

Miljömedicinsk bedömning av hälsoeffekter av Västlänken i Göteborg

Mikael Ögren
Akustiker

Peter Molnár
Miljöfysiker

Lars Barregård
Överläkare, professor

Göteborg den 11 april 2014
Version 2, reviderad 26 maj 2014

Innehållsförteckning

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	5
2.1 Uppdrag	5
2.2 Underlag för bedömning.....	6
3. Sträckning och boende.....	7
4. Buller och vibrationer.....	9
4.1 Inledning.....	9
4.2 Driftskedet	11
4.2.1 Tågbuller vid infart/utfart till tunneln.....	11
4.2.2 Stomljud	12
4.2.3 Vägtrafikbuller.....	14
4.3 Byggskedet	15
4.3.1 Vägtrafikbuller.....	15
4.3.2 Buller och vibrationer från byggarbetsplatser	16
4.4 Bedömning och möjliga åtgärder	17
5. Luftföroreningar	19
5.1 Allmänt om luftföroreningar	19
5.2 Hälsoeffekter av luftföroreningar	19
5.3 Driftskedet	20
5.3.1 Exponering i tunneln och på stationerna för resenärer	21
5.4 Byggskedet	22
5.4.1 Boende kring byggarbetsplatserna, service tunnlarna mm.....	22
5.4.2 Exponering för boende pga. byggtrafik längs transportvägar och omdirigerad trafik	22
5.5 Bedömning och möjliga åtgärder	23
6. Elektromagnetiska fält.....	24
6.1 Allmänt om elektromagnetisk strålning	24
6.2 Hälsoeffekter av elektromagnetiska fält.....	24
6.3 Driftskedet	25
6.4 Byggskedet	26
6.5 Bedömning	26
7. Referenser.....	27

Vid revision 2014-05-26 lades fotnoten till i tabell 1 och beräkningarna i tabell 4 justerades.

1. Sammanfattning

Västlänken är en järnvägsutbyggnad i Göteborg under planering. Stora delar av Västlänken kommer att gå i tunnel, med tre underjordiska stationer i Centrala Göteborg. Denna rapport sammanfattar vår bedömning av de miljömedicinska effekterna av buller, vibrationer, luftföroreningar och elektromagnetisk strålning både under tiden Västlänken byggs (byggskedet) och senare när den är i normal drift (driftskedet). Bedömningarna utgår från de underlagsrapporter för dessa effekter som Trafikverket har tagit fram under 2013 samt befolkningsuppgifter för Göteborg. Denna rapport tar inte upp andra miljöeffekter som t.ex. påverkan på grundvatten eller förorenad mark.

Under **driftskedet** påverkas boende i närheten av spårområdet vid tunnelns norra och södra mynning av ökat tågtrafikbuller. Vi uppskattar att ytterligare ca 80 boende (utöver de som påverkas utan Västlänken, det så kallade nollalternativet) kommer att störas av buller i dessa områden. Eftersom många boende i dessa områden redan är exponerade för höga bullernivåer från vägtrafik kan dock antalet som störs av kombinationen av tåg- och vägbuller vara fler, kanske dubbelt så många.

I centrala Göteborg där tunneln går under mark kommer inga boende att påverkas av tågbuller i traditionell mening under driftskedet. Däremot riskerar boende nära tunneln att påverkas av stomljud, dvs. markburet buller. Vi uppskattar att ca 150 personer kommer att störas förutsatt att åtgärder införs i tunnelkonstruktionen som gör att ingen bostad får en maximal stomljuds nivå över 30 dB. Av dessa 150 personer är en del redan idag påverkade av stomljud från spårvagnstrafik, men vi har inte kunnat beräkna hur många. Den planerade nattrafiken i Västlänken är ganska begränsad, t.ex. kommer normalt inga godståg att passera nattetid, vilket betyder att vår beräkning kan överskatta antalet störda något.

Befolkningens exponering för luftföroreningar från vägtrafik kan förväntas minska något om Västlänken leder till färre bilpendlare. Utifrån de begränsade trafikprognoser som finns talar våra beräkningar dock för att hälsovinsten av detta blir mycket liten.

Under **byggskedet** kommer trafiksituationen att påverkas på många platser i centrala Göteborg. Dels tillkommer transporter från och till byggplatserna, dels leds trafiken om på olika sätt. Vissa platser kommer tidvis att få ökad vägtrafik, och andra minskad vägtrafik. Totalt sett ökar dock bullerexponeringen. Vi uppskattar att ytterligare ca 400 personer kommer att störas av trafikbuller i de centrala delarna av Göteborg. Detta kommer att ske under relativt kort tid vid vissa platser, men kan gälla under nästan hela byggperioden (ca 10 år) på andra platser.

Det som kommer att påverka människor mest i deras hem är dock själva byggbullret, dvs. tunga transporter inne på byggplatserna, pålning och spontning, bergborring och sprängning i tunneln samt andra typer av buller från byggarbetet. Det är i dagsläget inte möjligt att förutsäga hur många som kommer att bli störda, eftersom det beror på vilka åtgärder som vidtas för att minska påverkan. Viktigast av dessa är god planering, god information till och dialog med de boende i närheten, upphandling av tysta maskiner och användande av mindre bullriga metoder där det finns möjlighet till detta. Totalt bor ca 16 000 Göteborgare inom 200 m från den planerade sträckningen av Västlänken.

Under byggskedet kommer luftföroreningarna att öka i centrala Göteborg, dels på grund av trafikförändringarna, men också till följd av dammspridning från byggplatserna och emissioner från arbetsmaskiner. Beräknat som medelvärde över hela Göteborg är vår bedömning att några hundra personer som har känsliga luftrör och bor nära byggplatserna kommer att få ökade besvär. Det finns även här åtgärder att ta till, i första hand bevattning för att minska dammning och stränga emissionskrav på använda maskiner och fordon.

De som reser med Västlänken kommer i genomsnitt att exponeras för högre halter av luftföroreningar än de som reser på annat sätt på grund av höga partikelhalter i järnvägstunneln och på stationsområden. Dock är skillnaden, beräknad som dygnsmedelvärde, relativt liten. Dessutom är partiklarna i luften i tunneln och på stationsområdena mindre hälsofarliga än de i normal gatumiljö. Därför bedömer vi att det inte innebär någon säkert ökad hälsorisk för de resande. Den mest effektiva åtgärden för att minska denna påverkan är att använda plattformsavskiljande väggar/dörrar, så att luften för dem som vistas på perrongen blir renare.

När det gäller **elektromagnetiska fält** förväntas bara några få bostäder utsättas för lätt förhöjda nivåer, ca 0,1 μT beroende på tågtrafiken i Västlänken. Medexponeringen i bostäder i Göteborg är 0,12 μT . Vi bedömer att dessa låga nivåer inte kommer att orsaka någon sjuklighet i Göteborg.

Sammanfattningsvis är det vår bedömning att effekterna på befolkningens hälsa av Västlänken blir små under driftskedet. Under byggskedet kommer störningar periodvis att vara omfattande för de som bor närmast byggplatserna.

2. Bakgrund

Trafikverket har i uppgift att planera för Västlänken, en cirka åtta kilometer lång järnvägsförbindelse varav sex kilometer i tunnel under centrala Göteborg, från centralstationen, via Haga, till Korsvägen. Projektet är ett av de största infrastrukturprojekten i Sverige och byggtiden är beräknad till 8-10 år. Ett viktigt underlag är miljökonsekvensbeskrivningen som måste godkännas av länsstyrelsen. Som ett underlag till miljökonsekvensbeskrivningen har en serie rapporter tagits fram som belyser följande områden: Kulturmiljö, rekreation, natur-miljö, förorenade områden, ljud och vibrationer, elektromagnetiska fält, luftkvalitet, masshantering och transporter, geologi, grund- och ytvatten, klimatförändringar och översvämningar, risk och säkerhet, samt påverkan på människors hälsa. Denna miljömedicinska rapport behandlar påverkan på människors hälsa och välbefinnande avseende buller, elektromagnetiska fält, luftföroreningar, stomljud och vibrationer, under driftskedet såväl som byggskedet.

2.1 Uppdrag

Trafikverket kontaktade Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC) i september 2013 med en förfrågan om VMC kunde genomföra en miljömedicinsk utredning om risk för människors hälsa baserat på den miljökonsekvensbeskrivning som Trafikverket tagit fram i samband med utredningen av byggandet och driften av den järnvägstunnel under centrala delar av Göteborg, som är en del i det västsvenska paketet. Enligt överenskommelse skulle Trafikverket leverera underlag för den miljömedicinska bedömningen senast 2013-11-01 och VMC då presentera den miljömedicinska utredningen 2014-04-01.

VMCs uppdrag är att bedöma risk för människors hälsa dels under driftsskedet, men även under byggtiden för följande faktorer; buller, elektromagnetiska fält, luftföroreningar, stomljud, och vibrationer. Andra typer av samhällspåverkan såsom grundvattennivå, vattenkvalitet, påverkan av känsliga instrument, mm. ingår inte i VMCs uppdrag.

2.2 Underlag för bedömning

Som underlag för den miljömedicinska bedömningen har vi använt oss av ett antal konsultrapporter beställda av Trafikverket samt data från Göteborgs stad, SCB m.fl. Dessa källor listas i tabell 1 nedan och i de fall det är publicerade rapporter återfinns de också med fullständiga uppgifter i referenslistan i slutet.

