentiell hälsovinst för generella befolkningen och de individer som byter färdmedel från bil till cykel.

De flesta av dessa studier har dock varit mycket hypotetiska. I en studie i Stockholms län användes databasen ASTRID med verkliga data om hem- och

arbetsadress, individernas ålder och kön m.m. för att skapa ett autentiskt scenario över vilka resor som sker mellan hem och arbete. Transportmodellen LUTRANS användes för modellering av trafik inom länet. Baserat på resvaneundersökningar togs information fram om vilken andel som reser med olika färdmedel mellan specifika områden. Dessa resor lades sedan ut på ett nätverk av cykel- och bilvägar för att beräkna avstånd och luftföroreningsexponering. Baserat på en studie av nuvarande pendlare i Stockholm erhöles samband mellan cykelhastighet och ålder och kön för att bestämma individuella cykelhastigheter (Schantz et al, 2016).

I ett huvudscenario antogs alla bilpendlare som kunde cykla till arbetet på 30 minuter, sammanlagt 111 000 personer, byta färdmedel till cykel. Medelavståndet till arbetet för dessa nya cyklister var 3,4 km, vilket kan jämföras med den dagliga genomsnittliga färdsträckan på 4,5 km bland nuvarande cyklister. 3,4 km cykling per dag beräknades ge upphov till fysisk aktivitet motsvarande i genomsnitt 13,2 MET-timmar/vecka. Årligen väntas detta reducera risken för förtida död med 12%, motsvarande 16,2 förtida dödsfall per år inom Stockholm län, eller 469 färre förlorade levnadsår. Inklusivt 139 färre förlorade levnadsår, relaterade till minskad risk för hjärtkärlsjukdom, typ 2 diabetes, demens, bröst- och tjocktarmscancer, motsvarar detta en total reducerad sjukdomsburden på 608 s.k. funktionsjusterade levnadsår.

Nettoutfallet i populationen som ett resultat av ökad fysisk aktivitet, lägre luftföroreningsexponering bland nuvarande cyklister, effekten av lägre luftföroreningsexponering i befolkningen, samt effekten av trafikolyckor och högre luftföroreningsexponering bland nya cyklister, var 723 färre förlorade funktionsjusterade levnadsår.

Inom DALY-projektet, som utförts för Trafikverket 2016, skattades nyttan av den fysiska aktivitet som utförs med cykel och gång i Sverige till totalt 80 000 funktionsjusterade levnadsår, bl.a. genom förhindrande av 3 000 förtida dödsfall. Med funktionsjusterade levnadsår som mått på sjukdomsburden motsvarar denna reduktion 13% av sjukdomsburden i denna grupp, där referensscenariot i denna analys är att det inte skulle ske något resande med gång eller cykel.

3.4 KUNSKAPSLUCKOR OCH BEHOV AV VIDARE FORSKNING

Att entydigt identifiera relevanta samband mellan aktivt resande och hälsa har visat sig överraskande svårt. Ett skäl är att många olika underliggande direkta och indirekta samband/mekanismer samverkar. Man kan därför få helt olika bild av sambanden, beroende på vilka mekanismer som inkluderas i en studie, och hur den avgränsas. Ur samhällets (t.ex. Trafikverkets) perspektiv är den relevanta frågeställningen oftast övergripande: *"Hur påverkas hälsan sammantaget (över tid), om vi vidtar en åtgärd som gör att det aktiva resandet ökar idag?"*

Den renodlade, "vetenskapliga" grundfrågan vi ställer oss kan då tyckas vara: *"Hur skiljer sig hälsan mellan personer som reser mer eller mindre aktivt "allt-annat-likat"?"* Det är denna renodlade fråga som stora delar av den refererade medicinska forskningen behandlar.

För att kunna svara rättvisande på den "Trafikverksrelevanta" frågan ovan behöver vi emellertid också beakta bland annat följande:

- Ackumuleras hälsoeffekter över tiden (fortsätter aktivt resande idag att påverka hälsan lång tid framöver även om man slutar att vara aktiv)?
- Påverkas även andra hälsopåverkande beteenden om man ökar sitt aktiva resande? (Ökar/minskar annan motion? Ökar/minskar benägenheten att röka för den som ökat sitt aktiva resande?)
- Hur påverkas det aktiva resandet i befolkningen långsiktigt av att de individer som berörs av åtgärden ökar sitt aktiva resande idag? (Är det ökade cyklande som initieras nu en övergående fluga, isolerad till

de resor som åtgärden berör? Eller etablerar åtgärden vanor som håller i sig och påverkar hälsan för lång tid framöver? Finns spridningseffekter – andra resor, andra individer? Kommer det barn som börjar nyttja en nyligen cykelanpassad skolväg idag att cykla mera även som vuxen?)

Mot denna bakgrund finns ett antal områden där ytterligare forskning och utveckling behövs.

3.4.1 Mätning av aktivt resande

Det finns ett antal brister i de befintliga metoderna för att mäta aktivt resande. RVU Sverige är den mest heltäckande metoden, men den lider av låg svarsfrekvens, mäter bara en dags resande och mäter inte annan fysisk aktivitet. Det vore värdefullt att uppdatera mätmetoder för aktivt resande som tar hänsyn till dessa brister. Detta skulle exempelvis kunna göras genom att lägga till frågor i RVU Sverige samt genom att kombinera flera olika mätmetoder (RVU, Webbenkät, GPS).

3.4.2 Trafikräkningar och trafikmodeller för gång- och cykelresande

Det finns väl utvecklade trafikräkningar och trafikmodeller för biltrafik, men inte för gång och cykling. Mera systematiska metoder för att räkna gång- och cykelresor behöver utvecklas, särskilt när det gäller gångtrafik är behovet stort.

Målet med förbättrade räkningar är tvåfaldigt. Dels handlar det om uppföljande beskrivning; att genom spridda räkningar kunna ge en bild av hur det aktiva resandet utvecklas i landet i olika typer av miljöer (cykelbana respektive blandtrafik, landsbygd respektive stadscentrum etc.), en beskrivning som knappast kan erhållas med hjälp av resvaneundersökningar, dels handlar det om lokal utvärdering; att på ett rättvisande sätt kunna uppskatta effekter på den totala omfattningen av aktivt resande när åtgärder genomförs. Metoderna måste då bl. a. anpassas till de stora ruttvalseffekter som typiskt uppstår efter en åtgärd i trafiksystemet; räkningar enbart på den berörda anläggningen ger inte en rättvisande bild av effekterna.

Dessutom behövs trafikmodeller som beskriver gång och cykling på ett betydligt mera nyanserat och relevant sätt än dagens verktyg, för att ge möjlighet att i förväg – t. ex inför prioritering av åtgärder – uppskatta åtgärders effekt på det aktiva resandet, och därmed på hälsan.

3.4.3 Undersökningar om aktivt resande för olika socio-demografiska grupper

En undersökning av vilka grupper som är mest inaktiva, samt orsakerna till inaktivitet, kan öka kunskapen om vilka åtgärder som mest effektivt kan öka det aktiva resandet bland dessa grupper. Om en specifik grupp identifieras som synnerligen inaktiv (exempelvis arbetslösa) kan specifika åtgärder riktas för att öka inaktiviteten i den här gruppen. Det är även av intresse att undersöka orsakerna till låg nivå av aktivt resande bland vissa grupper (det skulle hypotetiskt kunna handla om att man inte kan cykla, att man upplever trafikmiljön som osäker eller något annat).

En dylik undersökning skulle exempelvis kunna göras genom en analys av olika socioekonomiska gruppers aktiva resande tillsammans med djupintervjuer med personer från grupper med låg nivå av aktivt resande.

3.4.4 Form av dos-respons

Hur sambandet mellan fysisk aktivitet och insjuknande i icke-smittsamma sjukdomar som hjärtkärlsjukdom, typ 2 diabetes, bröstcancer, tjocktarmscancer och demens ser ut är inte tillräckligt väl kartlagt. Meta-analysen som utfördes för DALY-projektet tyder på att dessa samband är rätlinjiga, dvs. att nyttan av ökad fysisk aktivitet är densamma oavsett tidigare nivå av fysisk aktivitet. Riskreduktionen antogs dock bara gälla upp till den i

de epidemiologiska studierna observerade nivån av fysisk aktivitet, någon vidare extrapolering av sambanden har inte gjorts. Vilken nivå av fysisk aktivitet som är optimal för att minska risken för insjuknande har inte heller skattats.

Graden av fysisk aktivitet i jämförelsegrupper inom dessa epidemiologiska studier varierar. Ingen fysisk aktivitet inkluderas men är aldrig eller sällan jämförelsenivån av fysisk aktivitet. Detta innebär att riskskillnaden mellan ingen fysisk aktivitet och att vara lite fysiskt aktiv inte går att beräkna baserat på dessa studier eftersom den inte har observerats.

Kyu et al. (2016) visade att för den totala fysiska aktiviteten (dvs. inklusive fysisk aktivitet i arbetet) erhöles den största riskreduktionen då aktiviteten ökade från en mycket låg nivå. Sambanden var generellt rätlinjiga med en högre lutning upp till en viss nivå av fysisk aktivitet för att sedan från denna punkt vara fortsatt rätlinjiga men med en lägre riskreduktion än tidigare. För hjärtsjukdom (ischemisk) och stroke saknades dock denna brytpunkt och visade att nyttan kontinuerligt minskade vid ökad fysisk aktivitet. Information om hur sambanden ser ut vid låga nivåer av aktivt resande saknas.

