



Betydelsen av förändring i befolkningens geografiska utbredning över tid för resultaten i en hälso-konsekvensbedömning för ett större vägprojekt

Slutrapport

*Lars Modig
Kadri Meister
Magnus Strömgren
Lennart Jonsson
Bertil Forsberg*

Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar, nr 1/2015

ISSN-nr 1654-7314



Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	2
Inledning och syfte.....	3
Metod	4
"Umeå-projektet"	4
Hälsokonsekvensbedömning.....	4
<i>Exponering</i>	4
<i>Befolkning</i>	5
<i>Befolkningsexponering</i>	6
<i>Dos-responssamband och grundfrekvenser</i>	6
<i>Beräkning</i>	7
Exempel på andra befolknings- och exponeringsdata	7
<i>Fastigheter</i>	7
<i>Avstånd till större väg</i>	7
Resultat	8
Exponering.....	8
<i>Hälsokonsekvensberäkning</i>	8
<i>Andra befolknings- och exponeringsdata</i>	10
Diskussion	12
Referenser	15

Inledning och syfte

Samhällsplanering handlar om att skapa och utforma samhället utifrån olika intressen och perspektiv. Det viktigaste perspektivet är att planera för sunda och säkra miljöer till skydd för människors hälsa. Detta framhålls både i de svenska miljömålen, i hänsynsmålet för säkerhet, miljö och hälsa som återfinns i riksdagens transportpolitiska mål (prop 2008/09:93) och även i folkhälsomyndighetens mål om miljöer och produkter (1). Trafik är en faktor av stor betydelse för funktionen i ett modernt samhälle, men samtidigt en viktig källa för miljöföroreningar. Luftföroreningar och buller från fordonstrafik är de två vanligaste miljöexponeringarna i Sverige, och hela befolkningen är i olika grad exponerad. Det är i dag välbelagt att både trafikgenererade luftföroreningar och trafikgenererat buller påverkar människors hälsa negativt. Även om det i dag finns många tekniskt sofistikerade sätt att minska exponering och på så vis skydda hälsan, så är det fortfarande grundläggande att flytta emissionerna bort från där människor vistas. Här har samhällsplaneringen en avgörande roll.

Hälsokonsekvensberäkningar är ett viktigt verktyg i samhällsplaneringen för att tydliggöra betydelsen av olika infrastrukturella projekt för folkhälsan. I ett tidigare projekt har vi med utgångspunkt från vägtrafik och luftföroreningar beskrivit metodiken bakom hälsokonsekvensberäkningar och hur resultaten kan användas för att ge bättre beslutsunderlag (2). I det projektet betonas vikten av att använda denna typ av beräkningar tidigt i planeringsprocessen för att säkerställa att hälsoaspekterna tas hänsyn till.

I en hälsokonsekvensberäkning utgår man ofta från olika alternativ och studerar vilken påverkan de olika alternativen får för en befintlig befolkning. Beroende av ett vägprojekts storlek så kan tiden från förstudie till färdigt projekt sträcka sig över många år. Det innebär att befolkningen som utgjorde grunden för hälsokonsekvensberäkningarna kan skilja sig från befolkningen som den ser ut när projektet är klart och vägen tas i bruk. Dock tas sällan hänsyn till att befolkningen förändras geografiskt över tid, utan man utgår från befolkning och dess utbredning som den var i projektets början.

Detta projekt är en fortsättning på ett tidigare projekt (2), och syftar till att studera om förändringar i befolkningens geografiska utbredning under genomförandetiden av ett större vägprojekt påverkar validiteten, dvs pålitligheten, av en hälsokonsekvensbedömning som genomförs i projektets början. I projektet studeras även i vilken utsträckning hänsyn tas till en tänkt vägdragning vid planering av nya bostäder.

Metod

Detta projekt är ett "metodprojekt" med ett generellt syfte att utveckla metodiken för hälsokonsekvensbedömningar i trafikprojekt. För att på ett så bra och realistiskt sätt som möjligt kunna besvara syftet används det pågående Umeå-projektet som exempel.

"Umeå-projektet"

Planeringen av "Umeå-projektet" startade i slutet av 1980-talet och beräknas i skrivande stund slutföras under hösten 2017. Syftet med projektet är att avlasta de centrala delarna av Umeå som genomkorsades av två europavägar, E12 och E4, vilket medförde en hög trafikbelastning och problem med höga luftföroreningshalter i centrum. Umeå-projektet har delats upp i olika etapper där första delen innefattade en ny cirkulationsplats vid södra infarten till Umeå. Under andra etappen flyttades E4:an från sin dåvarande sträckning genom centrala Umeå till en mer östlig sträckning via den befintliga Kolbäcksleden. Därefter byggdes den sk "norra länken" över Västerslätt och I20-skogen till Ersboda. Norra och östra länken stod klara 2012. Norra länken skall senare ansluta till den sk "västra länken" väster om Umeå via Röbbäck och Umedalen. Tillsammans skall de olika länkarna skapa en ringled runt Umeå som skall avlasta trafikflödet genom centrum. En fullständig redogörelse för projektet återfinns på Trafikverkets hemsida (www.trafikverket.se).