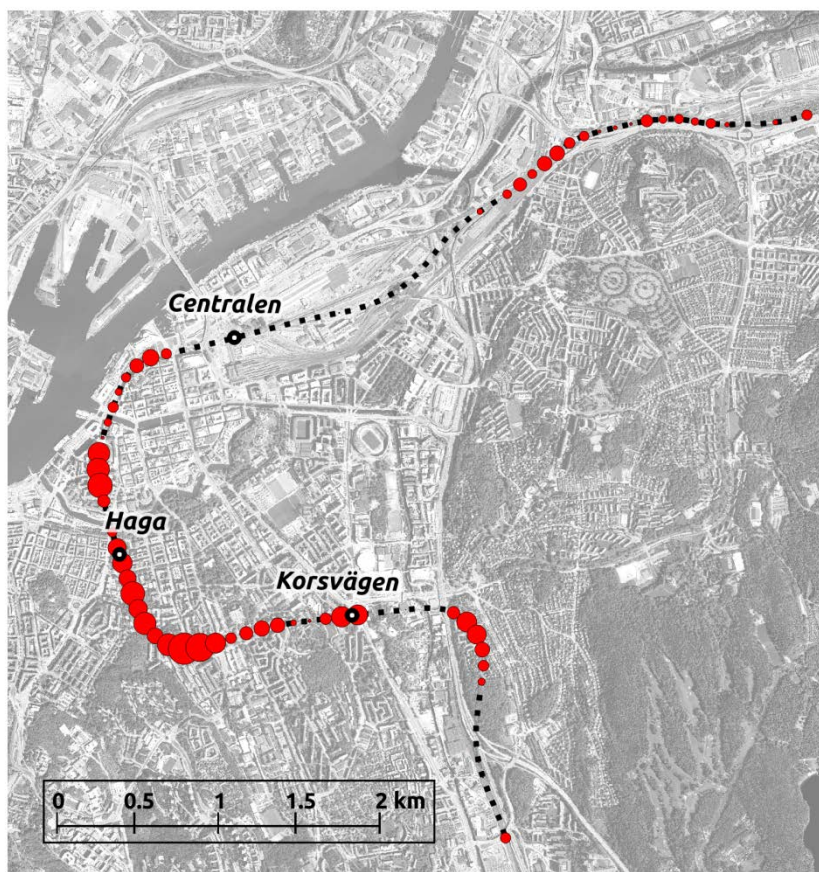
Tabell 1, Underlag för bedömning.

Underlag	Källa	Datum	Referens
Underlagsrapport Buller, stomljud och vibrationer	Trafikverket	2013-11-01	Hedman 2013*
Underlagsrapport elektromagnetiska fält	Trafikverket	2013-12-20	Hamnerius 2013*
Underlagsrapport luftkvalitet	Trafikverket	2013-11-01	Sorvoja 2013*
Beräkningsunderlag för buller från vägtrafik i byggskedet	Ramböll	2014-03-07	
Beräkningsunderlag stomljud från tågtrafik i driftskedet	ÅF Ljud och vibrationer	2013-11-11	
Beräkningsunderlag buller från tåg- och vägtrafik i driftskedet	Ramböll	2013-11-01	
Beräkning av stomljud från bergbörning, byggskedet	ÅF Ljud och vibrationer	2013-11-11	
Befolkningsdata för Göteborgs kommun	Samhällsanalys och statistik, Göteborgs stad	2013-09-30	
Trafikuppgifter byggskedet	Ramböll	2014-03-07	
Trafikuppgifter driftskedet (SAMPERS)	Trafikverket	2013-11-01	
GIS-data över linjesträckning mm.	Trafikverket	2013-11-01	

* Det finns nya uppdaterade versioner av dessa underlagsrapporter men dessa var ej tillgängliga vid analyserna som redovisas i denna rapport.

3. Sträckning och boende

Ett projekt av den här storleken påverkar stora delar av Göteborg under lång tid och därför många människor. Under driftskedet kommer i första hand de som bor nära Västlänkens sträckning att påverkas av tågbuller där tågen går i marknivå och stomljud (markburet buller) där tågen går i tunnel. I figur 1 visas antalet boende inom 200 m från Västlänken utmed sträckningen. Notera att endast avståndet i horisontell led är beräknat, hänsyn är ej taget till djupet under mark för tunneln. Mest befolkning finner man i de centrala delarna mellan station Centralen och fram till Korsvägen. I området närmast öster om Centralen bor idag nästan inga människor, men detta område kan komma att bebyggas i framtiden. Totalt bor ca 8 000 personer inom 100 m från tunnelns tänkta sträckning och ca 16 000/30 000 inom 200/300 m avstånd, se figur 1.



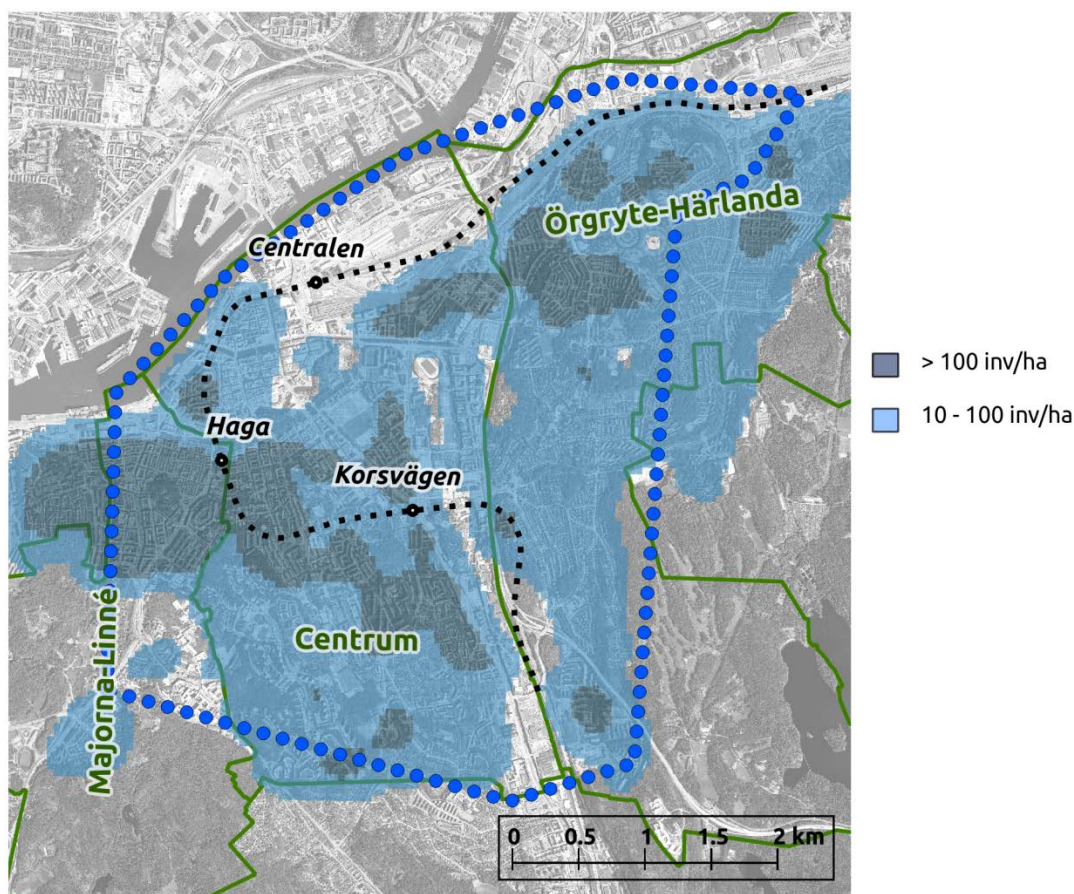
Figur 1, Antal boende utmed Västlänken. De röda cirklarnas area beskriver antal boende inom 200 m från Västlänkens linjedragning. Totalt bor ca 16 000 Göteborgare inom 200 m.

Om Västlänken under driftskedet leder till förändringar i vägtrafikmönster, t.ex. genom förändrad bilpendling kan detta påverka situationen för boende i hela Göteborg när det gäller buller och luftföroreningar från vägtrafik, men underlaget ger bristfälliga prognoser om detta, se avsnitt 4.2.3.

Buller, vibrationer, stömljud och luftföroreningar kan naturligtvis också påverka människor i andra miljöer än i hemmet, t.ex. i skolmiljö, på sjukhus och i olika former av vård, på deras arbetsplats osv. Vi har dock inte haft underlag för att kunna studera dessa effekter i detta tidiga skede, utan fokuserar i denna rapport på boendemiljön.

För byggskedet är inte bara befolkningen nära Västlänken intressant, utan även de som bor kring de transportleder som påverkas av avstängning, byggtrafik och omledningar. Vissa områden kommer att bli särskilt utsatta, främst omkring de arbetsschakt som krävs för bygget och längs tunnelns sträckning, men även längs de vägar där transporter till och från byggområdena kommer att ske, samt de vägar som den vanliga trafiken omdirigeras till pga. avstängningar vid schakt med mera.

Vi har utgått från befolkningsdata för hela Göteborgs kommun i våra beräkningar av vilken störning dessa förändringar kan komma att innebära. Beräkningarna av förändringar i bullernivåer täcker inte hela kommunen, men omfattar Västlänkens hela sträckning med ca 1 km marginal från denna, dvs. i stort sett hela centrala Göteborg, se figur 2. Inom denna ruta bor ca 90 000 personer, vilket motsvarar ungefär 17 % av befolkningen i Göteborgs kommun. I figur 2 finns dessutom berörda delar av stadsdelarna *Majorna-Linné*, *Centrum* och *Örgryte-Härlanda* markerade med gröna linjer.