3.4.5 Hälsoeffekter av tidigare fysisk aktivitet

Flera studier har undersökt hur upphörande av tidigare regelbunden fysisk aktivitet påverkar risken för förtida död. Dessa studier visar samstämmigt att den riskreduktion som uppnåtts genom fysisk aktivitet upphör om denna fysiska aktivitet inte fortsätter (Bijnen et al, 1999; Byberg et al, 2009; Lissner et al, 1996; Paffenbarger et al, 1993; Petersen et al, 2012; Schnohr et al, 2003; Talbot et al, 2007). Minskar den fysiska aktiviteten sjunker riskreduktionen till den nivå som motsvarar den nya, lägre graden av fysisk aktivitet. Detta samband återfinns också för insjuknande i hjärtkärlsjukdom (Wannamethee et al, 1998).

Resultaten av dessa studier får implikationer för tolkningen av studier av hur dödlighet och sjuklighet påverkas av fysisk aktivitet. Detta gäller speciellt vid tolkning av resultat bland äldre. Studier av dödlighet och cykling i äldre populationer visar på en större riskreduktion av fysisk aktivitet än för yngre populationer. Denna ytterligare riskreduktion kan vara ett resultat av en ackumulerad mängd cyklande under många år, men den kan också innebära att fysisk aktivitet helt enkelt har större effekt på äldre. Sådan kunskap skulle ha betydelse för hälsokonsekvensberäkningar av aktivt resande som innefattar både yngre och äldre personer.

3.4.6 Vad innebär ett ökat aktivt resande för individernas övriga fysiska aktivitet? - Substitutionseffekter vid scenariobyggande

Både observationsstudier vid en tidpunkt samt longitudinella studier av individers fysiska aktivitet över tid visar att aktivt resande med gång och cykel inte minskade individers övriga fysiska aktivitet (Donaire-Gonzalez et al, 2015; Goodman et al, 2014; Sahlqvist et al, 2013). Behov finns dock av ytterligare studier för att ta reda på hur dagligt aktivt resande under en längre tid påverkar tidigare övrig fysisk aktivitet, samt hur goda vanor med fysisk aktivitet påverkar den totala mängden fysisk aktivitet. Sådana studier skulle bidra med kunskap för antaganden vid beräkningar av scenarios av ett ökat aktivt resande.

3.4.7 Aktivt resande över tid – vanor

Hur påverkar det framtida aktivt resande (och därmed framtida hälsovinster) att skapa ”goda” vanor? Hur påverkar fysisk aktivitet som barn framtida fysiska aktivitet? Hur påverkar barns fysiska aktivitet den fysiska aktiviteten hos föräldrarna?

3.4.8 Hur påverkar fysisk aktivitet hälsoeffekterna av luftföroreningar

Det råder ingen tvekan om att motion t.ex. cykling är gynnsamt för hälsan, men effekterna av att cykla (anstränga sig) i trafikförorenad luft är mindre väl belysta. Detta gäller särskilt hur riskgrupper påverkas, t.ex. personer med astma och metabola sjukdomar, samt eventuella interaktioner med värme och kyla.

Vår bristfälliga kunskap om hälsoeffekterna av att cykla eller jogga i höga avgashalter har blivit ett allt mer tydligt problem genom att flera studier de senaste åren visat på trafikanters höga exponering för black carbon ("sot"), och att dosen blir särskilt hög för cyklister på grund av deras höga andningsfrekvens (Dons et al, 2012; Nwokoro et al, 2012). Med ökad minutventilation ökar inte bara volymen luft man exponeras för, utan även andelen av ultrafina partiklar som deponeras i lungorna ökar från cirka 60 % till cirka 80 % (Daigle et al, 2003; Oravisjarvi et al, 2011). Vid arbete motsvarande ca 100 W eller ventilation motsvarande 35 l/min sker normalt en övergång från näsandning till andning via munnen, varvid filtreringen i näsan uteblir (Niinimaa et al, 1980). Sammantaget skulle den ökade minutventilationen och förändrade depositionen kunna leda till flera gånger högre deposition av partiklar vid lätt ansträngning och upp till 10 gånger vid intensiv fysisk aktivitet.

Även med högre dos av bl.a. avgaspartiklar vilka förknippas med respiratorisk och systemisk inflammation, är resultatet av ansträngning i denna miljö inte givet. Fysisk ansträngning har betydande anti-inflammatoriska effekter, genom att muskelrörelserna leder till frisättande av muskelframställt interleukin-6 som har en anti-inflammatorisk effekt. Sådana effekter kan vara en förklaring till att fysisk aktivitet minskar risken för många kroniska sjukdomar, och skulle även kunna innebära att luftföroreningars inflammatoriska effekter motverkas.

Det är väl belagt att fysisk aktivitet har stor betydelse för mortalitet och förlorade år i kohortstudier. Ändå saknar många studier av luftföroreningars effekt på mortalitet och morbiditet sådan information. Det är möjligt att fysisk ansträngning, exempelvis att cykla istället för att åka bil, kan skydda mot flera typer av skadliga luftföroreningseffekter. Sådan kunskap kan få stor betydelse för riskbedömningar och hälsoråd, liksom för frågan om man bör bygga cykelleder inne i städer med mycket trafik och höga avgashalter. Hälsokonsekvensbedömningar av ökad cykling blir osäkra utan bättre kunskaper inom detta område. Det är även möjligt att resultaten i studier av luftföroreningarnas långtidseffekter har störts av att man inte beaktat möjliga samspelseffekter med fysisk träning, och att föroreningarnas effekter är olika mellan aktiva och inaktiva.

4 TRAFIKENS LUFTFÖRORENINGAR OCH HÄLSA

Det har länge varit känt att luftföroreningar kan orsaka miljöproblem som försurning och övergödning, liksom att de kan vara skadiga för människors hälsa. På senare år har även luftföroreningar i form av koldioxid och andra klimatpåverkande gaser uppmärksammas. I denna kunskapsöversikt ligger fokus på trafikens luftföroreningar och deras direkta effekter på hälsan. Rapporten behandlar inte följeffekter på hälsan av ökad växthuseffekt, övergödning eller försurning. Genomgången består av fyra huvudavsnitt:

- Miljömål, miljönormer och avgaslagstiftning för trafikens hälsopåverkande luftföroreningar.
- Trender och framtida utveckling för emissioner, halter och exponering.
- Hälsoeffekter och hälsokonsekvenser.
- Kunskapsluckor och behov av fortsatt forskning.

4.1 AVGASLAGSTIFTNING, MILJÖNORMER

Det finns ett stort antal miljömål, normer och lagar som avser trafikens luftföroreningar. I det följande ges en kort resumé kring några av de viktigaste av dessa som berör hälsoaspekten av luftföroreningar.

4.1.1 Miljökvalitetsmål som berör trafikens luftföroreningar kopplat till hälsa

De nationella miljökvalitetsmålen består av ett övergripande mål, generationsmålet, som innebär att vi till nästa generation ska lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta samt dessutom 16 preciseringar. De 16 preciseringarna beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Ett av dessa är målet om Frisk luft, definierat som *"Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas."*

Trafikanalys följer årligen upp utvecklingen inom transportområdet i förhållande till de transportpolitiska målen (Trafikanalys, 2016). I och med att miljökvalitetsmålen återfinns bland de transportpolitiska målen görs årliga uppföljningar av transportsektorns påverkan på miljökvalitetsmålen, bland annat målet om Frisk luft. Indikatorn "utsläpp till luft" har generellt haft positiv utveckling sedan 1990-talet. På senare år visar uppföljningen dock att den positiva utvecklingen för kväveoxider och partiklar stagnerat. Den ökade andelen dieselmotorer i nybilsförsäljningen anses vara en delförklaring till detta. Moderna dieselmotorer med partikelfilter släpper ut väsentligt mindre föroreningar än äldre, men de har trots detta högre utsläpp av partiklar och kväveoxider än motsvarande bensinbilar med katalysatorer. Kväveoxiderna består av kväveoxid och kvävedioxid varav den senare anses vara mest skadlig för hälsan. Mängden kvävedioxid påverkas både av andelen kvävedioxid när avgaserna lämnar avgasröret men också av atmosfäriska omvandlingar som sker senare i luften. På senare år har kvävedioxidutsläppen haft en ökande trend. En förklaring är att dieselfordonens katalysatorer ger en reducering av de totala kväveoxiderna men orsakar en högre andel direktemitterad kvävedioxid än tidigare. Dock förväntas utsläppen åter börja minska när fordon som uppfyller de senaste kraven enligt Euro 6 står för en större del av trafikarbetet. Trafikanalys sammanfattar med att målet Frisk luft har en positiv trend men inte kommer att vara uppfyllt 2020 med befintliga och beslutade styrmedel och åtgärder. I tätorterna är luftföroreningar alltjämt ett stort hälsoproblem, främst beroende på förekomsten av höga halter partiklar och/eller kväveoxider i gatumiljö. Trafiken är en dominerande källa till de höga halterna som både orsakas av avgasutsläpp och av slitage av vägbeläggning, bromsar, däck och vägsand.

4.1.2 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer tar sikte på tillståndet i miljön och vad människan och naturen bedöms kunna utsättas för utan att ta alltför stor skada.

Miljökvalitetsnormerna ska inte förväxlas med miljökvalitetsmål, som beskriver det tillstånd som det samlade miljöarbetet ska leda till.

Miljökvalitetsmålen är oftast mer långtgående (Naturvårdsverket, 2016).