Den höga trafikbelastningen genom centrum har bidragit till att Umeå inte klarar gällande miljökvalitetsnormer för kvävedioxid (NO₂) och har problem med partikelnormen, varför Umeå-projektet ses som en viktig del i Umeå kommuns åtgärdsprogram för att förbättra luftkvaliteten.

I detta projekt har två olika scenarios använts för att exemplifiera hur man kan beskriva betydelsen ur hälsosynpunkt av en sådan trafikomläggning. Det första är *noll-alternativet* vilket innebär att ingen av de planerade delarna i Umeå-projektet genomförs utan situationen kvarstår som den var innan Umeå-projektet påbörjades. Det andra är *ombyggnadsalternativet* där både östra, västra samt norra länken antas vara genomförda.

Hälsokonsekvensbedömning

Grunden i en hälsokonsekvensbedömning är att försöka beskriva betydelsen av en exponeringsförändring för människors hälsa. För detta krävs exponeringsdata för aktuella scenarios, befolkningsdata, antaganden om sambandet mellan exponering och ohälsa (s.k. dos-responssamband) samt antaganden om grundfrekvensen av det hälsoutfall som ska studeras. I projektet utgör Umeå-projektet exempel med utgångspunkt i noll- och ombyggnadsalternativet.

I det aktuella projektet har hälsokonsekvensbedömningen främst baserats på beräknade halter av kväveoxider (NO_x). Alternativa mått för befolkning och exponering redovisas och diskuteras endast kortfattat.

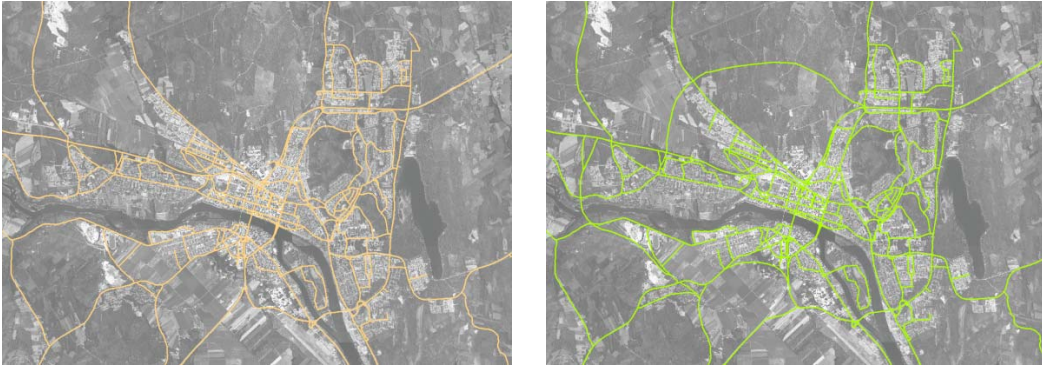
Exponering

Projektet bygger på samma scenarios och exponeringsdata som togs fram för det tidigare projektet (2). Här följer en kort sammanfattning.

Inför Umeå-projektet tog Trafikverket fram två scenarios med avseende på trafikflöden på Umeås vägnät, ett noll- och ett ombyggnadsalternativ. Noll-alternativet representerar en oförändrad trafiksituation medan ombyggnadsalternativet representerar ett fullt genomfört Umeå-projekt. Trafikberäkningarna gjordes med utgångspunkten att representera trafiksituationen år 2020.

Dessa två scenarios med tillhörande trafikflöden användes sedan som indata i en meteorologisk spridningsmodell för att beräkna halterna av kväveoxider (NO_x). Haltberäkningarna gjordes av Statens

meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Grunden för en spridningsmodellering är själva "spridningsmodellen", som är en matematisk funktion där informationen om trafikflöde, emissionsfaktorer och meteorologi kombineras för att åstadkomma en beräknad luftföroreningshalt i en given geografisk punkt. Meteorologin för 2003 och emissionsfaktorer för 2005 användes för båda alternativen. Den meteorologiska spridningsmodellen användes sedan för att beräkna specifika timmedelhalter av NO_x vilka senare aggregerades till årsmedelhalter. I projektet har halterna sedan presenterats som ett rutnät över centrala Umeå med upplösningen 50*50 meter. Beräkningarna gjordes ursprungligen för både NO_x och NO₂, två välanvända markörer för fordonsavgaser, men i projektet har användningen begränsats till NO_x.



Figur 1. Vägnetet i Umeå för noll-alternativet (vänster) och ombyggnadsalternativet (höger).

Figur 1 visar vägdragningen för noll-respektive ombyggnadsalternativet, där vänstra bilden representerar noll-alternativet och högra ombyggnadsalternativet. I figur 2 har skillnaden i NO_x-halt mellan noll- och ombyggnadsalternativet beräknats, där rött markerar ökade halter och grönt minskande halter efter att ombyggnadsalternativet genomförts.



Figur 2. Differensen i halten NO_x mellan noll- och ombyggnadsalternativet. Rött markerar en ökad halt och grönt en minskad halt om ombyggnadsalternativet genomförs.