Figur 2, Befolkningstäthet i centrala Göteborg. Inom området omgivet av blå prickar är effekten av trafikförändringarna i byggskedet beräknad. Gröna områden är berörda stadsdelar.

4. Buller och vibrationer

4.1 Inledning

Västlänken kommer att bidra till buller och vibrationer i Göteborg och Mölndal på två sätt, dels via tågtrafiken inne i och i anslutning till tunneln när den är färdig (driftskedet) och dels via transporter och arbete på byggplatser och i tunnlarna (byggskedet). För driftskedet är det befolkningen i närheten av spåren som påverkas mest, men för byggskedet påverkas ett större område genom att trafiken till och från byggplatser och arbetstunnlar förändrar trafikflödet i ett större område.

Ljudet som alstras vid tågtrafik och byggplatser delas in i två delar, luftburet och stomburet ljud. Det luftburna är det ljud som når en mottagare via utbredning genom luften. Det stomburna ljudet utbreder sig som vibrationer i marken (oftast berg) och påverkar mottagaren genom att golv, väggar och tak vibrerar, vilket ger buller med lågfrekvent karaktär. Vibrationerna som ger stomburet buller är mycket små (med liten amplitud) och kan normalt inte uppfattas genom att känna på väggar eller dylikt. Vibrationer som känns i kroppen via golvet kan man på motsvarande sätt sällan höra, och de uppstår oftast där marken är mjuk, t.ex. sand eller lera. Undantaget från dessa tumregler är sprängning, där man ofta kan både känna vibrationer och höra ljudet via stomljudsledning.

För att begränsa påverkan på boende och verksamheter finns det riktvärden för buller, både luftburet, stomburet och för vibrationer. I vissa fall beslutas riktvärdena av en myndighet nationellt, i andra fastställs de i samråd mellan olika parter när större projekt planeras. Samtliga riktvärden för Västlänken presenteras i underlagsrapporten för buller (Hedman 2013). De viktigaste riktvärdena för bostäder återges nedan i tabell 2 för driftskedet och tabell 3 för byggskedet. För ekvivalent nivå utomhus och maximal nivå inomhus finns två riktvärden, ett som bör klaras och ett högsta tillåtna värde angivet inom parentes. För byggskedet gäller skärpta krav dagtid och kvällstid på lördag, söndag och helgdagar, i tabell 3 anges endast riktvärde för vardag och natt. Det finns också ett antal undantag från riktvärdena i byggskedet, framförallt vid kortvariga bullrande händelser, se underlagsrapporten.

Tabell 2, Sammanfattning av riktvärden för driftskedet. F/S innebär exponentiell tidsvägning FAST (125 ms) respektive SLOW (1 s). Värde inom parentes anger högsta acceptabla där värdet utanför parentes är det man normalt eftersträvar.

Position	Mätparameter	Riktvärde
Utomhus vid fasad	Dygnsekvivalent frifältsnivå	60 dB (65 dB)
"-"	Maximal frifältsnivå tidsvägning F	70 dB
Inomhus	Maximal nivå tidsvägning F	45 dB (50 dB)
Inomhus stomljud	Maximal nivå tidsvägning S	30 dB
Vibration i bjällklag	Maximal komfortvägd vibrationshastighet	0,4 mm/s

Tabell 3, Sammanfattning av riktvärden för byggplatser. F/S innebär exponentiell tidsvägning FAST (125 ms) respektive SLOW (1 s).

Position	Mätparameter	07-19	19-22	22-07
Utomhus vid fasad	Ekvivalent frifältsnivå	60 dB	50 dB	45 dB
-"-	Maximal frifältsnivå tidsv. F			70 dB
Inomhus	Ekvivalent nivå	45 dB	35 dB	30 dB
Inomhus	Maximal nivå tidsv. F			45 dB
Vibration i bjälklag	Maximal komfortvägd vibrationshastighet	1,0 mm/s	1,0 mm/s	0,4 mm/s

Där tågtrafiken som skall in i Västlänken går i marknivå är det framförallt luftburet buller som dominerar. På platser där tunneln går i berg finns det risk för stomburet buller för de byggnader som ligger direkt ovanför eller i närheten av tunneln, och under byggskedet är det bergborrning och sprängning som dominerar i närområdet. Där tunneln går i mjuk mark (öppna schakt som sedan täcks) är risken liten för stomljud, men det finns risk för buller och vibrationer under byggskedet i samband med pålning och spontning. I närheten av arbetstunnlar och stationer förekommer under byggskedet arbetsmaskiner och transporter till och från byggplatserna som kan ge ett väsentligt bullerbidrag, och trafikomledningar kan leda till att platser där trafiken normalt inte är ett problem blir utsatta för trafikbuller.

För driftskedet blir de bostäder som påverkas av buller påverkade för lång tid framöver. För byggskedet är dock varaktigheten av bullerpåverkan väldigt olika på olika platser. Platserna där arbetet är mest intensivt i form av t.ex. pålning eller bergborrning flyttas sakta omkring, medan trafiken kring arbetstunnlarnas påfarter kan pågå i samma omfattning under lång tid, kanske i flera år. Det är därför mycket svårt att beräkna hur stor påverkan på de boende blir.

När man utsätts för buller, d.v.s. oönskat ljud, kan man bli störd. Störning definieras i denna rapport som att man svarar något av alternativen "ganska störd", "mycket störd" eller "oerhört mycket störd" på frågan:

Om du tänker på de senaste 12 månaderna, när Du befinner dig hemma, hur mycket störs eller besväras Du av:

(Markera med X i en lämplig ruta på varje rad.)

	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket
Buller från flygtrafik	[]	[]	[]	[]	[]
Buller från tågtrafik	[]	[]	[]	[]	[]
Buller från vägtrafik	[]	[]	[]	[]	[]

Detta sätt att fråga om störning används i hela världen vid forskning om buller och dess effekter. Själva frågan och svarsalternativen är standardiserade via ISO TS 15666.

Genom att sammanställa resultat från undersökningar kring buller och störning från hela världen så gjorde Miedema och medarbetare ett välkänt dos-respons-samband för buller och risken för störning (Miedema 2001). Detta upphöjdes senare till EU-gemensam beräkningsmodell för störning från buller (EU-kommissionen 2002). Här kan man utifrån bullernivån beräkna andelen av de boende som skulle svara att de var störda om de fick frågan. Notera att vid samma bullernivå så störs man normalt mer av vägtrafik än tågtrafik, och mest störande är buller från flyg.

Dos-responssambanden ovan ger andelen boende som är störda vid en viss ekvivalent bullernivå mätt med den EU-gemensamma bullerindikatorn Level day-evening-night (L_{den}), som är en ekvivalent bullernivå men med straff för trafik kvällstid (+ 5 dB) och nattetid (+10 dB). För vägtrafik är L_{den} ungefär 3 dB högre än den dygnsekvivalenta nivån ($L_{Aeq,24h}$), och vi antar här att samma samband gäller för tågtrafiken på Västlänken. Detta är rimligt utifrån att det är mycket lite trafik planerad nattetid för Västlänken. På andra platser där det passerar mycket godstrafik nattetid kan skillnaden vara större.

Det finns också många andra sätt som man kan påverkas på av buller i sin vardag, t.ex. är personer som bor i bullerutsatta miljöer mindre nöjda med sin bostad, de sover sämre och är mer stressade (Öhrström 2005, 2007). I förlängningen kan detta sannolikt leda till högt blodtryck och andra sjukdomar (Basner 2013). För flygbuller och buller från vägtrafik har man i flera undersökningar sett ett samband mellan hög bullernivå vid bostaden och risk för hjärtinfarkt och misstanken om ett orsakssamband är så stark att WHO utarbetat en beräkningsmodell för risken (WHO 2011). Samma samband har inte rapporterats för buller från tågtrafik, men det har heller inte gjorts lika stora och lika många undersökningar för just tågbuller som för väg- och flygbuller.

4.2 Driftskedet

4.2.1 Tågbuller vid infart/utfart till tunneln

De nya spår som byggs i markplan inom Västlänken är både i norra och södra infarten belägna där det redan idag finns omfattande trafik, både spårburen och vägtrafik. I och med Västlänken kommer dock bullerbelastningen att öka på dessa platser. Det är dock svårt att uppskatta situationen år 2030 utan Västlänken, det så kallade nollalternativet. Vi vet att stora förändringar kommer att ske, bl. a. ny förbindelse för vägtrafik över Göta Älv och ny bebyggelse. För denna utredning utgår vi från Västlänkens nollalternativ år 2030, som inte är en framtidsprognos i den meningen att man försöker gissa vad befolkningen blir i olika områden eller hur mycket vägtrafiken ökat osv, utan utgår från dagens situation med vissa justeringar. Förutom att driftalternativet har delvis nya spår och ökad trafik, så har även hänsyn tagits till nya bullerskärmar utmed sträckan. För mer detaljer kring drift- och nollalternativet se underlagsrapporten (Hedman 2013).

I den norra och södra delen av Västlänken, där spåren går ovan mark, kommer en del boende att få ökade bullernivåer jämfört med nollalternativet. Med hjälp av befolkningsstatistik för Göteborgs stad och bullerberäkningarna i Trafikverkets underlagsrapport har vi uppskattat antalet personer som får ökade bullernivåer vid sin bostad i det norra området (mellan Sävenäs och Centralen), se tabell 4. Data för den södra delen och Mölndal fanns inte tillgängligt då analysen genomfördes. Genom att utgå ifrån publicerade dos-responssamband (EU-kommissionen 2002) kan antalet tillkommande som kan beräknas bli störda av buller beräknas.