1998 utfärdade regeringen en förordning om miljökvalitetsnormer för luft. De ämnen som reglerades var kvävedioxid/kväveoxider, svaveldioxid och bly. Förordningen har sedan dess reviderats ett antal gånger och kompletterats med ytterligare normer, för partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bensen, kolmonoxid, ozon, arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren.

De flesta normerna är så kallade gränsvärdesnormer som ska följas, medan några är så kallade målsättningsnormer som ska eftersträvas. Normerna baseras huvudsakligen på krav i EU-direktiv. Förordningen heter idag luftkvalitetsförordningen (2010:477).

Miljökvalitetsnormerna för utomhusluft gäller i hela landet. Med utomhusluft avses enligt förordningen utomhusluften med undantag för arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbanden trafik.

Kommuner och myndigheter har huvudansvaret för att normerna följs, men ett visst ansvar finns även hos olika verksamhetsutövare.

Miljökvalitetsnormerna ska följas när kommuner och myndigheter planerar och planlägger, bedriver tillsyn och ger tillstånd till att driva anläggningar. Hur beslutande myndighet ska förhålla sig till normer vid planering eller prövning av nya och ändrade verksamheter regleras bland annat i plan- och bygglagen, väglagen, lag om byggande av järnväg samt i miljöbalken.

Kommunerna ansvarar för att kontrollera luftkvaliteten för de flesta miljökvalitetsnormerna, i samverkan med andra kommuner eller på egen hand, och att tillhandahålla aktuell information om föroreningsnivåerna. I Naturvårdsverkets föreskrifter (2013:11) om kontroll av luftkvalitet anges hur kontrollen ska gå till. Naturvårdsverket ansvarar för kontroll av miljökvalitetsnormerna för kväveoxider och svaveldioxid i regional bakgrund (landsbygd) samt miljökvalitetsnormerna för marknära ozon.

4.1.3 Avgaslagstiftning

Avgaslagstiftningen innehåller tvingande krav på nya fordons avgasutsläpp. Vidare finns krav på att äldre fordon uppfyller vissa utsläppskrav som kontrolleras i samband med kontrollbesiktning av fordon.

Kraven på avgasutsläpp bygger på avgasprovning enligt europeiska provmetoder. För personbilar och lätta lastfordon provas och avgasgodkänns hela fordonet enligt metoder och bestämmelserna i EU förordning 2007/15/EG. För tunga fordon provas och avgasgodkänns motorn enligt metoder och bestämmelser i EUs direktiv 2005/55/EG (Transportstyrelsen, 2016). För närvarande pågår arbete med att ta fram och implementera en ny provmetod för personbilar – WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures). Metoden strävar efter att efterlikna verklig körning bättre än den nuvarande metoden.

Utsläppsklasserna regleras i Sverige genom avgasreningslagen (2011:318) för fordon som registreras första gången från den 1 maj 2011. Äldre fordon klassas i miljöklass enligt den upphävda lagen (2001:1080) om motorfordons avgasrening och motorbränslen. Klassningen är i båda fallen kopplad till EU-bestämmelserna om avgasutsläpp (Transportstyrelsen, 2016).

Alla nya bilar – personbilar, lätta lastbilar och tunga fordon (över 3,5 ton) – klassas efter avgasutsläpp. Det är avgasutsläppen av koloxid (CO), kolväten (HC), kväveoxider (NO_x) och partiklar som styr klassningen. Utsläpp av koldioxid (CO₂) ingår inte. Vilken utsläppsklass en bilmodell ska placeras i bestäms av Transportstyrelsen efter en anmälan från biltillverkaren i samband med första registrering, och klassen baseras på bilmodellens avgasgodkännande (Transportstyrelsen, 2016).

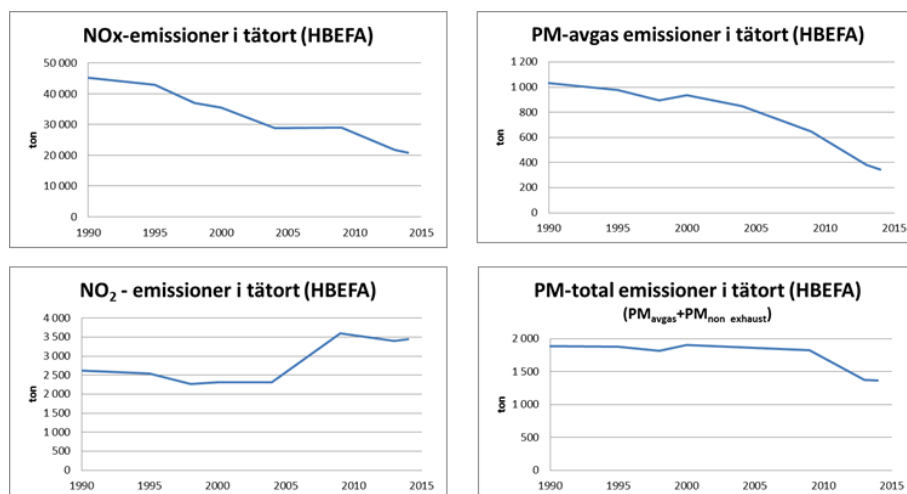
4.2 TRENDER

4.2.1 Utvecklingen till idag

Trafikens luftföroreningar beror av mängden trafik, dess fördelning på fordonsslag samt de enskilda fordonsslagens emissionsfaktorer för olika skadliga ämnen. Luftföroreningarna härrör både från fordonens avgaser och från slitagepartiklar från däck, vägbana och fordonens inre delar. I hur hög grad luftföroreningarna påverkar luftkvaliteten beror både på utsläppens storlek och på meteorologins bidrag till utspädning av halterna (vind, lufttryck, luftfuktighet m.m.). 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 en allt högre grad av urbanisering.

Utsläppen från trafiken har under senare år sjunkit, dels på grund av renare fordon, dels till följd av att trafikökningen varit måttlig. Figur 6 visar hur utsläppen utvecklades 1990-2014. Man kan konstatera att utsläppen av NO_x och PM_{avgas} (partiklar som härrör från avgaser) har varit minskande medan utsläppen av NO_2 och partiklar totalt som PM_{10} (partiklar med diameter mindre än $10 \mu\text{m}$) inte haft en lika tydlig trend.

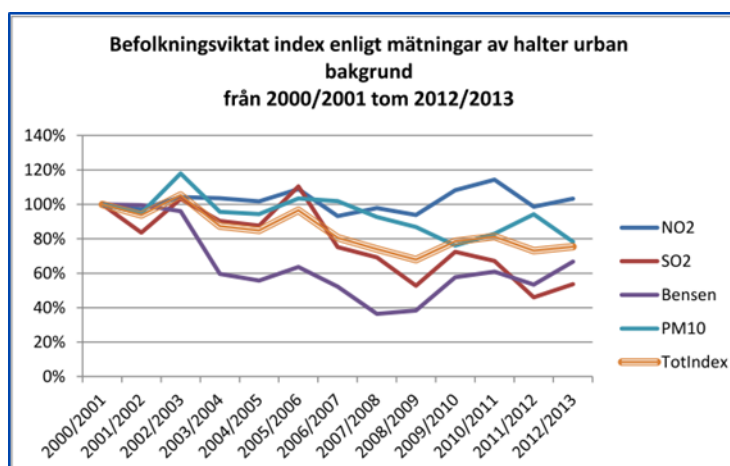


Figur 6. Beräknade trafikgenererade utsläpp av NO_x , NO_2 , PM_{avgas} och total PM_{10} i tätort i Sverige 1990-2014 (WSP et al, 2016).

Det sker idag inga årliga uppföljningar av människors exponering för trafikens luftföroreningar i form av halter. Däremot rapporterar Trafikverket årligen om trafikens emissioner via uppföljning av trafikutvecklingen och utvecklingen av fordonsparken. För beräkningarna av utsläpp används emissionsmodellen HBEFA (HBEFA, 2015). 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 utarbetad rutin för årlig uppföljning av vägtrafikens utsläpp. Detta har hittills gjorts dels totalt, dels för tätort respektive landsbygd separat.

Effekter på människors hälsa till följd av luftföroreningar från trafik beror dels på hur höga halterna är, dels hur många som exponeras. I Figur 7

redovisas utvecklingen av exponering i tätort i form av ett befolkningsviktat index framtaget av IVL (Svenska miljöinstitutet).



Figur 7. Befolkningsviktat index för luftkvalitet i urban bakgrundsluft från 2000/2001 t.o.m. 2012/2013 (IVL, Svenska miljöinstitutet).

4.2.2 Framtida utveckling

Naturvårdsverket konstaterar i sin uppföljning av miljömålen 2016 att utvecklingen gällande miljö kvalitetsmålet Frisk Luft är positiv, men att målet inte är uppnått och att det inte bedöms kunna nås med befintliga och beslutade styrmedel och åtgärder fram till 2020.

Utsläpp av slitagepartiklar från användning av dubbdäck är fortfarande ett problem från bland annat hälsosynpunkt. Andelen dubbfria däck har ökat under några år, men statistik visar att ökningen bromsade upp under 2015 (Naturvårdsverket, 2016).

Enligt Trafikverkets prognoser över transportsystemets utveckling bedöms trafikarbetet öka på nationell nivå. Fram till 2040 bedöms ökningen av persontrafiken uppgå till över 30 % jämfört med 2014 års nivå. Detta innebär stora utmaningar i arbetet med att begränsa utsläppen till luft.