Befolkning

I Sverige folkbokförs medborgarna på sin hemadress, och varje adress finns koordinatsatt via fastighetsregistret. Detta innebär att det finns goda möjligheter att beskriva befolkningens geografiska utbredning, något som är helt avgörande för en hälsokonsekvensbedömning i ett vägprojekt.

Då projektet syftar till att beskriva betydelsen av förändringen i befolkningens utbredning under byggtiden för resultatet i hälsokonsekvensbedömningen, så samlades befolkningsdata in för åren 1997 och 2010. 1997 representerar startåret för Umeå-projektet och det är således 1997-års befolkning som hade använts i en hälsokonsekvensbedömning som genomförts i projektets förstudie. 2010 års befolkning representerar befolkningen som den kan se ut i projektets slutskede.

För att få tillgång till koordinatsatt befolkningen både för 1997 och 2010 användes en forskningsdatabas. I databasen fanns befolkningen summerad i 100*100 meters rutor med indelning efter olika åldersklasser tillsammans med koordinaterna för varje rutas mittpunkt. Figur 3 visar befolkningsdata över det aktuella området. I figuren symboliserar de gröna rutor befolkningen 1997 och de röda rutor där befolkning tillkommit mellan år 1997 och år 2010. Den svarta ramen representerar beräkningsområdet för den meteorologiska spridningsmodellen.



Figur 3. Befolkningen i 100*100 meters rutor. Gröna rutor representerar befolkningen 1997 och röda rutor där befolkning tillkommit mellan 1997 och 2010. Den svarta ramen representerar beräkningsområdet för den meteorologiska spridningsmodellen.

Befolkningsexponering

I en hälsokonsekvensbedömning är det kombinationen av befolkning och exponering, d.v.s. befolknings-exponeringen, som är intressant. Då både befolkning och exponering finns i form av koordinatsatta rutor, kan de kombineras via ett geografiskt informationssystem vilket resulterar i att varje befolkningsruta tillskrivs en specifik halt. I detta projekt innebär det att både befolkningen 1997 och 2010 kan kombineras med de modellerade halterna för noll- respektive ombyggnadsalternativet.

Dos-responssamband och grundfrekvenser

Dos-responssamband beskriver hur förekomsten av ett visst hälsoutfall förväntas bli påverkad av en given förändring i exponering. Denna typ av samband tas fram via epidemiologiska studier och beskriver ofta den procentuella förändringen av ett hälsoutfall per enhets förändring av aktuell luftförorening. Valet av dos-responssamband är viktigt eftersom det sällan finns samband framtagna specifikt för den aktuella befolkningen. Valen måste därför göras med utgångspunkt från det hälsoutfall som är relevant och utifrån en studie baserad på en befolkning som i så stor utsträckning som möjligt motsvarar den aktuella. I detta metodprojekt används två olika dos-responssamband som exempel; ett som avser mortalitet bland vuxna och ett som avser astmasymptom hos små barn. Sambandet för mortalitet har hämtats från en studie på vuxna där exponeringen beräknades som årsmedelhalten av NO_x utanför varje deltagares bostad (5). Resultaten från studien beskriver att dödligheten förändras 8% per 10µg/m³ förändring av årsmedelhalten av NO_x. För astmasymptom har sambandet hämtats från en svensk studie (6), som beskriver hur förekomsten av astmasymptom i form av pip i bröstet hos barn (4 år) beror av NO_x halten utanför barnens bostad.

Vidare måste antagande göras av grundfrekvensen av det aktuella hälsoutfallet i den berörda befolkningen. Uppgifter om t.ex. mortalitet i olika åldersgrupper finns att hämta via Socialstyrelsen medan för uppgifter om förekomsten av "mjukare" utfall t.ex. luftvägsbesvär, kan resultaten från större enkätundersökningar var en bra källa. För beräkningarna i det aktuella projektet inhämtades uppgifter om mortalitet i åldersgruppen 30+ bland personer i Västerbottens län (1578 per 100000 och år). Prevalensen av astmasymptom hos små barn hämtades från samma studie som dos-responssambandet (22%), som avser barn i Stockholm (6).

Beräkning

Metodiken som används för samtliga hälsokonsekvensberäkningar i projektet följer metodiken som redovisas i en tidigare rapport från SMHI (7). I korthet innebär beräkningarna att skillnaden i befolknings-exponering mellan noll- och ombyggnadsalternativet kombineras med ett dos-respons samband, vilket gör det möjligt att uttrycka betydelse av exponeringsförändringen som förändring i hälsa. I detta projekt var syftet att studera betydelsen av att befolkningens geografiska utbredning förändras över tid för resultaten i en hälsokonsekvensberäkning. I tabell 1 redovisas schematiskt de alternativen som använts.

Tabell 1. Beräkningsalternativ med avseende på halter och befolkning.