Tabell 4, Antal boende och störda av tågbuller per intervall i dygnsekvivalent bullernivå (dB) vid fasad.

	50-55	55-60	60-65	>65
Antal boende				
Nollalternativ	4300	2400	800	10
Driftskede	4800	2600	900	10
Skillnad	500	200	100	0
Andel "störda"	7%	12%	19%	>30%
Antal tillkommande "störda"				
Skillnad driftskede – nollalternativ	40	20	20	

Antalet störda beräknade med EU:s dos-responssamband underskattar i detta fall störningen eftersom många bostäder inte enbart är exponerade för buller från tågtrafik, utan även vägtrafik. Man kan förvänta sig en ökad störning av buller från tågtrafik vid en viss nivå, om det också är vägtrafikbuller närvarande. En förklaring till detta är att tågbullret har höga toppar med tysta perioder emellan, och den positiva effekten av dessa tysta perioder försvinner när buller från vägtrafiken finns närvarande. Resultat från undersökningar i Lerum där samtidigt buller från vägtrafik var vanligt förekommande visade andel störda av buller från tågtrafik 2-3 gånger högre än vad som anges i tabell 4 (Öhrström 2005). Det innebär att antal tillkommande störda kan vara 150 – 250 i stället för 80 som anges i tabellen. Antalet som upplever sömnsvårigheter kan uppskattas till cirka hälften av det antal som förväntas vara störda.

Som nämnts ovan finns det inte vetenskapligt underlag för att beräkna en eventuell ökad risk för hjärt-kärlsjukdom på grund av tågbuller i denna storleksordning.

4.2.2 Stomljud

Tunnel genom berg förekommer på stora delar av Västlänken. För hus som är grundlagda på berg ovanför eller i närheten av tunneln finns det risk för stomljud, framförallt för boende i markplanet. I underlagsrapporten för buller och vibrationer redovisas beräknade nivåer för ett stort antal fastigheter. Notera att det på vissa platser redovisas nivåer som överskrider riktvärdet, men detta kommer att åtgärdas på olika sätt av Trafikverket, förmodligen genom att införa vibrationsisolerande material mellan spår

och tunnelns golv. Målet är att ingen bostad skall överskrida riktvärdet. Exakt hur åtgärden skall utformas är ännu inte beslutat.

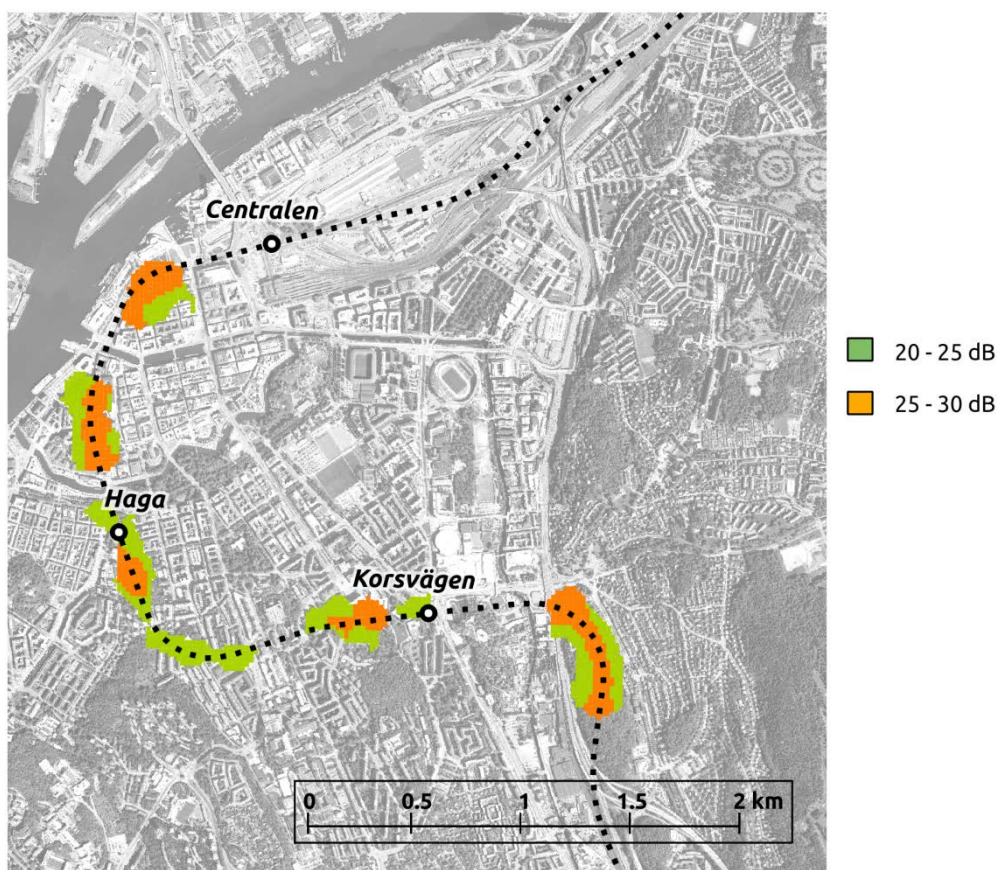
På liknande sätt som för vanligt buller kan man förutsäga ungefär hur många som kommer att störas med hjälp av ett dos-responssamband. Utgående från forskning i Norge (Åsvang 2007) blir störningen upp till ca 14 % av de boende vid riktvärdet 30 dB. Notera dock att de norska resultaten utgår ifrån relativt omfattande trafik nattetid vilket kommer att leda till en överskattning av störningen i detta fall eftersom nattrafiken är relativt begränsad i Västlänken.

Beräkningarna som redovisas i underlagsrapporten är gjorda med en detaljerad modell som tar hänsyn till marken och bergets egenskaper, typ av grundläggning hos de exponerade husen samt vilka tågtyper som trafikerar tunneln och vid vilken hastighet. Dock har beräkningarna bara genomförts för de allra mest exponerade fastigheterna och endast för våningsplan 1 (där nivåerna är störst), och för att få en bättre bild av hur omfattande exponeringen är har vi extrapolerat beräkningarna till omkringliggande fastigheter. För att kunna räkna på de övre våningsplanen antas stomljudsnivån minska med 2 dB per våningsplan. Resultatet redovisas i tabell 5. Det förekommer redan idag en viss påverkan av stömljud från spårvagnstrafik i delar av det exponerade området, men VMC har inte tillgång till detaljerade data kring detta, varför ingen uppskattning av stömljud från spårvagnstrafik finns med i nollalternativet.

Tabell 5, Antal boende och tillkommande störda av stömljud i driftskedet.

	20-25	25-30
Nollalternativ	0	0
Driftskede	1800	980
Skillnad	1800	980
Andel "störda"	0-6%	6-14%
Antal tillkommande "störda"	55	100

Utifrån beräkningarna kan man också grovt uppskatta var det finns risk för att stömljudnivån överstiger 20 respektive 25 dB (riktvärdet är 30 dB) vid första våningsplanet, se figur 3. Alla hus inom dessa områden kommer dock inte att få så höga nivåer, eftersom det skiljer mycket på grund av olika typer av grundläggning och lokala markförhållanden. Vi uppskattar att cirka hälften av antalet tillkommande störda enligt Tabell 5 kan besväras av sömnsvårigheter till följd av stömljud (Åsvang 2007).



Figur 3, Karta över områden där det finns risk att stomljudsnivån överskrider 20 dB (grön) respektive 25 dB (orange) maximal A-vägd ljudtrycksnivå med tidsvägning S (SLOW, 1 s) vid första våningsplanet.

4.2.3 Vägtrafikbuller

Om Västlänken innebär att vägtrafikflöden i Göteborg förändras jämfört med nollalternativet kan det innebära förändringar i antalet störda av vägtrafikbuller. Underlaget för beräkningar av möjliga trafikflöden år 2030 med eller utan Västlänken är dock nästan obefintligt. Utifrån den så kallade SAMPERS-modellen (SIKA 2004) har man diskuterat ett scenario med en obetydlig minskning av trafikflödena i Göteborg. Genom att vikta de beräknade förändringarna på vägnätet med befolkningstätheten (se figur 2) uppskattar vi att den totala förändringen som är relevant för buller- och luftförorenings-situationen bara blir 0,13 %. Det är dock svårt att förutsäga framtida resvanor. Vi nöjer oss med att konstatera att enligt nollalternativet är strax över 70 000 personer i dagens Göteborg exponerade för vägtrafikbuller 55 dBA eller högre vid bostaden och cirka 60 000 personer beräknas vara störda av vägtrafikbuller (Tondel 2010). Om det antalet skulle minska med 1 % på grund av minskad vägtrafik skulle det innebära 600 färre störda, vilket är i samma storleksordning som det antal störda av tågbuller som uppskattats i tabell 4 och 5. Således kommer faktorer som framtida vägtrafikflöden, fordons hastigheter, typ av däck och vägbanor och eventuell placeringen av nya bostäder nära trafikleder sannolikt att ha en större betydelse för antalet störda av trafikbuller än Västlänken.

Om byggandet av Västlänken kommer att innebära förändringar i exponering för vägtrafikbuller påverkar det människors hälsa, inte endast genom förändringar i antalet bullerstörda utan även genom förändringar av risken för hjärt-kärlsjukdom. För vägtrafikbuller finns en stark misstanke att buller ökar risken för högt blodtryck och hjärtinfarkt. Se även kommentarer om vägtrafik i avsnittet nedan om Luftföroreningar.