För att begränsa de trafikrelaterade utsläppen till luft krävs fortsatta skärpningar av avgaslagstiftningen för att successivt minska utsläppen per körd kilometer. EU-kommissionen har t.ex. beslutat om en ny testmetod för att kontrollera kraven på bilavgaser, så kallade Real Driving Emissions. Istället för att mäta utsläppen på laboratorium, som man gjort hittills, ska utsläppen mätas under faktisk körning. De nya kraven, som träder i kraft successivt under 2017–2021, kommer att minska utsläppen per körd km av kväveoxider från personbilar.

Hälsoeffekter till följd av trafikens luftföroreningar påverkas av alla förändringar som innebär effekter på trafikarbetet totalt, dess fördelning på färdmedel samt dess fördelning i tid och rum. Det ligger utanför denna rapport att behandla alla åtgärder som påverkar trafikens omfattning och fördelning men generellt kan nämnas att denna typ av insatser är mycket viktiga både på kort och lång sikt. Exempel är åtgärder som minskar trafikarbetet på platser som har eller riskerar att få för höga halter såsom olika former av ekonomiska och administrativa styrmedel t.ex. miljöavgifter och parkeringspolicier, men också satsningar på gång, cykel, kollektivtrafik eller samordnad varudistribution. Vidare kan man arbeta med åtgärder som syftar till att ställa krav på vilka fordon som får köras i staden. Ett exempel är miljözoner som innebär att kommunen beslutar om att utestänga vissa tunga fordon (lastbilar och bussar) från stadskärnor och andra särskilt miljö känsliga områden. Sådana miljözoner finns idag i Stockholm, Göteborg, Malmö och Lund. Ett annat exempel är förbud mot dubbdäck på vissa gator där halterna av vissa föroreningar är höga.

4.3 HÄLSOEFFEKTER AV TRAFIKENS LUFTFÖRORENINGAR

Eftersom luftföroreningarnas hälsoeffekter är mycket omfattande, görs återkommande olika internationella översikter bland annat av världshälsoorganisationen WHO. Den senaste översikten utarbetades av ett stort antal experter inom projektet Review of evidence on health aspects of air pollution (REVIHAAP). Översikten berör luftföroreningar i allmänhet, men frågor kring vägtrafikens luftföroreningar behandlas också i slutrapporten (WHO, 2013). Kunskapsöversiktens begränsningar är att de speglar etablerade samband snarare än forskningsfronten.

4.3.1 Mortalitet viktigast i slutsatser från expertöversikter

Samband med dödlighet, särskilt i studier av långtidseffekter, väger tungt i denna typ av analyser. I REVIHAAP-rapporten konstateras att det under senare år kommit allt fler epidemiologiska studier som talar för att både kort- och långtidsexponering för sot (black carbon) har samband med förekomst av kardiovaskulära effekter och förtida död, och att sot är ett bättre mått än PM_{2.5} på halten av primära förbränningsgenererade partiklar som avgaspartiklar.

Man noterar också att sambandet med sot i flera studier är robust vid en samtidig justering för PM_{2.5}, vilket styrker att sot är en bra indikator på den föroreningsblandning som ligger bakom sambanden, i vilken även kan ingå organiska partiklar. Sot i sig behöver inte vara den huvudsakliga kausala (orsakande) komponenten, utan bär generellt en rad olika toxiska förbränningsprodukter, inklusive polyaromater och andra kolväten, som bland annat visats kunna ge effekter i lungorna, på kroppens försvarsceller och påverka blodkärl och cirkulationen. I REVIHAAP-rapporten konstateras också att det vore motiverat med ett riktvärde (WHO guideline) som är mer relevant för vägtrafikens partikelemissioner, och att det borde bygga på sotmätning.

För ultrafina partiklar (<100nm) har toxikologiska studier enligt REVIHAAP-rapporten gett allt bättre förståelse för deras möjligheter att transporteras i kroppen och verka via mekanismer som inte är möjliga för grövre partiklar. Det epidemiologiska underlaget omfattar dock fortfarande bara ett begränsat antal studier av effekter som uppkommer efter kort tid exponering för höga halter. Därför anser man inte att det är lämpligt att ta fram något riktvärde för ultrafina partiklar. Det begränsade vetenskapliga underlaget, liksom avsaknaden av en säkerställd effekt av ultrafina partiklar vid samtidig justering för korrelerade föroreningar, har senare belysts i en översiktsartikel om respiratoriska effekter på barn (Heinzerling et al, 2016).

I slutrapporten från REVIHAAP (WHO, 2013) konstateras också att allt fler studier rapporterat om samband mellan korttidsexponering för grova partiklar (grovfractionen av PM₁₀: 2.5-10 µm), inklusive mineralpartiklar, och hjärt-/kärl- samt lungeeffekter, liksom ökat antal dödsfall. Beträffande effekter av långtidsexponering för grova partiklar på mortaliteten finns endast begränsat stöd.

Frågan om NO₂ enbart ska ses som en föroreningsindikator eller om det ska anses dokumenterat att där finns kausala samband till vissa effekter var knepig att hantera inom REVIHAAP då det gjorts olika bedömningar av experterna. I rapporten konstateras slutligen att stödet för direkta orsakssamband ökat genom att vissa studier, bland annat av mortalitet, justerat för partikelhalten, exempelvis mätt som PM_{2.5}, och att man därvid ändå funnit signifikanta samband med NO₂.

I ett avsnitt om effekter av föroreningar från specifika källor, konstateras i rapporten att trafikens föroreningar på senare år satts i samband med nya typer av hälsoeffekter, exempelvis födelseutfall och graviditetskomplikationer. Samtidigt understryks att det är stor variation i vilka indikatorer på trafikföroreningar som används, vilket försvårar jämförelser med effekterna av partiklar från andra källor som biomassa eller

koleldning. Det finns dock många studier av hur olika nära föroreningar hänger samman med trafikemissioner. Ett genomgående fynd brukar vara att PM_{2.5} till övervägande del har andra källor än trafik i den urbana miljön, medan det omvända gäller för NO_x som i huvudsak brukar härröra från lokala avgasutsläpp (Isakov et al, 2014).

I september 2015 genomförde WHO en expertkonsultation där experter diskuterade hur man bör prioritera det fortsatta arbetet med att se över existerande riktvärden och lägga till nya (WHO, 2016). I rapporten från mötet konstateras att det inte finns tillräckligt underlag för att prioritera arbete med riktvärden för ultrafina partiklar eller PM₁. Däremot framfördes att det kan vara motiverat att istället för PM₁₀ ta fram ett underlag som gäller enbart grovfraktionen. Beträffande sot (black carbon) ansåg man det motiverat med en ny genomgång av kunskapsläget eftersom studier tillkommer, för att möjligen kunna föreslå ett riktvärde eller rekommendation som skulle innebära att intresset för att mäta sot ökas.

Expertmötet kom även fram till att det i ljuset av nya epidemiologiska studier om långtidsexponering är önskvärt att revidera riktvärdet för NO₂ som därmed skulle kunna bli lägre, samt att det också utifrån epidemiologiska resultat finns anledning att överväga ett riktvärde för långtidsmedelvärdet av ozon, där nya resultat kring långtidsexponeringens samband med bland annat mortalitet diskuterades redan inom REVIHAAP.

Den brittiska expertgruppen Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (COMEAP) har i ett par rapporter värderat underlaget gällande effekter av NO₂ något annorlunda än inom REVIHAAP. Man menar att det nu finns ganska många studier som visat på samband med NO₂ vilka består vid kontroll för halten av partiklar, och att dessa samband ibland är starkare än för de partikelmått som använts, bland annat för långtidsexponering och mortalitet. Detta utesluter inte att NO₂ i viss utsträckning är en indikator på andra föroreningar som inte mäts, men COMEAP menar att resultaten sammantaget motiverar att NO₂ bör bedömas som åtminstone delvis orsakande sambanden (COMEAP, 2015a). Detta har fört COMEAP till slutsatsen att man kan skatta luftföroreningarnas konsekvenser för mortaliteten genom att lägga samman kvantifieringar för partiklar (PM_{2.5}) och NO₂, med tillämpning av koefficienter som tar hänsyn till deras korrelation (COMEAP, 2015b).

4.3.2 Lungcancer

En ökad förekomst av lungcancer på grund av luftföroreningar från förbränning är ett av de samband som länge uppmärksammats, med sotpartiklar och olika kolväten som tänkbara cancerframkallande komponenter. IARC (International Agency for Research on Cancer) har numera klassat allmänna luftföroreningar, partiklar och dieselavgaser som cancerframkallande. Eftersom NO₂ och NO_x inte anses cancerframkallande men ses som bättre indikator än PM_{2.5} för trafikavgaser, sammanställdes nyligen en översikt om lungcancer och exponering för NO₂ och NO_x (samt närhet till trafik/trafikflöde) med 20 inkluderade studier (Hamra et al, 2015). Författarna fann genom meta-analyser statistiskt säkerställda samband för NO₂ och NO_x, där sambandet för NO_x var mer precist, vilket stämmer med att NO_x ses som bättre som indikator på avgasexponering.

4.3.3 Lungsjukdomar

Beträffande trafikföroreningar och påverkan på personer med astma och andra lungsjukdomar, finns ett stort antal studier som visar på samband både för partiklar (främst som PM₁₀, PM_{2.5}) och för NO₂. Vad gäller trafikrelaterade föroreningar och uppkomst av astma hos vuxna är underlaget mindre, och de enskilda studierna, som flera rapporterat om samband med NO₂ (bl. a. i Sverige), är ofta väl små för att ge riktigt säkra resultat (Anderson et al, 2013). Även en metaanalys av kohorter inom det stora Europeiska projektet ESCAPE indikerade också bara ett samband på gränsen till signifikant för NO₂ (Jacquemin et al, 2015). Antalet studier av

luftföroreningars effekt på andra lungsjukdomar och lungfunktion hos vuxna är begränsat i jämförelse med studierna av akut försämring.