Befolkningsexponering	NO _x noll-alternativ	NO _x ombyggnadsalternativ
Befolkning 1997	a	b
Befolkning 2010	c	d

I en hälsokonsekvensberäkning som genomförts i början av Umeå-projektet, utan hänsyn taget till förändring i befolkningens geografiska utbredning, skulle exponeringsskillnaden mellan alternativ "a" och "b", (b-a), utgjort grunden för konsekvensberäkningen. Den skillnaden beskriver hur befolkningens exponering förändras om ombyggnadsalternativet genomförs i förhållande till noll-alternativet (ingen förändring genomförs) baserat på hur befolkningens utbredning såg ut i begynnelsen av projektet.

Om hänsyn däremot tagits till förändring i befolkningens geografiska utbredning under projekttiden skulle underlaget till konsekvensberäkningen istället utgöras av differensen mellan alternativ "d" och "a" (d-a), där "a" är befolkningsexponeringen baserat på noll-alternativet och befolkningens utspridning som den såg ut när projektet startade, och "d" är befolkningsexponeringen för ombyggnadsalternativet baserat på befolkningens utspridning som den ser ut 2010. Således finns två alternativa differenser för att beskriva förändringen i befolkningsexponering, (b-a) och (d-a), där den ena ej tar hänsyn till befolkningsutvecklingen medan den andra gör det. Eftersom detta projekt syftar till att beskriva betydelsen av att ta hänsyn till förändringen i befolkningens geografiska utbredning, så är det differensen mellan exponeringsskillnader ((b-a)-(d-a)) som utgör grunden för de fortsatta konsekvensberäkningarna i projektet.

Exempel på andra befolknings- och exponeringsdata

Fastigheter

Utöver befolkningsdata så samlades även uppgifter in angående beviljade bygglov mellan åren 1997 till 2010. Syftet var att utvärdera möjligheten att använda beviljade bygglov för bostäder som ett alternativ till befolkningsdata, men även för att studera i vilken utsträckning hänsyn tagits till ett större vägprojekt vid beviljandet av bygglov. Uppgifterna inhämtades via kommunen och innehöll koordinaterna för fastigheten samt uppgifter om vilken typ av byggnad som beviljats bygglov (enfamiljshus, flerfamiljshus, radhus, kedjehus m.fl.).

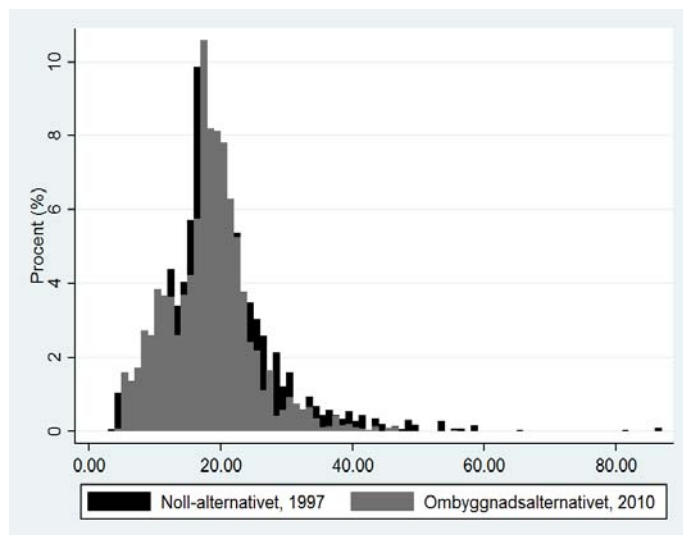
Avstånd till större väg

Utöver de beräknade halterna av NO_x kunde även avståndet till närmaste större väg beräknas för varje befolkningsruta. Beräkningarna utgick från vägnäten som presenteras i figur 1, och respektive befolkningsrutans mittpunkt. För projektet valdes 10 000 fordon per dygn som definition av större väg.

Resultat

Exponering

Resultaten från beräkningen av befolkningsexponeringen baserat på NO_x-halterna redovisas schematiskt i figur 5. Figur 5 visar att ombyggnadsalternativet i kombination med befolkningen 2010 innebär en förändring av befolkningsexponeringen jämfört med noll-alternativet och befolkningen 1997, främst genom att både antalet högt och lågt exponerade minskar.



Figur 5. Fördelningen av modellerade halter baserat på noll-alternativet och 1997 års befolkning, samt ombyggnadsalternativet och 2010 års befolkning.

Den befolkningsviktade exponeringen för NO_x sett över alla åldrar i Umeå redovisas i tabell 2. Ur tabell 2 framgår att exponeringen för ombyggnadsalternativet i kombination med befolkningen 2010 endast skiljer sig marginellt från motsvarande exponering baserat på befolkningen 1997.

Tabell 2. Befolkningsviktad exponering.

	Antal	Noll-alternativet	Ombyggnadsalternativet
NO _x (µg/m ³)			
Befolkning 1997	72339	19,22	18,18
Befolkning 2010	81484		18,17

Hälsokonsekvensberäkning

För hälsokonsekvensberäkningarna valdes två dos-responssamband baserat på NO_x. Beräkningen av befolkningsexponeringen anpassades till de åldersintervall som bäst motsvarar de som låg till grund för dos-responssambanden. För konsekvensberäkningen av mortalitet valdes sambandet från en studie på vuxna (5). För konsekvensberäkningen anpassades därför befolkningsexponeringen till att bara omfatta personer över 30 år. Det valda sambandet för astmasymptom bygger på små barn varför befolkningen begränsades till barn mellan 0 och 5 år (6). I tabell 3 redovisas de befolkningsviktade halterna beräknade för respektive population.