4.3 Byggskedet

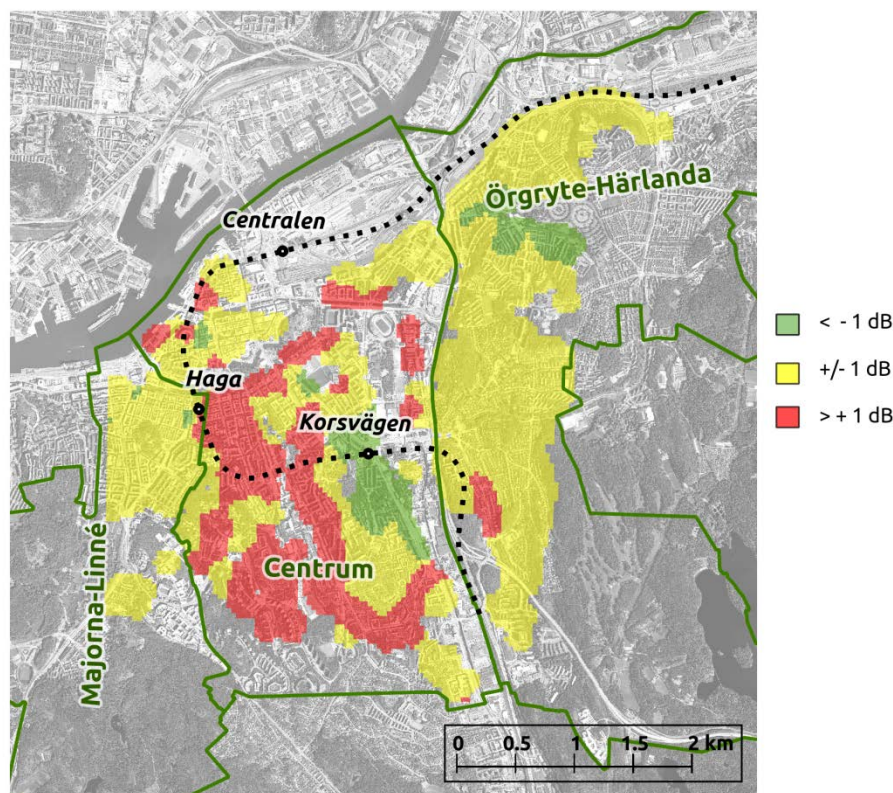
4.3.1 Vägtrafikbuller

Byggandet av Västlänken kommer att innebära många olika bullrande och vibrationsgenererande aktiviteter på olika platser och över olika tidsperioder. Detta riskerar att störa boende inte bara i närheten av spåren, utan även boende relativt långt från byggplatserna via påverkan på trafiken. Många av aktiviteterna är dessutom mycket svåra att förutsäga vad det gäller buller. Olika tillverkare av arbetsfordon kan generera olika bullernivåer och placering av baracker och annat på byggplatsen kan skärma av buller för närboende. De olika delarna av bullret från själva byggplatserna redovisas tillsammans med olika åtgärder som Trafikverket kan vidta för att minska problemet i underlagsrapporten för buller och vibrationer (Hedman 2013).

Förändringarna i vägtrafikflöden i Göteborgs centrala delar blir omfattande under vissa perioder i byggskedet. Dels omfördelas trafik när gator stängs av och påverkar köbildning m.m. och dels generar byggarbetena trafik i sig. Denna genererade trafik utgörs både av transporter av personal och byggmaterial och förflyttning av arbetsfordon och transporter av schaktmassor. Allteftersom planerna blir mer konkreta blir det möjligt att göra mer detaljerade analyser av effekterna av dessa trafikförändringar på bullernivåerna. Utifrån den senaste beräkningen av de största trafikförändringarna under byggtiden i ett centralt område i Göteborg, se tabell 6, uppskattar vi att ca 1200 fler boende än i nollalternativet kommer att få en ekvivalent bullernivå över 55 dB vid bostadens fasad någon period under byggtiden. Av dessa kommer ca 350-400 att vara störda enligt samma beräkningsmodell som för driftsskedet (EU-kommissionen 2002). Anledningen till att antalet exponerade minskar i vissa intervall är att omledning av trafiken också ger lägre bullernivåer på vissa platser, se figur 4.

Tabell 6, Förändring i antal boende som exponeras för dygnsekvivalent bullernivå vid fasad från vägtrafik i byggskedet.

	50-55	55-60	60-65	>65
Förändring i antal exponerade				
Örgryte-Härlanda	+60	+120	-20	+30
Centrum	-300	+670	-350	+670
Majorna-Linné	-50	+90	-40	+30
Totalt	-290	+800	-410	+720
Förändring i antal "störda"				
Andel	15-22%	22-31%	31-42%	42-100%
Antal	-50	+230	-150	+350



Figur 4, Karta över områden där buller från vägtrafik någon gång under byggskedet ökar (röd), är oförändrat inom 1 dB (gul) eller minskar (grön).

Osäkerheten i beräkningarna i tabell 6 är stora, och många viktiga effekter saknas i beräkningen. Bland annat är endast fordonsrörelser på det allmänna vägnätet medtagna, men inte fordon som kör innanför grindarna till byggarbetsplatserna. En annan viktig faktor är att i beräkningsmodellen som använts för att prediktera bullersituationen räknas alla tunga fordon som lika bullriga, men det är troligt att transporterna till och från byggplatserna har en något större andel av de riktigt tunga fordonen än den normala vägtrafiken. Antal tillkommande personer, som får en ekvivalent vägtrafikbullernivå över 55 dB har i tabell 6 uppskattats till cirka 1200, men antalet kan därför i stället tänkas bli 2400 personer. Antalet tillkommande störda skulle då bli omkring 800 personer. Cirka hälften av antalet störda kan förväntas få besvär av sömnstörningar.

Beräkningen avser antal personer som förväntas få ökade buller nivåer och i en del fall drabbas av störningar någon period under byggskedet. Det är väsentligt att värdera under hur lång tid detta kommer att ske. Det finns för närvarande inget underlag för sådana beräkningar. För en del boende kan det röra sig om ett år men för andra personer nästan hela byggtiden om cirka 10 år.

4.3.2 Buller och vibrationer från byggarbetsplatser

Vid byggande av tunneln i berg kommer boende i närheten i första hand att påverkas av stömljud från bergborrning och sprängning. I typfallet hörs ljuden svagt den första tiden för att sedan öka när fronten närmar sig. Bullret blir som högst under de veckor fronten,

dvs. platsen i tunneln där man borrar och spränger sig fram, befinner sig som närmast under huset, och avtar sedan sakta när fronten går vidare framåt. För de mest exponerade boende, de som bor på berget rakt ovanför tunneln där tunneln går nära markytan, kommer borrning och sprängning att höras under många veckor, med starkast påverkan under ca 1 till 2 veckor. I underlagsrapporten anges vilka platser som kommer att påverkas mest med nuvarande planer.

I närheten av de platser där tunneln skall grävas ner kommer det viktigaste bullerbidraget att vara pålning och spontning, samt arbetsmaskiner och transporter inne på byggplatserna. På vissa platser kommer det att vara verksamhet under lång tid, t.ex. vid infarter till områdena. På andra platser pågår verksamheten intensivt en tid tills det är klart. Det gäller t.ex. spontning och pålning, vilket kan vara mycket bullrigt en tid tills momentet är avslutat.

Störande vibrationer förekommer också i första hand i de områden där tunneln grävs ner i marken, och i samband med spontning och pålning. Det kan dock förekomma i samband med sprängning i de områden där tunneln går i berg. I underlagsrapporten anges översiktligt vid vilka platser risken för vibrationer är som störst i byggskedet.

För både vibrationer och buller från sprängning, bergborrnig, pålning och spontning finns i dagsläget inte tillräckligt underlag för att kunna beräkna hur många boende som kan tänkas bli störda. När planerna framskrider och mer detaljer blir kända kring exakt var byggplatserna förläggs och hur arbete kommer att bedrivas så ökar möjligheterna att uppskatta detta. Det framgår dock i underlagsrapporten att det kommer att krävas omfattande åtgärder, allt från tillfällig omlokalisering av boende till konstruktion av tillfälliga bullerskärmar och användande av tysta maskiner och arbetsmetoder. En mycket viktig åtgärd är också att arbeta med information, t.ex. en så kallad störnings-hotline för de boende, information via SMS/internet vid sprängning osv.

Ur miljömedicinsk synvinkel är det särskilt viktigt att begränsa bullret från byggarbetsplatserna kvälls- och natttid för att skydda de boendes sömn och återhämtning i hemmet så långt som möjligt. Det finns dock känsliga grupper som påverkas även om bullret bara förekommer dagtid; personer som arbetar sena kvällar och nätter eller är hemma dagtid, t.ex. barnfamiljer och pensionärer.

4.4 Bedömning och möjliga åtgärder

Under driftskedet kommer relativt få människor påverkas av tågbuller från Västlänken, vi uppskattar att ca 250 personer ytterligare kommer att störas jämfört med nollalternativet. Många av dessa är dock redan exponerade för höga vägtrafikbullernivåer.

Upp emot 3000 personer kommer att exponeras för stomljusnivåer i intervallet 20 – 30 dB, vara ca 150 personer uppskattas bli störda. Hur många av dessa som redan idag påverkas av stomljus från spårvagnstrafik är oklart.