4.3.4 Hjärt-kärlsjukdom

Under senare år har intresset för luftföroreningarnas kardiovaskulära effekter ökat, och särskilt omfattande har forskningen kring partiklarnas effekter varit, oftast med PM_{2.5} som partikelmått. Numera är många samband och tre viktiga mekanismer etablerade (Franklin et al, 2015). För det första vet man att ökning av oxidativ stress och inflammation i lungvävnad leder till systemeffekter med frisättande av en rad mediatorer, det vill säga variabler i orsakskedjan, som påverkar blodet, koagulationsfaktorer, blodkärl och därmed även organ som hjärtat och hjärnan, bland annat med ökad risk för hjärtinfarkt och stroke. Denna mekanism är relevant även för andra luftföroreningar som orsakar oxidativ stress och inflammation. Också metaboliska sjukdomar som diabetes antas kunna påverkas via den orsakskedja som börjar med inflammation i lungvävnad. En andra mekanism bygger på att receptorer och nervändar i lungvävnad kan störas av partikelexponering vilket påverkar balansen hos det autonoma nervsystemet så att puls, hjärtrytmvariabilitet och blodtryck förändras. Detta kan snabbt leda till allvarliga arytmier, men också på längre sikt högt blodtryck. En tredje mekanism som diskuteras för mycket små partiklar eller lösliga komponenter hos partiklar är att dessa kan från lungorna nå ut i blodcirkulationen och därmed orsaka kardiovaskulära effekter.

4.3.5 Åldrande och kognition

Under de senaste åren har forskning om luftföroreningarnas samband med kognitiv funktion och utveckling av demens vuxit fram. En nyligen publicerad litteraturöversikt fann 31 studier, varav 11 europeiska, publicerade 2006-2015 (Clifford et al, 2016). Analet studier av varje slag var så litet att en formell meta-analys inte var möjlig, men författarna konstaterar att såväl exponering under graviditeten som tidigt i livet i flera studier satts i samband med sämre kognitiv funktion hos barn, medan exponering hos vuxna visat samband med förlust av kognitiv förmåga. En svensk studie fann ett samband mellan avgashalt vid bostaden och risken för demens. Flera möjliga mekanismer har presenterats, dels kan toxiska komponenter och mycket små partiklar transporteras till hjärnan och orsaka oxidativ stress och skador, dels kan inflammation i lungvävnad ge systemeffekter som påverkar bland annat blodet, kärlväggar och cirkulationen i hjärnan.

4.3.6 Effekter på barn

Frågeställningar kring små barns exponering för luftföroreningar, i synnerhet avgaser, och risken för astma och allergi, har diskuterats utifrån olika typer av studier, bl.a. i en nyligen publicerad litteraturöversikt som fokuserar på studier om trafikrelaterade föroreningars effekter inom födelsekohorter, d.v.s. grupper av barn vars exponeringar och sjuklighet följs från födelsen och ibland upp till 6-12 års ålder (Bowatte et al, 2015). Översikten inkluderade 19 studier av denna typ, och konstaterar att risken att utveckla astma under de första 6 levnadsåren hade samband med sot (black carbon) och NO₂, där riskökningen ökar med åldern. Samma mönster sågs för PM_{2.5}, med en stigande riskökning upp till 12 års ålder.

4.3.7 Graviditet och födelseutfall

En bred genomgång gällande effekter på födelsevikt och för tidig födsel analyserade samband med olika luftföroreningar (Stieb et al, 2012), medan en senare översikt (Lamichhane et al, 2015) fokuserade på studier angående partikelexponering och födelsevikt. Meta-analyserna för de mest avgasrelaterade föroreningarna NO₂ och CO fann statistiskt signifikanta effekter på födelsevikt och andel lågviktiga (Stieb et al, 2012), liksom för halten av PM_{2.5} (Stieb et al, 2012; Lamichhane et al, 2015), men ofta i

analyser som inte inkluderar exempelvis PM_{2.5} och NO₂ eller CO samtidigt. Resultaten beträffande effekter på risken för prematur födsel tycks ha varit mera blandade. En annan översiktsartikel fokuserade på luftföroreningsexponering och risken för havandeskapsförgiftning, där föroreningarnas kardiovaskulära effekter bland annat anses kunna påverka moderkakan och blodtrycket (Pedersen et al, 2014). Meta-analysen resulterade i samband som var signifikanta för NO₂, PM_{2.5} och närhet till stora vägar eller höga trafikflöden. Vilka tidsfönster under graviditeten som tycks känsligast för exponering skiljer sig mellan olika utfall.

4.3.8 Specifikt trafikföroreningar

I en omfattande rapport med titeln *Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects*, utgiven 2010 av Health Effects Institute (HEI, 2010), ställs höga krav på att de enskilda studierna ska visa att studerad exponering härrör just från vägtrafiken och att det sammantaget ska finnas tillräckligt många studier som styrker ett samband. Det starkaste vetenskapliga epidemiologiska stödet för effekter av trafikrelaterade föroreningar menar man finns beträffande förekomsten av barnastma, symtom och försämring av barnastma, sämre lungfunktion samt för mortalitet, särskilt kardiovaskulär död.

4.4 BERÄKNADE KONSEKVENSER AV TRAFIKFÖRORENINGAR PÅ HÄLSAN

4.4.1 Begränsad tillgång till relevanta samband

Beräkningar av trafikföroreningarnas konsekvenser för befolkningens hälsa har vanligen beräknade utsläpp och halter av just trafikens föroreningar som utgångspunkt. En svaghet i konsekvensberäkningen blir ofta att de samband, s.k. exponering-responsfunktioner, som finns att tillämpa, inte är specifika för trafikföroreningar. Viktiga exponerings-responssamband, t.ex. för partiklars effekt på mortalitet, kommer ofta från studier där andra eller många källor skapat gradienterna i exponering, exempelvis regional bakgrund av sekundärt bildade partiklar (Forsberg et al, 2005). Det finns dock många undersökningar av gradienter i halt som visat att vissa luftföroreningar har den lokala trafiken som sin viktigaste källa, exempelvis NO_x och sot (BC/EC). Problemet är att dessa gradienter i exponering för exempelvis BC ännu inte har ingått i så många studier, och därför inte resulterat i exponerings-responssamband som beskriver just trafikens effekter. När epidemiologiska studier numera ofta använder en fin geografisk upplösning inom urbana områden snarare än att jämföra städer, kommer en ny generation av exponerings-responssamband att växa fram exempelvis från olika metoder att mäta eller beräkna halten av sot. Det finns dock på grund av tidsmässiga och lokala skillnader i olika källors betydelse svårigheter i att räkna om samband från ett exponeringsmått till ett annat även om båda ska spegla sothalten (Olstrup et al, 2016).

Hälsokonsekvensberäkningar som avser potentiella förändringar av motorer och bränslen hamnar i problemet att de viktigaste exponerings-responssambanden, exempelvis för partiklar och mortalitet, inte finns som specifika funktioner för olika generationer av motorer eller för bensin, diesel, biodiesel, etanol etc. (Fridell et al, 2014).

Traditionella hälsokonsekvensberäkningar analyserar trafikföroreningarnas betydelse för totalbefolkningen, oftast utifrån befolkningsuppgifter, men för exempelvis vägprojekt som Förbifart Stockholm tillkommer speciella problem om man ska ta hänsyn till befolkningens dosbidrag från tid i trafikmiljöer (Orru et al, 2015).

4.4.2 Flera föroreningstyper kan ha betydelse

Ett annat exempel på komplicerade konsekvensberäkningar är de två beräkningar av vad de högre utsläppen av NO_x än tillåtet från VW-koncernens personbilar betyder för dödsfall och ohälsa i USA som

publicerats i vetenskapliga tidskrifter. I dessa har man tagit fasta på att NO_x bidrar till bildning av partiklar och ozon i atmosfären, vilket kan ske långt från utsläppen. Den ena studien (Barrett et al, 2015) uppskattar att under åren 2008-2015 har de högre utsläppen i USA bland annat medfört 59 förtida dödsfall och 120 000 sjukdagar (för luftvägsproblem etc.). En senare studie (Holland, 2016) beräknar antalet extra dödsfall i USA p.g.a. de för höga utsläppen, också via bidraget från NO_x till partikelbildning, till något mindre (46 dödsfall under samma period). Ingen av studierna har dock beaktat senare års bedömningar att utöver hälsoeffekter via bildade partiklar och ozon, även halten av NO₂ i sig påverkar bland annat dödlighet och luftvägssjukdomar främst i områdena där utsläppen sker (se ovan om COMEAP).

Beräkningar som enbart tar fasta på vad avgasemissionerna får för hälsokonsekvenser, kommer särskilt i miljöer med dubbdäcksanvändning att underskatta slitagepartiklars bidrag till skadliga partikelhalter.