Tabell 3. Befolkningsviktade halter av NO_x för respektive alternativ och för relevanta åldersgrupper.

Hälsoutfall	Befolkning	Antal	NO _x (µg/m ³)		Differens	
			Noll-alternativet	Ombyggnadsalternativet	(b-a)	(d-a)
Dödlighet (ålder 30+)	1997	38491	19,90 (a)	18,46 (b)	-1,44	
	2010	45030		18,25 (d)		-1,65
Astma symptom (ålder 0-5)	1997	5227	16,94 (a)	16,41 (b)	-0,53	
	2010	5207		16,45 (d)		-0,49

Hälsokonsekvensberäkningarna bygger på den förändringen i befolkningsexponering för olika alternativ som redovisas i tabell 1. Resultatet av beräkningarna kan uttryckas på olika sätt beroende av om utfallen kvantifieras i faktiska tal eller ej. Den relativa förändringen av mortaliteten som förväntas vid genomförandet av ombyggnadsalternativet utan hänsyn till befolkningens utbredning 2010 beräknas till en minskning med 1,16%. Om beräkningen istället baseras på förändringen i mortalitet med hänsyn taget till den befolkningsviktade halten 2010 blir motsvarande minskning 1,34%. Den relativa skillnaden mellan dessa är ca 14%, vilket innebär att om ingen hänsyn tas till befolkningens geografiska utbredning 2010, underskattas hälsovinsten med avseende på mortalitet med ca 14%.

Tabell 4. Förändringen i mortalitet samt uppkomst av astmasymptom (antalet fall/år).

Scenario*	Mortalitet	Astmasymptom
b-a	-6,9	-6,9
d-a	-7,9	-6,4
Differens	-1	0,5
Procentuell skillnad	-14%	7%

a=befolkningsexponeringen baserat på befolkningen 1997 och noll-alternativet

b=befolkningsexponeringen baserat på befolkningen 1997 och ombyggnadsalternativet

d=befolkningsexponering baserat på befolkningen 2010 och ombyggnadsalternativet

För mortaliteten i absoluta tal innebär exponeringsförändringen för Umeå-projektet, beräknat på 1997 års befolkning, en minskning av antalet dödsfall med ca 6,9 per år jämfört med noll-alternativet, tabell 4. Om beräkningen i stället görs med hänsyn taget till befolkningen 2010 för ombyggnadsalternativet blir resultatet ca 7,9 sparade liv per år. Motsvarande beräkningar för astmasymptom i åldersgruppen 0-5 år redovisas i tabell 4. Här visar resultaten, till skillnad från beräkningarna av mortalitet, att hälsovinsten överskattas om ingen hänsyn tas till befolkningsexponeringen 2010. Skillnaden mellan beräkningarna förklaras av att olika åldersgrupper är bosatta olika i förhållande till trafiken.

För projektet är det differensen mellan hälsokonsekvensberäkningar som är det intressanta eftersom det blir ett mått på hur stort felet blir om hänsyn inte tas till att befolkningens geografiska utbredning förändras. I det aktuella exemplet som baseras på modellerade årsmedelhalter av NO_x skulle hälsovinsten med Umeå-projektet alltså underskattas med ca 14% för mortalitet och överskattas med ca 7% för astma utan hänsyn taget till att befolkningens utbredning förändras över tid.

Andra befolknings- och exponeringsdata

Avstånd till närmaste större väg beräknades för samtliga befolkningsrutor, och redovisas i tabell 5 som befolkningsviktade medelvärden. Ur tabell 5 framgår att för befolkningen i stort så minskar i genomsnitt avståndet till närmaste större väg vid genomförandet av ombyggnadsalternativet.

Tabell 5. Befolkningsviktade avstånd till närmaste större väg.

Avstånd (m) till väg med $\geq 10\,000$ fordon/dygn			
Befolkning	Antal	Noll-alternativet	Ombyggnadsalternativet
Alla åldrar, 1997	72339	580	441
Alla åldrar, 2010	81754		423

Ur tabell 5 framgår även att minskningen i det genomsnittliga avståndet underskattas något om inte hänsyn tas till befolkningen 2010. Ett annat sätt att beskriva förändringen i exponering baserat på avstånd, är att studera andelen personer som bor nära en större väg. I tabell 6 redovisas andelen av totala befolkningen och andelen barn som bor nära (75 meter eller närmare) en högt trafikerad väg.

Tabell 6. Andelen av totala befolkningen samt barn som bor nära en större väg.