Planering av åtgärder pågår i tunnelkonstruktionen för att begränsa stomljus, och bullerskärmar planeras vid de platser Västlänken går ovan mark. Allt eftersom mer konkreta planer blir klara kan man göra bättre uppskattningar av hur många som påverkas.

Under byggskedet har vi bara kunnat uppskatta vad trafikökning och omledning har för påverkan, och vi uppskattar att ca 1200 fler göteborgare blir exponerade för ekvivalenta trafikbullernivåer över 55 dB vid fasad någon gång under byggtiden. Av dessa förväntas ca 3-400 bli störda, men det är oklart under hur lång tid.

Eftersom det är ett mycket stort byggprojekt som utförs i tätbebyggt område vet vi att många kommer att påverkas av buller och vibrationer från själva byggarbetet. Vi har dock inte fått tillräckligt bra underlag för att kunna bedöma hur många som kan komma att bli störda. I Trafikverkets underlagsrapport (Hedman 2013) finns beskrivet vilka platser som påverkas mest, och vilka åtgärder som kan komma att vidtas för att minska problemet.

5. Luftföroreningar

5.1 Allmänt om luftföroreningar

Utomhusluften vi andas innehåller en komplex blandning av luftföroreningar från många olika källor och består av gaser, vätskedroppar och partiklar av olika storlek (Naturvårdsverket 2011). Många av dessa luftföroreningar förekommer naturligt i vår omgivningsluft, men det är framför allt källor av mänskligt ursprung såsom vägtrafik och uppvärmning av bostäder som ger upphov till försämrad luftkvalitet i tätbebyggda områden. Vid all ofullständig förbränning bildas gaser såsom kolmonoxid (CO), kväveoxider (består av kväveoxid, NO, och kvävedioxid, NO₂), flyktiga kolväten (VOC), och partiklar (PM) av olika storlek och innehåll. Vägtrafiken ger utsläpp av både små avgaspartiklar samt grövre partiklar genom slitage av däck och vägbanor. Slitagepartiklar dominerar i gatumiljö, särskilt under våren när vägbanan torkar upp. Vägtrafikens utsläpp sker i marknivå där människor befinner sig.

I Göteborg bedöms vägtrafiken stå för det största lokala bidraget till luftföroreningar där människor bor. Andra viktiga källor är sjöfart, energiproduktion och industriverksamhet. Halterna varierar dag för dag och detta beror på utsläpp från lokala källor och väderförhållanden, men i stor utsträckning också på utsläpp i andra länder. Hur mycket som transporteras till Sverige från andra länder, så kallade långväga gränsöverskridande luftföroreningar, beror på vindarna. De små partiklarna t.ex. kan transporteras flera tusen kilometer.

När det gäller trafikrelaterade luftföroreningar är det avgaspartiklar som är mest kritiska för hälsan, men grövre slitagepartiklar från vägar och däck misstänks också bidra till sjuklighet, särskilt när det gäller luftvägarna. Kvävedioxid är skadligt i sig i höga halter, men används ofta som markör för trafikavgaser, eftersom den främsta källan är vägtrafiken inklusive arbetsmaskiner. Luftföroreningar innehåller även flera ämnen som kan orsaka cancer, t.ex. bensen, 1,3-butadien och bens(a)pyren. Nyligen har luftföroreningar som helhet, och partiklar som en enskild beståndsdel, klassats som cancerframkallande för människa (grupp 1) av Världshälsoorganisationens (WHO:s) cancerforskningsinstitut (IARC), (Loomis 2013). Även dieseldavgaser klassas som cancerframkallande av IARC (Benbrahim-Tallaa 2012).

5.2 Hälsoeffekter av luftföroreningar

Hos vuxna ökar risken både att drabbas av och att dö i sjukdomar i hjärta, kärl och luftvägar till följd av exponering för luftföroreningar. Det är framför allt inandningsbara partiklar som bidrar till uppkomsten av sjukdomar och besvär i Sverige men även kväveoxider, marknära ozon samt vissa organiska kolväten kan tänkas bidra till detta.

Effekter av luftföroreningar kan knytas till korttidsexponering och uppträder då inom några dagar, samt till långtidsexponering, där flera års exponering har betydelse. Korttidsexponering för luftföroreningar har rapporterats ha samband med symptom från nedre luftvägarna hos barn med astma, samt med sjukhusvistelser på grund av astma, ofta under samma eller följande dag (Naturvårdsverket 2010).

Personer med hjärt- och lungsjukdomar blir oftare inlagda på sjukhus då luftföroreningshalterna är höga. Detta kan mätas som en ökning av läkarbesök, sjukhusinläggningar och medicinanvändning dessa dagar. Ännu viktigare är långtidseffekterna. Dödlighet och sjuklighet är högre i områden där årsgenomsnittet av luftföroreningar är högre. Det har beräknats (från halten av PM_{10}) att cirka 900 människor per år i hela Västra Götaland dör i förtid på grund av luftföroreningspartiklar [Forsberg 2005]. För Göteborg blev motsvarande siffra drygt 300 personer/år. Om man istället utgår från $PM_{2.5}$ (där mätdata finns för Göteborg) blir antalet förtida dödsfall cirka 200 personer/år. Då en stor del av föroreningarna kommer från andra länder har antalet förtida dödsfall på grund av lokala utsläpp av partiklar beräknats till cirka 300 personer/år i Västra Götaland [Forsberg 2005]. VMC har tidigare beräknat att $PM_{2.5}$ orsakar knappt 100 förtida dödsfall/år i Göteborg på grund av lokala utsläpp (Tondel 2010).

5.3 Driftskedet

Det finns nästan inga uppgifter om beräknade halter av luftföroreningar under driftskedet. Enligt uppgift har ansvaret för sådana beräkningar lagts på Göteborgs kommun. Där har man på Trafikkontoret och Miljöförvaltningen bedömt att det inte är meningsfullt att försöka jämföra Nollalternativet med Västlänksalternativet år 2030 beroende på a) att det inte finns tillförlitliga trafikprognoser för år 2030, b) att egenskaper hos fordon (avgasutsläpp) och däck år 2030 är osäkra och c) att förändringar av trafikleder och hastighetsgränser sannolikt kommer att ske. När det gäller trafikprognoser beror svårigheterna på att resvanor påverkas av en mängd faktorer såsom nya arbetsplatser och bostadsområden, förändringar i kollektivtrafik, kostnader för personbilstrafik, konjunkturförhållanden som påverkar godstrafik, förändringar av pendlingstrafik m.m. Med användning av det mycket grova verktyget SAMBERS har förändringen av trafikarbetet för persontrafiken i Göteborg med Västlänken uppskattats till -0,13 % år 2030 jämfört med Nollalternativet. Vi har förståelse för att det inte har bedömts meningsfullt att göra omfattande spridningsberäkningar utifrån en så liten förändring i trafikarbete när många andra faktorer (nämnda under b och c ovan) kan förväntas ha större betydelse.

För att ändå kunna ge beslutsfattare en uppfattning om vilka effekter vägtrafikens påverkan på befolkningens sjuklighet med eller utan Västlänken har vi därför valt att illustrera detta med några hypotetiska exempel.

Den befolkningsviktade genomsnittshalten av $PM_{2.5}$ vid bostäderna hos drygt 500 000 boende i Göteborg beräknas till $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Johannesson 2007). Vi har antagit att det "lokala bidraget" till $PM_{2.5}$ från vägtrafik, arbetsmaskiner, vedeledning, sjöfart och industrier är $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Resten utgörs av regional bakgrunds nivå beroende på utsläpp från andra delar av Sverige eller andra länder (bakgrundshalt av $PM_{2.5}$ vid Råö, www.naturvardsverket.se). Vi antar här att vägtrafikens bidrag till dessa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beräknas till $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som genomsnitt för alla boende i Göteborg. Utifrån de senaste riskuppskattningarna kan en "extra" halt av $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $PM_{2.5}$ beräknas öka risken för förtida död med 1-2 % (Beelen 2014). Eftersom normalt 4500 människor avlider per år i Göteborg innebär det 50-100 förtida dödsfall per år i Göteborg till följd av luftföroreningar från vägtrafik.

Om vi antar att Västlänken minskar trafikarbetet med 0,13 % (se avsnitt 4.2.3) skulle det innebära att <1 förtida dödsfall årligen förhindras (av de 50-100 som beräknas

orsakas av vägtrafikbidraget) på grund av minskad vägtrafik jämfört med Nollalternativet. Om minskningen blir 1 % minskar vägtrafikbidraget med $0,01 \times 1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Då förhindras mindre än 1 förtida dödsfall per år (1% av 50-100). En minskning med 5 % (en minskning av vägtrafikbidraget från $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$) innebär några få förhindrade förtida dödsfall per år. Dessa tal är mycket små och mycket mindre än förändringar som beror på andra faktorer som förändrade rökvanor, mera fysisk aktivitet, förbättrad sjukvård etc. Den åldersstandardiserade dödligheten (dödlighet per 100 000 personer vid en konstant ålderssammansättning) i Västra Götaland har minskat med 11 % under de senaste 10 åren. Det motsvarar för Göteborg en "minskning" av dödligheten med cirka 500 personer per år.