4.4.3 Åtgärdsuppföljningar

En översikt av olika slags åtgärder, inklusive trafikminskningar genom trängselskatt, inkluderade både konsekvensberäkningar och epidemiologiska studier, och fann att publicerade studier oftast påvisat gynnsamma effekter på exponering och hälsa av minskad trafik (Henschel et al, 2012). Vid epidemiologiska uppföljningar som skett tämligen snart efter åtgärden har minskningen av mortaliteten ofta varit större än man skulle förväntat från tidigare tidsserieanalyser av dödlighet. Ny kunskap beträffande effekterna på hälsan som följt på olika typer av interventioner som påverkat luftföroreningssituationen, bland annat trafikåtgärder, kan förväntas redovisas mycket snart. Vid Ludwig Maximilian University of Munich (Tyskland) och Health Effects Institute i Boston, Massachusetts (USA) har bedrivits ett omfattande projekt med titeln Interventions for Reducing Ambient Air Pollution and Their Effects on Health: A Cochrane Systematic Review (HEI, 2015). Ännu har bara preliminära resultat presenterats vid möten.

4.5 KUNSKAPSLUCKOR OCH BEHOV AV VIDARE FORSKNING

Kunskapsluckor avseende trafikens luftföroreningar och dess påverkan på hälsan kan delas in i *dels* behov av förbättrad kunskap om trafiken, dess uppkomst, drivkrafter och rumsliga fördelning, *dels* behov av fördjupad kunskap avseende hur luftföroreningar från trafik påverkar människans hälsa.

I samband med det trafikverksfinansierade forskningsprojektet ”Metod för DALY-beräkningar i transportsektorn” (WSP et al, 2016) togs en metod fram för att skatta trafikens hälsokonsekvenser i form av så kallade DALY (förlust av friska år). DALY beräknades för tre olika trafikspekter: luftföroreningar, buller samt fysisk aktivitet. Metoden för skattning av luftföroreningars hälsoeffekt utgick från att utifrån uppföljning av trafikens utsläpp i tätort uppskatta hur utsläppsförändringar i olika stora orter påverkar befolkningens totala exponering för hälsofarliga luftföroreningar. Vidare att baserat på detta beräkna hur detta påverkar hälsoläget i Sverige mätt i DALY. I projektet konstaterades behov av fortsatt forskning och utfyllnad av kunskapsluckor för att förbättra metoden och minska dess osäkerhet. Nedan beskrivs dessa kunskapsbehov dels för trafiken och dess utsläpp, dels avseende behovet av förbättrad kunskap om utsläppens betydelse för hälsan.

4.5.1 Kunskapsluckor avseende trafik, luftföroreningar och exponering

En källa till osäkerhet för den nya DALY-beräkningsmetoden var uppskattningen av den totala befolkningsexponeringen i Sverige för basåret. Från början var avsikten att den totala exponeringen skulle baseras på en

körning av spridningsmodellen SIMAIR för Sverige i sin helhet. Detta var inte möjligt på grund av tekniska problem, att tillgången till trafikdata på kommunala vägar varierar stort och på grund av kostnadsaspekten. På sikt skulle det vara önskvärt att de nämnda problemen kan lösas för att få till stånd en beräkning för hela Sverige med en och samma metodik. Som alternativ för beräkning med SIMAIR för hela Sverige användes en studie från IVL och Umeå universitet för att uppskatta exponeringen för basåret 2010 kompletterat med data från SLB avseende emissioner och exponering för ett antal orter i Stockholmsområdet. Det konstaterades att det fanns relativt stora nivå-skillnader avseende uppskattad exponering från de två studierna. En mer djupgående analys av orsakerna till detta skulle, vid sidan om en SIMAIR-körning, kunna förbättra metoden.

En annan osäkerhet är att emissionsfaktorerna kan skilja sig betydligt mellan olika källor. I Sverige rekommenderas allmänt att man använder HBEFA-modellens emissionsfaktorer för avgasutsläpp. Modellen förvaltas och uppdateras via den Europeiska samarbetsorganisationen ERMES och den är generellt anpassad för svenska förhållanden avseende trafik- och vägförhållanden samt fordonspark. Dock kan konstateras att avseende PM10 är emissionsfaktorerna relativt låga i HBEFA då dessa inte anpassats efter svenska förhållanden utan bygger på europeiska förhållanden (dvs. utan dubbdäck). De absoluta nivåerna är dock av mindre betydelse för den framtagna DALY-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 för DALY-modellen beslutade att HBEFA-modellen kan ge en tillräckligt god skattning tills vidare. På längre sikt finns behov att differentiera HBEFA-modellens beräkning av PM10 för att täcka även de nordliga ländernas förhållanden. Detta behöver kopplas till fortsatt kunskapsuppbyggnad kring emissioner av PM10 kopplat till olika vägbeläggningar.

HBEFA-modellen behöver också uppgraderas och förbättras avseende beräkning av utsläpp från nya fordon och bränslen. Modellen är relativt väldokumenterad avseende utsläpp från konventionella bensin- och dieselfordon medan underlaget för alternativa bränslen är tunt.

Möjligheten att beräkna hälsoeffekter av olika mer eller mindre lokala trafik- och stadsplaneringsåtgärder begränsas idag av tillgången till effektsamband mellan åtgärder av olika utbredning och omfattning och befolkningens exponering för farliga halter av luftföroreningar. För detta krävs metoder för att koppla utsläppsförändringar till exponeringsförändringar. En sådan analys kräver effektsamband på flera nivåer:

- Åtgärd -> Trafikförändringar i de berörda delarna av vägnätet. Möjligt att få via trafikmodeller eller uppföljningar/trafikeräkningar.
- Trafikförändringar -> Utsläppsförändring i olika delar av vägnätet. Via emissionsmodeller t. ex. HBEFA.
- Utsläppsförändringar -> halter i olika delar av vägnätet. Kan göras när spridningsmodell finns tillgänglig. Sådana beräkningar görs dock inte regelmässigt och begränsas ofta till att kontrollera att miljökvalitetsnormerna uppnås.
- Haltförändringar i olika delar av vägnätet -> exponeringsförändringar för befolkningen lokalt respektive i sin helhet.
- Exponeringsförändringar -> hälsoutfall för befolkningen

Det är hittills sällsynt med uppföljningar som studerar effektsambanden i alla ovanstående led i samband med genomförande av åtgärder. För flertalet åtgärder finns inte framtaget effektsamband för alla de steg som krävs för att kunna beräkna effekter på hälsan till följd av förändrad exponering för luftföroreningar. Vidare behövs metoder för att koppla hela, planerade eller genomförda, åtgärds paket (t.ex. Trafikverkets åtgärdsplanering) till hälsoutfall för befolkningen. En systematisk framtagning av kunskap och effektsamband för olika planeringsprinciper såväl som för enskilda åtgärder behöver genomföras för att hälsoaspekterna ska kunna vägas in fullt ut i beslut kring framtida planering och utformning.

Trafiksystemet och fordonen är under ständig utveckling. Av detta skäl finns behov av analyser av hälsoaspekter för olika framtidsscenarier. Exempel på scenarier skulle kunna vara när huvuddelen av trafiken går på eldrift eller konsekvenser på hälsan av ett scenario där vi lyckats ställa om trafiksystemet enligt klimatmålen. Är alla hälsoproblem lösta då? Vilken roll kommer slitagepartiklar att spela för hälsan m.m.?

4.5.2 Kunskapsluckor avseende samband mellan trafikrelaterade luftföroreningar och hälsa

Exponeringsmått för trafikrelaterade luftföroreningar

Det finns fortfarande ett begränsat antal epidemiologiska studier som använder riktigt specifika mått på trafikrelaterade luftföroreningar, dvs. avgaser respektive slitagepartiklar/vägdamm. Det är önskvärt med nya epidemiologiska studier av viktiga hälsoutfall som i representativa miljöer använder relevanta mått på exponeringen just från vägtrafiken vilka lämpar sig för uppföljningar och hälsokonsekvensberäkningar.

Bristfälligt studerade samband med hälsoutfall

De senaste åren har det blivit uppenbart att det tycks finnas fler allvarliga typer av effekter av trafikföroreningar än man hittills räknat med. Dessa behöver studeras i länder med bra tillgång till data (dit Sverige hör). De effekter som främst borde studeras är inverkan på graviditetskomplikationer och födelseutfall, neurologiska och psykiatriska problem hos barn, förlust av kognitiv funktion, utveckling av demenssjukdomar och biologiskt åldrande hos äldre samt metabola effekter inklusive diabetes. Det saknas också moderna och välgjorda studier av trafikföroreningars effekt på sjukfrånvaro, där luftvägseffekter kan vara en viktig orsak.

Det råder ingen tvekan om att motion t.ex. cykling är gynnsamt för hälsan, men effekterna av att cykla (anstränga sig) i trafikförorenad luft är mindre väl belysta. Detta gäller särskilt hur riskgrupper påverkas, t.ex. personer med astma och metabola sjukdomar, samt eventuella interaktioner med värme och kyla.

Bristande jämförbarhet hos konsekvensberäkningar

Det är inte samma typer av studier och hälsoutfall som kan inkluderas i DALY-beräkningar som i traditionella värderingsstudier (typ ASEK, Extern E). Skillnaderna gör att en effekt/sjukdom kan bli viktig med den ena metoden, exempelvis vanliga luftvägsinfektioner som ligger bakom många sjukdagar ("restricted activity days") i ASEK, vilka inte får någon motsvarighet i DALY. Å andra sidan har ASEK och ExternE inte inkluderat ökad incidens av hjärt-kärlsjukdomar, där exempelvis stroke genererar många år med hög sjukdomsvikt vid DALY-beräkning. Betydelsen av dessa metodegenskaper för utfallet av hälsokonsekvensanalyser med respektive metodik är inte känd. DALY-konceptet är också förenat med frågor om de tillämpade sjukdomsvikterna är passande för den typ av fall som är aktuella i de epidemiologiska data som används, när svårighetsgraden kan variera avsevärt exempelvis som för stroke.