	Bef 1997	Bef 2010
	≤ 75	≤ 75
Alla åldrar		
Noll-alternativet	5,0%	6,0%
Ombyggnadsalternativet	5,7%	7,5%
Barn 0-10 år		
Noll-alternativet	2,9%	3,4%
Ombyggnadsalternativet	3,2%	5,2%

Ur tabell 6 framgår att andelen barn som bor inom 75 meter från en högt trafikerad väg baserat på befolkningen 1997 och noll-alternativet var 2,9% och baserat på ombyggnadsalternativet 3,2%. Om hänsyn tas till befolkningens utbredning 2010 blir motsvarande andel för ombyggnadsalternativet 5,2%. Differensen mellan alternativen baserat på 1997 års befolkning blir då 0,3% enheter, medan differensen mellan alternativen med hänsyn taget till befolkningen 2010 för ombyggnadsalternativet blir 2,3% enheter.



Figur 6. Beviljade bygglov för bostäder mellan åren 1997 och 2010.

Uppgifter om beviljade bygglov för bostäder mellan åren 1997 och 2010 inhämtades från kommunen och redovisas översiktligt i figur 6. Medelhalten av NO_x för de nytillkomna fastigheterna var betydligt lägre jämfört med genomsnittet för hela befolkningen beräknat som oviktade halter, vilket speglar att tillkomsten av nya bostäder framförallt skett utanför centrum, tabell 7. Även om de nytillkomna fastigheterna ligger lägre i haltnivå jämfört med hela befolkningen så innebär ombyggnadsalternativet innebär en ökning av exponeringen för nytillkomna fastigheter (från 11,7 till 12,3 µg/m³) till skillnad från resultaten baserat hela befolkningen (från 18,6 till 17,4 µg/m³) (tabell 7).

Tabell 7. Medelhalten NO_x för beviljade bygglov för bostäder och för befolkningsrutorna (oviktat).

	Antal	NO _x	(µg/m ³)
Beviljade bygglov 1997-2010		Noll- alternativet	Ombyggnads- alternativet
Alla bostäder	580	11,7	12,1
Enfamiljshus ¹	412	8,6	9,9
Flerfamiljshus	119	21,5	19,5
Befolkning 1997, oviktad ²	1512	19,2	17,9
Befolkning 2010, oviktad ²	1624	18,6	17,4

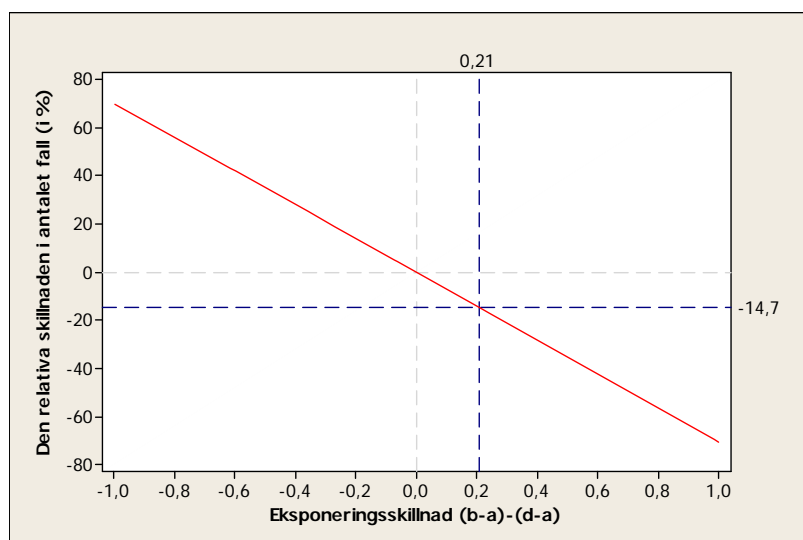
1 ej radhus, parhus eller kedjehus

2 medelhalten för befolkningsrutorna utan hänsyn taget till antalet personer i varje ruta

Diskussion

Projektets huvudfrågeställning var vilken betydelse förändringen i befolkningens geografiska utbredning, under byggnadstiden för ett större vägprojekt, har för resultaten i en hälsokonsekvensbedömning som genomförs i projektets början. Resultaten från beräkningarna i rapporten visar att hälsovinsten för mortalitet i det aktuella exemplet (Umeå-projektet) skulle underskattas med ca 14%, baserat på NO_x , om inte hänsyn tas till att befolkningens utbredning förändras under projektets gång.

I figur 7 presenteras hur den relativa skillnaden i antal fall för mortalitet beror av storleken på skillnaden i exponering mellan noll- och ombyggnadsalternativet, med och utan hänsyn taget till förändring i befolkningens utbredning, dvs storleken på skillnaden mellan (b-a)-(d-a) (se tabell 1). Figur 7 bygger på de förutsättningar som gäller för exemplet i denna rapport. De grå linjerna representerar skillnaden 0 (dvs (b-a)-(d-a) = 0) medan de blåstreckade linjerna visar resultatet från rapportens exempel, Umeå-projektet. Den röda linjen anger den relativa skillnaden i antalet fall för olika värden av exponeringsskillnaden (b-a)-(d-a) där (b-a) är given och lika med exponeringsskillnaden för Umeå-projektet.



Figur 7. Den relativa skillnaden i antal fall (i %) beroende av exponeringsskillnaden mellan noll- och ombyggnadsalternativet med och utan hänsyn taget till förändring i befolkningens utbredning.