5.3.1 Exponering i tunneln och på stationerna för resenärer

Resenärer som nyttjar västlänken kommer att exponeras för förhöjda halter av framför allt partikulära luftföroreningar (PM_{10}) under sin resa i tunneln och på stationsområdena. Timmedelvärdena för PM_{10} på de tre stationerna, Centralen, Haga, och Korsvägen har beräknats och uppskattas till ca 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ under dagtid (se Underlagsrapport luftkvalitet 2013-11-01). Om man jämför med den nybyggda Citytunneln i Malmö där mätningar visar på halter runt 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ av PM_{10} (Spanne 2011) verkar beräkningarna rimliga. Även när resenärerna befinner sig i tågvaggen under resa genom tunneln kan man förvänta sig förhöjda halter. Enligt en rapport från VTI (Gustavsson, 2006) där man bl.a. mätt halterna av PM_{10} i tåg under en resa från Göteborg via Stockholm till Arlanda, fann man att halterna i kupén var i storleksordningen 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid stationer under mark, men även när tåget gick i tunnel. Övrig tid (dvs. när tåget körde under bar himmel) var halterna som i omgivningsluft.

För att bedöma om det innebär en ökad risk för människors hälsa att resa med Västlänken har vi beräknat dygnsbidraget för en resenär som pendlar till Göteborg och åker två gånger per dag. Resan genom tunneln tar ca 10-15 minuter och man befinner sig ca 5-10 minuter på stationen, både morgon och eftermiddag blir bidraget till den dagliga exponeringen för PM_{10} 2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, där 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ är det mest realistiska dagliga bidraget. En typisk exponering av PM_{10} i Göteborg ligger på ca 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket innebär att detta bidrag inte är försumbart. Detta bidrag måste jämföras med hur stort bidraget blir om resenären istället pendlat på annat sätt (t.ex. bil, buss, tåg + spårvagn). Med dessa rese-sätt kommer bidraget vid resa till och från Göteborg för pendlare att i de flesta fall bli väsentligt lägre. Dock är de partiklar som alstras från spårtrafik i genomsnitt större än förbränningspartiklar och består till stor del av järn. De anses vara mindre hälsoskadliga än förbränningspartiklar (Larsson 2010). Vi bedömer därför att exponeringen under tågpendling i tunnel och vistelse på station inte innebär någon säkert ökad hälsorisk för pendlaren jämfört med pendling med bil eller buss. För de tågpendlare som är särskilt luftvägskänsliga på grund av astma eller KOL, kan korta stunder med partikelhalter kring 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ möjligen innebära en tillfällig ökning av luftvägssymptom.

5.4 Byggskedet

Under byggskedet av Västlänken kommer många att bli berörda av bygget på olika sätt och i olika stor utsträckning under byggperioden. Det är med det underlag vi fått, svårt att kvantifiera störning och hälsoeffekter för alla områden som kommer att beröras, men ett visst mått av kvalitativ bedömning kan göras.

5.4.1 Boende kring byggarbetsplatserna, service tunnlar mm

För boende i närområdena till byggarbetsplatserna och de servicetunnlar som kommer att användas förväntas störningen tidvis kunna bli hög, med både avgaser från tunga transporter till och från arbetsplatserna, samt motordrivna maskiner vid byggplatserna, men även dammspridning. Graden av påverkan, och hur lång tid de närboende berörs kommer troligen att variera vid de olika platserna. Dammspridning kan uppfattas som störande men eftersom dammet till största del består av partiklar större än 10 µm är påverkan på människors hälsa lägre än för de mindre partiklarna. Dock bör man vidta åtgärder för att begränsa dammspridningen. När det gäller emissioner från motordrivna maskiner är även dessa bidrag svårt att bedöma, men för att minimera dess bidrag bör hårda emissionskrav ställas vid upphandling. Vad gäller de tunga transporterna till och från byggområdena behandlar vi dem i stycket nedan. Om vi antar att några tusen människor bor i områden nära byggområdena med kraftigt försämrad luftkvalitet och att 10-15% av dem har en ökad känslighet för damm på grund av astma eller KOL innebär det att några hundra människor skulle kunna drabbas av försämringsperioder på grund av damm och höga luftföroreningshalter.

5.4.2 Exponering för boende pga. byggtrafik längs transportvägar och omdirigerad trafik

Den verksamhet som förväntas påverka flest göteborgare under byggskedet är de tunga transporterna till och från byggarbetsplatserna, samt de förändringar av övrig trafik som kommer att ske till följd av byggtransporterna. I de underlagsdata vi tagit del av finns några beräkningar av det förändrade trafikarbetet på ett antal vägar i centrala Göteborg (Underlagsrapport luftkvalitet). Vissa områden förväntas få ett ökat, och andra områden ett minskat trafikarbete. För enskilda vägsträckor kommer dock trafiken under byggskedet tidvis att öka eller minska kraftigt på grund av omdirigering av trafik eller avstängning av vägar. Vi har beräknat den befolkningsvägda förändringen baserat på var folk bor i samma område som bullerberäkningarna är genomförda, se figur 2. För att få en uppfattning om i vilka områden som exponeringen ökar respektive minskar kan man se på förändringskartan för bullerexponering i figur 4. I genomsnitt får boende i de centrala delarna av Göteborg (drygt 90 000 personer) ett bidrag pga. trafikförändringen till PM₁₀ på ca 0,3 µg/m³ och ca 1 µg/m³ NO_x under byggperioden. Om vi räknar med de riskestimater som nämnts ovan (Beelen 2014) skulle en sådan ökning av luftföroreningshalten kunna medföra knappt ett extra förtida dödsfall per år bland dessa 90 000 boende (utöver normalt drygt 800 dödsfall per år) till följd av ökade luftföroreningshalter i de centrala delarna av Göteborg.

5.5 Bedömning och möjliga åtgärder

Driftskedet skulle kunna innebära något bättre luftkvalitet med Västlänken jämfört med Nollalternativet om förbättrade tågförbindelser innebär färre bilpendlare. En skattning har gjorts att vägtrafikarbetet endast skulle minska med 0,13 %, vilket förefaller vara en alltför låg siffra. Men även om vägtrafiken minskar med en eller flera procent blir effekten på luftkvalitet begränsad och hälsovinsten obetydlig. Andra åtgärder som minskar fordonstrafiken eller emissioner från avgasrör eller vägbanor har sannolikt större betydelse. Daglig pendling i tågtunnel och vistelse på station kan innebära en viss ökning av partikelexponering men innebär knappast någon ökad hälsorisk på lång sikt jämfört med pendling med bil eller buss. Möjligen kan förhöjda partikelhalter i tågvagn under färd i tunnel eller på station innebära ökade luftvägssymptom hos särskilt känsliga individer.

Under byggskedet får man räkna med en något försämrad luftkvalitet för cirka 100 000 människor i centrala Göteborg till följd av dammspridning från byggen, emissioner från arbetsmaskiner samt en ökad vägtrafik av lastbilar i byggtrafik och annan vägtrafik på grund av trafikomläggningar. Vi bedömer att detta kommer att orsaka negativa hälsoeffekter i form av ökade luftvägssymptom hos några hundra personer med känsliga luftvägssymtom boende närmast byggområdena. För övriga centrala Göteborg blir försämringen av luftkvaliteten under byggskedet pga dammspridning begränsad och de negativa hälsoeffekterna försumbara.

Det finns många åtgärder som kan vidtas för att minska störningen och minimera negativa hälsoeffekter. Under byggskedet kan hårda emissionskrav ställas vid upphandling av både arbetsfordon, maskiner och transportfordon. Vattning för att minska dammspridning kan ske vid byggarbetsplatserna vid torrt väder. För driftskedet kan plattformsavskiljande väggar installeras på stationerna för att minska partikelhalterna på de underjordiska stationerna. Flera andra tekniska åtgärder för att begränsa partikelhalterna i tågtunneln redovisas i underlagsrapport luft (se tabellerna 4.2 och 4.3).

6. Elektromagnetiska fält

Den miljömedicinska bedömningen begränsas till att bedöma eventuell risk för människors hälsa som kan orsakas av exponering för elektromagnetiska fält genererade av tågtrafiken i Västlänkstunneln under Göteborg. Ingen bedömning görs av om känslig elektronisk utrustning kan påverkas. Den bedömningen har gjorts i Underlagsrapport elektromagnetiska fält (Hamnerius, 2013).

6.1 Allmänt om elektromagnetisk strålning

Elektromagnetiska fält finns naturligt i vår omgivning i form av ljus, värme och ultraviolett strålning, men alstras också vid användning av elektrisk ström och trådlösa kommunikationssystem. Den typ av fält som bildas vid produktion, överföring och användning av elektrisk ström och som har de lägsta frekvenserna upp till 300 Hz kallas lågfrekventa fält och alstras vid t.ex. transformatorstationer och kraftledningar.

Radiovågor som används för kommunikation vid till exempel TV- och radiosändningar och mobiltelefoni alstrar fält med högre frekvenser, från 30 kHz upp till 300 GHz vilka kallas radiofrekventa fält.

I denna bedömning fokuserar vi på de lågfrekventa fälten eftersom det rör sig om järnvägstrafik och tågens fält har den mycket låga frekvensen $16 \frac{2}{3}$ Hz.

De magnetiska fälten kan till skillnad från de elektriska fälten inte skärmas av utan passerar igenom mark och byggnader. Styrkan på magnetfälten mäts i enheten tesla (T), eller oftast mikrotelsa (μ T). I Sverige är medianvärdet för bostäder i större städer cirka $0,1 \mu$ T, i mindre städer och på landsbygden är värdena ungefär hälften (SSM, 2012). Magnetfälten är högre nära bl.a. kraftledningar och transformatorstationer; mitt under en 400 kV kraftledning kan värdet vara ungefär 10μ T. Magnetfält genereras även i våra hem av elektriska apparater såsom, lampor, lysrör, TV, datorer, mikrovågsugnar, hårtorkar, m.m. Styrkan på magnetfältet avtar med avståndet från den elektriska generatorm. Från en kraftledning (eller tågledning) avtar fälten med ca avståndet i kvadrat och från en punktkälla såsom en hårtork eller liknande med avståndet i kubik.