REFERENSER

- Anderson HR, Favarato G, Atkinson RW. (2013). Long-term exposure to air pollution and the incidence of asthma: meta-analysis of cohort studies. *Air Qual Atmos Health* 6:47–56.
- Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. (2000). All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Archives of internal medicine* 160:1621-1628.
- Babisch W. (2014). Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health* 2014;**16**(68):1-9.
- Barrett SRH, Speth RL, Eastham SD, Dedoussi IC, Ashok A, Malina R, Keith DW. (2015). Impact of the Volkswagen emissions control defeat device on US public health. *Environmental Research Letters* 2015; 10/114005.
- Bijnen FCH, Feskens EJM, Caspersen CJ, Nagelkerke N, Mosterd WL, Kromhout D. (1999). Baseline and previous physical activity in relation to mortality in elderly men - the Zutphen elderly study. *Am J Epidemiol* 150:1289-1296.
- Boverket (2004). Tillämpning av riktvärden för trafikbuller vid planering för och byggande av bostäder, redovisning av regeringsuppdrag. Tillgänglig via: www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2004/tillampning-av-riktvarden-for-trafikbuller-vid-planering-for-och-byggande-av-bostader/
- Boverket, 2011, Trafikbuller och nybyggda bostäder. Tillgänglig via: www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2011/trafikbuller-och-nybyggda-stader/
- Bowatte G, Lodge C, Lowe AJ, Erbas B, Perret J, Abramson MJ, Matheson M, Dharmage SC. (2015). The influence of childhood traffic-related air pollution exposure on asthma, allergy and sensitization: a systematic review and a meta-analysis of birth cohort studies. *Allergy*. 2015 Mar;**70**(3):245-56.
- Branca F. HNaTL. (2007). The challenge of obesity in who european region and the strategies for respons. Copenhagen:WHO.
- Byberg L, Melhus H, Gedeberg R, Sundstrom J, Ahlbom A, Zethelius B, et al. (2009). Total mortality after changes in leisure time physical activity in 50 year old men: 35 year follow-up of population based cohort. *Brit Med J* 338.
- Cavill N. SKaFR. (2006). Physical activity and health in europe: Evidence for action. Copenhagen:WHO
- Clark C, Martin R, van Kempen E, et al. (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project. *Am J Epidemiol* 2006;**163**(1):27-37.
- Clifford A, Lang L, Chen R, Anstey KJ, Seaton A. (2016). Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course - A systematic literature review. *Environ Res*. 2016 May;**147**:383-98.
- COMEAP (2015a). Statement: The evidence for the effects of nitrogen dioxide on health. Committee on the Medical Effects of Air Pollutants.

Tillgänglig via:

<https://www.gov.uk/government/publications/nitrogen-dioxide-health-effects-of-exposure>

COMEAP (2015b). Interim statement on quantifying the association of long-term average concentrations of nitrogen dioxide (NO₂) and mortality. Committee on the Medical Effects of Air Pollutants.

Tillgänglig via:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/485373/COMEAP_NO2_Mortality_Interim_Statement.pdf

Daigle CC, Chalupa DC, Gibb FR, Morrow PE, Oberdorster G, Utell MJ, et al. (2003). Ultrafine particle deposition in humans during rest and exercise. *Inhal Toxicol* 15:539-552.

de Geus B, De Smet S, Nijs J, Meeusen R. (2007). Determining the intensity and energy expenditure during commuter cycling. *British journal of sports medicine* 41:8-12.

de Hartog JJ, Boogaard H, Nijland H, Hoek G. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environ Health Persp* 118:1109-1116.

Donaire-Gonzalez D, de Nazelle A, Cole-Hunter T, Curto A, Rodriguez DA, Mendez MA, et al. (2015). The added benefit of bicycle commuting on the regular amount of physical activity performed. *Am J Prev Med* 49:842-849.

Dons E, Panis LI, Van Poppel M, Theunis J, Wets G. (2012). Personal exposure to black carbon in transport microenvironments. *Atmos Environ* 55:392-398.

Dora C. JH, Pierpolo Mudu, Elaine, Ruth Flether. (2011). Urban transport and health Germany:WHO.

Douglas MJ, Watkins SJ, Gorman DR, Higgins M. (2011). Are cars the new tobacco? *Journal of public health (Oxford, England)* 33:160-169.

Folkhälsoinstitutet (2016). Tillgänglig via:

<http://www.folkhalsomyndigheten.se/far/rekommendationer/aktivitetsniva-i-befolkningen/>

Forsberg B, Hansson HC, Johansson C, Areskoug H, Persson K, Järholm B. (2005). Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. *Ambio*. 2005 Feb;34(1):11-9.

Franklin BA, Brook R, Arden Pope C 3rd. (2015). Air pollution and cardiovascular disease. *Curr Probl Cardiol*. 2015 May;40(5):207-38.

Fridell E, Haeger-Eugensson M, Moldanova J, Forsberg B, Sjöberg K. (2014). A modelling study of the impact on air quality and health due to the emissions from E85 and petrol fuelled cars in Sweden. *Atmospheric Environment* 2014;82:1-8.

Friedenreich CM, Orenstein MR. (2002). Physical activity and cancer prevention: Etiologic evidence and biological mechanisms. *The Journal of nutrition* 132:3456S-3464S.

Goodman A, Sahlqvist S, Ogilvie D, Consortium C. (2014). New walking and cycling routes and increased physical activity: One- and 2-year findings from the uk iconnect study. *Am J Public Health* 104:E38-E46.

- Grabow ML, Spak SN, Holloway T, Stone B, Mednick AC, Patz JA. (2012). Air quality and exercise-related health benefits from reduced car travel in the midwestern united states. *Environ Health Persp* 120:68-76.
- Hamer M, Chida Y. (2009). Physical activity and risk of neurodegenerative disease: A systematic review of prospective evidence. *Psychological medicine* 39:3-11.
- Hamra GB, Laden F, Cohen AJ, Raaschou-Nielsen O, Brauer M, Loomis D. (2015). Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect*. 2015 Nov;123(11):1107-12.
- Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, et al. (2008). Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *Eur Heart J* 2008;29(5):658-64.
- Harriss DJ, Atkinson G, Batterham A, George K, Cable NT, Reilly T, et al. (2009). 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.
- HBEFA (2015). Tillgänglig via: <http://www.hbefa.net/e/index.html>
- HEI (2010). Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects; Health Effects Institute, Boston MA USA (2010) Special Report 17. Tillgänglig via:<http://pubs.healtheffects.org/getfile.php?u=553>
- HEI (2015). Interventions for Reducing Ambient Air Pollution and Their Effects on Health: A Cochrane Systematic Review. (Pågående arbete).
- Heinzerling A, Hsu J, Yip F. (2016). Respiratory Health Effects of Ultrafine Particles in Children: A Literature Review. *Water Air Soil Pollut*. 2016 Jan;227.
- Henschel S, Atkinson R, Zeka A, Le Tertre A, Analitis A, Katsouyanni K, Chanel O, Pascal M, Forsberg B, Medina S, Goodman PG. (2012). Air pollution interventions and their impact on public health. *Int J Public Health*. 2012 Oct;57(5):757-68.
- Holland SP, Mansur ET, Muller NZ, Yates AJ. (2009). Damages and expected deaths due to excess NOx emissions from 2009 to 2015 Volkswagen Diesel Vehicles. *Environmental Science & Technology* 2016;50:1111-1117.
- IARC. (2002). Weight control and physical activity. Lyon, France.
- Isakov V, Arunachalam S, Batterman S, Bereznicki S, Burke J, Dionisio K, Garcia V, Heist D, Perry S, Snyder M, Vette A (2014). Air quality modeling in support of the Near-Road Exposures and Effects of Urban Air Pollutants Study (NEXUS). *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Aug 27;11(9):8777-93.
- Jacquemin B, Siroux V, Sanchez M, Carsin AE, Schikowski T, Adam M et al. (2015). Ambient air pollution and adult asthma incidence in six European cohorts (ESCAPE). *Environ Health Perspect*. 2015 Jun;123(6):613-21.
- Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. (2007). Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes care*. 2007;30(3):744-52.
- Krzyżanowski M, Kuna-Dibbert B, Schneider J. (2005). Health effects of transport-related air pollution:WHO Regional Office Europe.

- Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, et al. (2016). Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: Systematic review and dose-response meta-analysis for the global burden of disease study 2013. *Bmj* 354:i3857.
- Lamichhane DK, Leem JH, Lee JY, Kim HC. (2015). A meta-analysis of exposure to particulate matter and adverse birth outcomes. *Environ Health Toxicol.* 2015 Nov 3;30:e 2015011.
- Li J, Loerbroeks A, Angerer P. (2013). Physical activity and risk of cardiovascular disease: what does the new epidemiological evidence show? *Current opinion in cardiology.* 2013;28(5):575-83.
- Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. (2013). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *The lancet* 380:2224-2260.
- Lindsay G, Macmillan A, Woodward A. (2011). Moving urban trips from cars to bicycles: Impact on health and emissions. *Aust Nz J Publ Heal* 35:54-60.
- Lissner L, Bengtsson C, Bjorkelund C, Wedel H. (1996). Physical activity levels and changes in relation to longevity - a prospective study of swedish women. *Am J Epidemiol* 143:54-62.
- McTiernan A, Wu L, Chen C, Chlebowski R, Mossavar-Rahmani Y, Modugno F, et al. (2006). Relation of bmi and physical activity to sex hormones in postmenopausal women. *Obesity (Silver Spring, Md)* 14:1662-1677.
- Miedema HM, Oudshoorn CG. (2001). Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Perspect* 2001;109(4):409-16.
- Miles, L. (2007) Physical activity and health, British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 32, 314–363.
- Mindell J, Joffe M. (2003). Health impact assessment in relation to other forms of impact assessment. *Journal of Public Health* 25:107-112.
- Munzel T, Gori T, Babisch W, et al. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J* 2014;35(13):829-36.
- Naturvårdsverket (2016). Miljömålsportalen. Tillgänglig via: <http://www.miljomal.se/>
- Niinimaa V, Cole P, Mintz S, Shephard RJ. (1980). The switching point from nasal to oronasal breathing. *Resp Physiol* 42:61-71.
- Nwokoro C, Brugha R, Grigg J. (2013). Alveolar macrophages carbon load: A marker of exposure? *Eur Respir J* 41:763-763.
- O'Donnell MJ, Xavier D, Liu L, Zhang H, Chin SL, Rao-Melacini P, et al. (2010). Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the interstroke study): A case-control study. *Lancet (London, England)* 376:112-123.
- Olstrup H, Johansson C, Forsberg B. (2016). The Use of Carbonaceous Particle Exposure Metrics in Health Impact Calculations. *Int J Environ Res Public Health.* 2016 Feb 24;13(3).

- Oravisjarvi K, Pietikainen M, Ruuskanen J, Rautio A, Voutilainen A, Keiski RL. (2011). Effects of physical activity on the deposition of traffic-related particles into the human lungs in silico. *Sci Total Environ* 409:4511-4518.
- Orru H, Lövenheim B, Johansson C, Forsberg B. (2015). Potential health impacts of changes in air pollution exposure associated with moving traffic into a road tunnel. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2015 Sep-Oct;25(5):524-31.
- Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. (1993). The association of changes in physical-activity level and other life-style characteristics with mortality among men. *New Engl J Med* 328:538-545.
- Pedersen M, Stayner L, Slama R, Sørensen M, Figueras F, Nieuwenhuijsen MJ, Raaschou-Nielsen O, Dadvand P. (2014). Ambient air pollution and pregnancy-induced hypertensive disorders: a systematic review and meta-analysis. *Hypertension*. 2014 Sep;64(3):494-500.
- Petersen CB, Gronbaek M, Helge JW, Thygesen LC, Schnohr P, Tolstrup JS. (2012). Changes in physical activity in leisure time and the risk of myocardial infarction, ischemic heart disease, and all-cause mortality. *Eur J Epidemiol* 27:91-99.
- Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput JP, Janssen I, et al. (2016). Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme* 41:S197-239.
- Rabl A, de Nazelle A. (2012). Benefits of shift from car to active transport. *Transport Policy* 19:121-131.
- Riksdagen, 2014, 2014/15: CU10 Planering och byggande
Tillgänglig via: www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/arende/betankande/planering-och-byggande_H201CU10
- Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Tainio M, Nieuwenhuijsen MJ. (2011). The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: Health impact assessment study. *Brit Med J* 343.
- Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Teixido O, Nieuwenhuijsen MJ. (2013). Health impact assessment of increasing public transport and cycling use in barcelona: A morbidity and burden of disease approach. *Preventive medicine* 57:573-579.
- Rundle A. (2005). Molecular epidemiology of physical activity and cancer. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology* 14:227-236.
- Sahlqvist S, Goodman A, Cooper AR, Ogilvie D, Consortium i. (2013). Change in active travel and changes in recreational and total physical activity in adults: Longitudinal findings from the iconnect study. *Int J Behav Nutr Phy* 10.
- Sattelmair J, Pertman J, Ding EL, Kohl HW, Haskell W, Lee IM. (2011). Dose-response between physical activity and risk of coronary heart disease: A meta-analysis. *Circulation* 124:789-795.
- SCB (2013). Tätorter, arealer, befolkning. Tillgänglig via: <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Miljo/Markanvandning/Tatorter-arealer-befolkning>

- Schantz, P. et al. (2016). The relation between distance, duration and velocity in cycle commuting – a multifactorial analysis. Direkt kommunikation (peter.schantz@gih.se), pågående arbete, kommande publikation.
- Schnohr P, Scharling H, Jensen JS. (2003). Changes in leisure-time physical activity and risk of death: An observational study of 7,000 men and women. *Am J Epidemiol* 158:639-644.
- SIS (2007). Svensk standard SS 25268 Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell.
- Socialstyrelsen (1996). SOSFS 1996:7 Buller inomhus och höga ljudnivåer.
- Socialstyrelsen (2008). Buller – Höga ljudnivåer inomhus.
- Socialstyrelsen (2009). Miljöhälsorapport 2009
Tillgänglig via:
www.folkhalsomyndigheten.se/pagefiles/12933/miljohalsorapport-2009.pdf
- Socialstyrelsen (2011). Besvär av trafikbuller - Trender från 1999 till 2007
Tillgänglig via:
www.folkhalsomyndigheten.se/pagefiles/12950/besvar-trafikbuller-trender-1999-2007.pdf
- Sorensen M, Hvidberg M, Andersen ZJ, et al. (2011). Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J* 2011;**32**(6):737-44.
- Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, et al. (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *Lancet* 2005;**365**(9475):1942-9.
- Stieb DM, Chen L, Eshoul M, Judek S. (2012). Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res.* 2012 Aug;117:100-11
- Structor Akustik, (2016). Enhetlig utbredningsmetod för buller. Tillgänglig via: www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/uppdelat-efter-omrade/nationell-samordning/Enhetlig%20utbredningsmetod%20of%C3%B6r%20buller%20Structor%202016-04-22.pdf
- SWECO (2014). Kartläggning av antalet överexponerade för buller. Uppdragsnummer 3581062000. Stockholm, Sweden, 2014.
Tillgänglig via: <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:747806/FULLTEXT01.pdf>
- Talbot LA, Morrell CH, Fleg JL, Metter EJ. (2007). Changes in leisure time physical activity and risk of all-cause mortality in men and women: The baltimore longitudinal study of aging. *Preventive medicine* 45:169-176.
- Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. (2004). Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American journal of medicine* 116:682-692.
- Tomei G, Fioravanti M, Cerratti D, et al. (2010). Occupational exposure to noise and the cardiovascular system: a meta-analysis. *Sci Total Environ* 2010;**408**(4):681-9.

- Trafikanalys (2014). RVU Sverige 2011–2014 Den nationella resvaneundersökningen, 2014-05-29, Statistik 2015:10, Tillgänglig via: <http://www.trafa.se/RVU-Sverige/>
- Trafikanalys (2015), Cyklandets utveckling i Sverige 1995-2014 – en analys av de nationella resvaneundersökningarna, Rapport 2015:14, Tillgänglig via: <http://www.trafa.se/RVU-Sverige/farre-korta-cykelresor-3918/>
- Transportstyrelsen (2016). Avgaser. Tillgänglig via: <http://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Luftkvaliet-i-tatorter/Avgaser/>
- Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, et al. (2012). Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;**10**:CD006396.
- Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. (1998). Changes in physical activity, mortality, and incidence of coronary heart disease in older men. *Lancet* 351:1603-1608.
- Weuve J, Kang JH, Manson JE, Breteler MM, Ware JH, Grodstein F. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *Jama* 292:1454-1461.
- WHO. (2006). Promoting physical activity and active living in urban environments Copenhagen.
- WHO. (2008). Economic valuation of transport-related health effects: Review of methods and development of guidance, with a special focus on children. Copenhagen.
- WHO. (2009). Intervention on diet and physical activity: What works: Summary report. Geneva.
- WHO (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report (2013), Tillgänglig via: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>
- WHO (2016). WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs)(2016). Tillgänglig via: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0013/301720/Evidence-future-update-AQGs-mtg-report-Bonn-sept-oct-15.pdf?ua=1
- World Health Organization. (2009). Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks Tillgänglig via: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf
- World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health. Tillgänglig via: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf
- World Health Organization - WHO (2011). Burden of disease from environmental noise. Copenhagen, 2011.
- World Health Organization. (2014). Who/europe health economic assessment tool (heat). Tillgänglig via: <http://www.heatwalkingcycling.org/>

- WSP (2009). Uppskattning av antalet exponerade för väg, tåg- och flygtrafikbuller överstigande ekvivalent ljudnivå 55 dBA
Tillgänglig via: www.bullernatverket.se/kartlaggning_2/
- WSP (2016). Regional vägledning för kartläggning av omgivningsbuller i Stockholms län. Tillgänglig via: www.bullernatverket.se/wp-content/uploads/2015/04/CAMM-2016_03-WEBB.pdf
- WSP, Karolinska Institutet, Umeå Universitet (2016). Metod för DALY-beräkning i transportsektorn.
- Wu Y, Zhang D, Kang S. (2013). Physical activity and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies. Breast cancer research and treatment. 2013;137(3):869-82.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi erbjuder tjänster för hållbar samhällsutveckling inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Bredd och mångfald kännetecknar våra medarbetare, kompetensområden, kunder och typer av uppdrag. Tillsammans har vi 34 000 medarbetare på över 500 kontor i 40 länder. I Sverige har vi omkring 3 500 medarbetare.

WSP Sverige AB

Arenavägen 7
121 88 Stockholm-Globen
Tel: +46 10 7225000
<http://www.wspgroup.se>