Ur figur 7 framgår att om skillnaden i exponering är positiv (dvs $(b-a) > (d-a)$) så underskattas hälsovinsten av ombyggnadsalternativet om inte hänsyn tas till förändring i befolkningens utbredning. Alternativt, om skillnaden i exponering är negativ (dvs $(b-a) < (d-a)$) så överskattas hälsovinsten av ombyggnadsalternativet om inte hänsyn tas till förändring i befolkningens utbredning. Exempelvis, om skillnaden i exponering ((b-a)-(d-a)) uppgår till $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ så underskattas hälsovinsten av förändringen, enligt figur 7, med ca 70%. I exemplet i denna rapport var skillnaden ca $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket sannolikt är mer realistiskt och motsvarade en underskattning av hälsovinsten med ca 14% när ingen hänsyn togs till förändringen i befolkningens geografiska utbredning.

Är detta skillnad av reell betydelse för en hälsokonsekvensbedömning? I rapportens exempel är betydelsen av att inte ta hänsyn till förändring i befolkningens utbredning liten. "Felet" bidrar inte till att den huvudsakliga slutsatsen om projektets inverkan på folkhälsan förändras, och skillnaden i absoluta hälsoutfall är marginell. Förutsättningarna är dock olika för varje enskilt projekt och hänsyn måste tas till hur många som förväntas påverkas av projektet och även projekttiden vilken är av betydelse för hur mycket befolkningen hinner förändras geografiskt.

I en hälsokonsekvensbedömning görs många antaganden som alla bidrar med en viss osäkerhet. I all exponeringsbedömning bör man eftersträva att i så stor utsträckning som möjligt minska felklassificering,

vilken annars kan leda till felaktiga resultat eller slutsatser (8). Exponeringsberäkningen och befolkningsdata är således avgörande för en hälsokonsekvensbedömnings validitet generellt. Vid alternativjämförelse är det också viktigt att ingående datas validitet inte är olika mellan de olika alternativ som jämförs, och här finns uppenbara risker då det handlar om att ta hänsyn till befolkningens utbredning i framtiden. I detta projekt används exponeringsdata för två olika alternativ men som kan anses vara helt likställda vad avser validiteten på ingående data. Uppgifterna om befolkningen kommer från samma grunddatabas både för befolkningen 1997 och 2010, vilket är möjligt då data för båda alternativen samlats in retrospektivt. Vid uppstarten av ett projekt kan utföraren av en hälsokonsekvensbedömning få tillgång till aktuell befolkning via register, medan bedömningen av en framtida befolkning är beroende av tillgängliga planer och prognoser. Även om det finns uppenbara osäkerheter i att försöka beskriva befolkningens utbredning i framtiden, är det ändå relevant att ta fram ett underlag som utgår från befolkningen vid projektets början och sedan komplettera utifrån befintliga plandokument. Den utökade informationen ger utföraren en chans att förhålla sig till förändringen av befolkningens utbredning över tid, och således även bedöma betydelsen av denna för resultatet av hälsokonsekvensbedömningen.

Ett viktigt hjälpmedel för att beskriva befolkningens utbredning några år framåt i tiden är kommunernas översiktsplaner. I översiktsplanen redovisas kommunens långsiktiga plan för framtida markanvändning, inklusive bostadsområden. Planen ska blicka långt fram i tiden (15-20 år) men dess aktualitet skall ses över varje mandatperiod (SFS 2010:900). Även om översiktsplaner ger en relativt lågupplöst bild av framtiden kan de ändå ge en fingervisning och ligga till grund för en uppskattning av befolkningsutbredningen över tid. Exempelvis anges i Umeå kommuns översiktsplan från 1998 en uppskattning om antalet lägenheter och personer uppdelat på bostadsområden för den kommande 10-årsperioden (Umeå ÖPL 1998). Vi har dock inte inom projektet utvärderat i vilken utsträckning byggandet av de bostadsområden som planerades i ÖPL 1998 genomförts. Vilka ytterligare prognosverktyg som finns och är tillgängliga för att prospektivt beskriva befolkningens geografiska utbredning har inte kartlagts vidare inom ramen för projektet.

Eftersom projektet syftar till att beskriva metodologiska aspekter vid en hälsokonsekvensbedömning, har hälsokonsekvensberäkningarna begränsats till en exponeringsmarkör, NO_x . NO_x är en etablerad markör för fordonsavgaser och det finns relevanta dos-responssamband från epidemiologiska studier. Det finns även andra vanligt förekommande metoder för att beskriva exponering för trafikavgaser t.ex. geografiska exponeringsmått såsom avståndet från bostaden till närmaste större väg. För att exemplifiera betydelsen av olika exponeringsmått beräknades avståndet till närmaste större väg baserat på samma trafikdata som använts för beräkningarna av NO_x . Resultatet visade att en större andel av befolkningen kommer att bo närmare en större väg efter vägomläggningen, och att denna andel underskattas om ingen hänsyn tas till förändring i befolkningens utbredning. Även om mönstret är det omvända gentemot resultaten baserat på den modellerade halten NO_x , är det rimligt då vägomläggningen syftar till att flytta de större vägarna bort från centrum. I sammanhanget bör påpekas endast en definition av större väg användes inom projektet, och att hur definitionen görs påverkar resultaten. Vilken definition man väljer kan bero både på stadens storlek och vilken trafiksammansättning som anses mest intressant, men vid hälsokonsekvensberäkningar även på vilken definition som använts för ett aktuellt dos-responssamband. Det finns vetenskapligt underlag för att en ökad exponering för trafikavgaser, indikerat via modellerade halter av NO_x , bidrar till ökad ohälsa samt studier som pekar på riskerna med att bo geografiskt nära en högt trafikerad väg (9). Båda typerna av exponeringsmått kan således vara relevanta att redovisa i en hälsokonsekvensbedömning.

På samma sätt som utföraren av en hälsokonsekvensbedömning för ett större vägprojekt förväntas ha både befintlig och planerad bebyggelse i åtanke, är det rimligt att större planerade infrastrukturella projekt tas hänsyn till i samhällsplaneringen. Bygglov som beviljats under byggnadstiden av ett större infrastrukturellt projekt kan ge en indikation i vilken utsträckning detta har skett. I projektet studerades Umeå-projektet och antalet beviljade bygglov mellan 1997 och 2010. Sett till alla bostäder, oavsett typ av byggnad, som beviljats bygglov under projekttiden så blev genomsnittshalten för NO_x lägre jämfört med genomsnittshalten för hela befolkningen. Det finns dock flera osäkerheter kring informationen om beviljade bygglov som måste beaktas innan informationen används i en hälsokonsekvensbedömning. Den kanske största svårigheten är att

uppskatta hur många personer som kan tillskrivas varje byggnad. I det aktuella exemplet fanns 412 enfamiljshus och 119 flerfamiljshus, vilket innebär att enfamiljshusen har stort inflytande på en beräknad medel exponering om ingen hänsyn kan tas till hur många personer som bor i respektive bostad. Om det funnits information om ett förväntat antal personer per bostad, skulle medel exponering för de bostäder som beviljats bygglov öka eftersom flerfamiljshusen inrymmer betydligt fler personer än enfamiljshusen, och flerfamiljshusen tenderar att byggas i mer centrala områden med högre trafikbelastning (tabell 7). En ytterligare faktor till osäkerhet är hur registren är uppbyggda och möjligheten att vid flera beviljade bygglov på samma fastighet särskilja olika byggnadstyper från varandra.

Sammanfattningsvis är betydelsen av befolkningens utbredning för resultaten i en hälsokonsekvensbedömning avhängigt vart det tillkommer nya bostadsområden. I figur 2 som baseras på Umeå-projektet syns tydligt i vilka områden som vägomläggningen enligt ombyggnadsalternativet kommer att innebära en ökad respektive minskad exponering. Desto större andel av befolkningen som under projektets gång tillkommer i de gröna områdena, desto större blir underskattningen av hälsovinsten i jämförelse med om beräkningarna enbart baseras på befolkningen i projektets början. Vilka resurser som är rimliga att lägga på att beskriva befolkningens utbredning över tid i förhållande till det eventuella fel som avsaknaden av hänsyn till detta kan medföra måste bedömmas från fall till fall. Med hänvisning till resultaten från projektet är det dock rimligt att utföraren använder befintliga översikts- eller detaljplaner för att göra en första bedömning av betydelsen av befolkningens utbredning över tid. Då hälsa är en grundpelare i miljölagstiftningen bör denna finnas med som en viktig faktor tidigt i planeringsprocessen, och där utgör hälsokonsekvensbedömning ett viktigt verktyg.

Referenser

1. <http://www.folkhalsomyndigheten.se/amnesomraden/livsvillkor-och-levnadsvanor/folkhalsans-utveckling-malomraden/>
2. Lars Modig, Lennart Jonsson, Annika Hagenbjörk-Gustafsson, Bertil Forsberg. Utveckling av metoder att förutsäga och följa upp trafiklösningars betydelse för luft-föroreningsexponering och hälsorisker. Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporter 2011:1.
3. <http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Halsa/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/Handbok-for-vagtrafikens-luftfororeningar/>
4. <http://www.smhi.se/airviro>
5. Nafstad P et al. Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. *Environ Health Perspect* 2004, 112(5):610-615.
6. Nordling E et al. Traffic-Related Air Pollution and Childhood Respiratory Symptoms, Function and Allergies. *Epidemiology* 2008, 19(3):401-408.
7. Omstedt G, Forsberg B, Nerhagen L, Gidhagen L, Andersson S: SIMAIRscenario- ett modellverktyg för bedömning av luftföroreningars hälsoeffekter och kostnader. Norrköping: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), Meteorologi Nr 146; 2011.
8. Nieuwenhuijsen MJ. Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology. Oxford: Oxford University press; 2003.
9. WHO. Review of evidence on health aspects of air pollution- REVIHAAP project technical report. Regional office for Europe, Copenhagen, Denmark:2013.