6.2 Hälsoeffekter av elektromagnetiska fält

Mycket kraftig exponering för lågfrekventa fält kan ge upphov till akuta effekter på bland annat nervsystemet genom att elektriska strömmar bildas i kroppen. Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har gett ut allmänna råd med referensvärden som är satta med säkerhetsmarginal med syfte att skydda allmänheten från eventuella skadliga effekter (SSI FS 2002:3 och SSMFS 2008:18). Styrkan på de lågfrekventa fält som förekommer i den allmänna miljön är dock betydligt lägre än referensvärdena.

Då det gäller långtidseffekter finns det en viss misstanke att lågfrekventa magnetfält ökar risken för viss typ av cancer, leukemi (blodcancer). Misstanken grundas på ett flertal epidemiologiska studier bland grupper av barn som varit långvarigt exponerade för 50 Hz magnetfält i bostäder (framför allt på grund av närhet till kraftledningar). Vid

en sammanvägning av tidigare genomförda studier, en så kallad metaanalys, drog man slutsatsen att det för en dygnsmedelexponering över 0,4 μT finns en tvåfaldig riskökning för leukemi hos barn som inte kan förklaras av slumpmässiga variationer men som delvis kan bero på så kallat selektionsfel i vissa studier (Ahlbom med flera, 2000). Någon riskökning under denna exponeringsnivå har man inte kunnat konstatera och det finns inte heller någon känd biologisk mekanism som kan förklara resultaten i de epidemiologiska studierna. En uppdaterad sammanvägning av studier utförda under senare år (Kheifets 2010) ändrar inte slutsatserna som Ahlbom kom fram till. En helt ny studie från Storbritannien som undersökte risken för barnleukemi under perioden 1962-2008 fann att det fanns en tydlig riskökning för de tidiga åren, men risken minskade över undersökningsperioden, och från 1990-talet och framåt var inte riskökningen statistiskt säkerställd (Bunch 2014).

I Sverige insjuknar årligen cirka 80 barn i leukemi, vilket innebär en årlig insjuknandefrekvens motsvarande ett fall per 25 000 barn. Med den exponeringsförekomst som diskuterats ovan innebär det att mindre än ett fall av barnleukemi per år i Sverige skulle kunna hänföras till exponering för magnetfält.

På grundval av de statistiska samband man sett mellan exponering för lågfrekventa elektromagnetiska fält och ökad risk för leukemi hos barn har WHO:s expertorgan för cancerforskning (IARC, 2002) klassificerat lågfrekventa elektromagnetiska fält som möjligen cancerframkallande (2B, possibly carcinogenic to humans). För vuxna har man inte sett något samband mellan att bo nära högspänningsledningar och cancer (Elliot 2013).

6.3 Driftskedet

Under driftskedet kommer i snitt att gå ca 460 tåg per dygn sammanlagt i båda riktningarna genom tunneln vid trafikstart. När ett tåg passerar en bostad kommer magnetfälten i bostaden genererade av tåget att öka fram till dess att tåget når närmaste punkt för att sedan avta när det passerat. Hur höga magnetfälten blir vid passage beror på ett antal faktorer; avståndet mellan bostad och tåg (tunnel), tågtyp, samt tågets strömförbrukning vid passage. Dessa magnetfältstoppar är korta i tid (någon minut) och högsta beräknade värde (Enligt Underlagsrapport elektromagnetiska fält, Hamnerius, 2013) är ca 4 μT vid Rondo och Lisebergshallen. Detta är betydligt högre än genomsnittet i bostäder, men sker under kort tid och kan därför även jämföras med att använda en hårtork, där magnetfältet uppgår till ca 30 μT under den tid man torkar håret.

Det är dock den genomsnittliga exponeringen som är miljömedicinskt intressant. För att inte riskera att underskatta bidraget har Hamnerius räknat med den största tågströmmen, 540 A, vid passage. Räknat som årsmedelsbidrag kommer bidraget från tågtrafiken i tunneln bli lågt till måttligt vid i stort sett samtliga bostäder längs tunnelns sträckning. Några bostäder, främst vid Kvarnberget, kommer att få ett magnetfältsbidrag från tunneln på ca 0,1 μT . För övriga beräknade punkter längs tunnelns sträckning är årsmedelvärdena klart lägre och ofta helt försumbara. Som jämförelse ligger medelexponeringen i bostäder i Göteborg på 0,12 μT och hälften av bostäderna har en exponering mindre än 0,07 μT (Hamnerius m.fl., 2011).

6.4 Byggskedet

Under byggskedet förväntar vi oss inga stadigvarande förhöjda nivåer av magnetfält.

6.5 Bedömning

Den miljömedicinska bedömningen ger vid hand att tågtrafiken i den planerade tunneln under Göteborg inte kommer att ge upphov till några extra sjukdomsfall pga. elektromagnetiska fält. Inte heller under byggskedet genereras magnetfält av sådan styrka att det kan ge upphov till extra sjukdomsfall.

7. Referenser

- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2013). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X).
- Beelen, R. m fl. (2014). Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*, 383(9919): 785-795. 10.1016/s0140-6736(13)62158-3.
- Benbrahim-Tallaa, L. m fl. (2012). On behalf of the International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group IARC, Lyon, France. Carcinogenicity of diesel-engine and gasoline-engine exhaust and some nitroarenes. *The Lancet Oncology*, Volume 13, Issue 7, Pages 663 - 664, July 2012. doi:10.1016/S1470-2045(12)70280-2.
- EU-kommisionen (2002). Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 2002. ISBN 92-894-3894-0
- Elliott, PA m fl. (2013). Adult Cancers Near High-voltage Overhead Power Lines. *Epidemiology*, 24(2): 184-190.
- Forsberg, B., m fl. (2005). Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. *Ambio*, 34(1): 11-19.
- Gustavsson, M., m fl. (2006). Inandningsbara partiklar i järnvägsmiljöer. VTI rapport 538. www.vti.se/publikationer
- Hamnerius, Y. (2013). Västlänken – underlagsrapport elektromagnetiska fält. Trafikverket, version 0.5.
- Hamnerius, Y., Atefi, S. Eslami, A. Hopeson, M. Khan, A. Silva, G. Estenberg, J. (2011). Distribution of ELF magnetic fields in Swedish dwellings. 30th URSI General Assembly and Scientific Symposium, URSIGASS 2011, Istanbul, 13-20 August 2011. <http://dx.doi.org/10.1109/URSIGASS.2011.6051313>
- Hedman, E., Jönsson, J., Lewin, O., Skarphedinsson, A., Hammarqvist, M., Olsson, P. (2013). Västlänken – underlagsrapport för buller, stomljud och vibrationer. Trafikverket, version 0.5.
- IARC (2002). Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 80. Lyon: IARC Press. www.iarc.fr
- ISO (2003). ISO 15 666 Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. International Organization for Standardization.
- Johannesson, S. m fl. (2007). Exposure to fine particles (PM_{2.5} and PM₁) and black smoke in the general population: personal, indoor, and outdoor levels. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 17(7):613-24.
- Kheifets, L. m fl. (2010). A Pooled Analysis of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Brain Tumors. *American Journal of Epidemiology*, 172(7): 752-761. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwq181>.
- Larsson, BM., m fl. (2010). Hälsoeffekter, luftvägar, partiklar i Stockholms tunnelbana. Slutrapport Karolinska Institutet.

Loomis, D. m fl. (2013). On behalf of the International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group IARC, Lyon, France (2013). The carcinogenicity of outdoor air pollution. The Lancet Oncology, early online publication, October 2013. doi:10.1016/S1470-2045(13)70487-X.

Miedema, H. M., & Oudshoorn, C. G. (2001). Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environmental health perspectives, 109(4), 409.

Naturvårdsverket (2010). Air pollution and childrens respiratory health. Stockholm: Naturvårdsverket. Report No.: 6353.

SIKA (2004). Sampers och Samgods - Nationella modeller för prognoser och analyser inom transportsektorn. Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA).

SSI FS 2002:3. Statens strålskyddsinstitutets allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Tillgänglig på:
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/Stralskydd/2002/ssifs-2002-3.pdf>

SSMFS 2008:18. Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Tillgänglig på:
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Forfattning/SSMFS-2008/SSMFS-200818/>

Sorvoja, S., Stenlund, H. (2013). Västlänken – underlagsrapport luftkvalitet. Trafikverket, version 0.1.

Spanne, M. (2011). Luftkvalitetsmätning på stationen Triangeln, Miljöförvaltningen Malmö.

Tondel, M., Andersson, E. M., Sällsten, G., Barregård, L. (2010). Miljö och hälsa i Västra Götaland. Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum, ISBN 978-91-7876-502-7.

WHO (2011). Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization. ISBN 978-92-890-0229-5

Åsvang, G. M., Engdahl, B., & Rothschild, K. (2007). Annoyance and self-reported sleep disturbances due to structurally radiated noise from railway tunnels. Applied acoustics, 68(9), 970-981.

Öhrström, E., Barregård, L., Andersson, E., Skånberg, A., Svensson, H., & Ängerheim, P. (2007). Annoyance due to single and combined sound exposure from railway and road traffic. The Journal of the Acoustical Society of America, 122(5), 2642-2652.

Öhrström, E., Barregård, L., Skånberg, A., Svensson, H., Ängerheim, P., Holmes, M., & Bonde, E. (2005). Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun.