

Utvärdering av dubbdäcksförbud på Kungsgatan och Fleminggatan

*Effekten på luftkvaliteten, emissionerna till luften samt
trafiken och dubbdäcksanvändningen*



Slutrapport

Michael Norman

Utfört på uppdrag av Trafikkontoret

Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning	5
Trafik och dubbdäcksanvändningen	5
Uppmätta halter	5
Beräkningar av PM10-emissioner	5
Beräkningar av PM10-halter	6
Inledning	7
Trafik	8
Trafikmätningar	8
Dubbdäcksanvändningen.....	9
Mätningar	11
Jämförelse med miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål	12
Mängden damm på körbanan; <i>Av Mats Gustafsson, VTI</i>	13
Trend av PM10 och NO _x	14
Modellberäkningar.....	16
Beräkningsförutsättningar	16
<i>Trafik</i>	16
<i>Dubbdäcksanvändning</i>	17
<i>Aktiviteter</i>	17
<i>NO_x-emissioner och -halter</i>	17
<i>Meteorologi</i>	17
Scenarier.....	17
<i>Verkligt scenario</i>	17
<i>Utan dubbdäckförbud på Kungsgatan och Fleminggatan</i>	17
<i>Teoretiskt scenario med 65 % dubbdäcksandel</i>	18
PM10-emissioner	18
<i>Skillnad med eller utan dubbförbud</i>	18
<i>Skillnad mellan förbud och 65 % dubbandel</i>	19
PM10-halter	20
<i>Fleminggatan</i>	20
<i>Kungsgatan</i>	21
<i>Hantverkargatan</i>	22
Referenser	23

Förord

Dubbdäcksförbud infördes på Fleminggatan och Kungsgatan från 1 januari 2016. Denna rapport analyserar effekten av förbudet på partikelhalterna, PM10, under de fem första månaderna av 2016. Rapporten innehåller en analys av uppmätta luftföroreningshalter, beräkningar av emissionerna och halter av PM10 samt analys av trafikräkningar och dubbdäcksanvändningen.

Rapporten innehåller även en analys av ett teoretiskt scenario där effekterna på Kungsgatan och Fleminggatan jämförs med en dubbdäcksandel på 65 %. Detta görs enbart för att de ska kunna vara möjligt att jämföra resultaten med tidigare utredning av effekten av dubbdäcksförbud på Hornsgatan.

En delrapport med preliminära resultat har levererats till Trafikkontoret i april 2016 (Norman 2016a).

Rapporten är sammanställd av Michael Norman vid SLB-analys. Stycket om vägdamms på körbanan är författat av Mats Gustafsson vid VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Beställare vid Trafikkontoret var Kerstin Alquist.

Uppdragsnummer:	2016088
Daterad:	2016-08-19
Handläggare:	Michael Norman
Status:	Granskad av Christer Johansson, Malin Tappefur och Boel Lövenheim



Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 8136
104 20 Stockholm
www.slb.nu

Sammanfattning

Dubbdäckförbud infördes på Fleminggatan och Kungsgatan från 1 januari 2016. Syftet med förbudet var att förbättra luftkvaliteten på de aktuella gatorna. Sedan tidigare finns dubbdäckförbud på Hornsgatan (från 1 januari 2010). Denna rapport behandlar effekten på halterna av partiklar (PM10) och emissionerna av PM10 till luften under januari till och med maj 2016. Den innehåller även en analys av effekten på trafiken och dubbdäcksanvändningen. Det är förhållandet före infört dubbdäcksförbud vilket avser hösten 2015 som jämförs med förhållandet efter infört dubbdäckförbud vilket avser perioden 1 januari till sista maj 2016.

Trafik och dubbdäcksanvändningen

Andelen lätta fordon med dubbdäck var ca 40 % innan förbudet och minskade till ca 30 % på Fleminggatan och Kungsgatan efter att förbudet införts. Trafikmängden minskade från 17900 till 15600 fordon per dygn på Fleminggatan och från 14800 till 13700 fordon per dygn på Kungsgatan. Antalet fordon med dubbdäck minskade med ca 2500 per dygn på Fleminggatan och ca 1500 per dygn på Kungsgatan. Antalet fordon med dubbdäck ökade eventuellt samtidigt med 0-250 per dygn på Hantverkargatan.

Uppmätta halter

De uppmätta halterna av PM10 på Fleminggatan hamnar under EU:s miljökvalitetsnorm, men över det svenska miljökvalitetsmålet, under januari till maj 2016. På Fleminggatan uppmättes 18 dygn över miljökvalitetsnormen, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, där dygnsmedelvärdet får överskridas maximalt 35 dygn under ett år. Samtliga dygn med PM10-halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inträffade från slutet av januari till första halvan av april och enbart då körbanan var torr eller delvis torr.

Det är svårt att dra några slutsatser av effekten på halterna av infört dubbdäcksförbud på Fleminggatan enbart baserat på mätningar. Detta beror på att mätningar endast är utförda under en kort tid år 2013 och 2015/2016. Meteorologin har stor inverkan på halterna och orsakar variation mellan åren. Under vintern 2015/2016 var vädret inte lika gynnsamt för PM10-halterna jämfört med tidigare år och halterna har av den orsaken ökat på samtliga mätstationer i Stockholm vintern 2015/2016 jämfört med de tidigare två åren. Kvarstår dubbdäcksförbudet så kommer även hösten inledas med en mindre dubbdäcksandel på förbudsgatorna. Detta minskar mängden ansamlad vägdamm under hela vinterperioden och talar för en större effekt på halterna av PM10 under kommande år.

Beräkningar av PM10-emissioner

En beräkningsmodell (NORTRIP) har använts på Fleminggatan och Kungsgatan för att beräkna emissioner och halter av PM10. Modellen har även använts för att studera skillnaden med och utan dubbdäcksförbud.

Beräkningar visar att emissionerna av PM10 på Fleminggatan har minskat med 21 % och på Kungsgatan med 17 % under januari till och med maj 2016 tack vare den minskade dubbdäcksanvändningen och minskad trafik. Minskningen var ännu högre under dygnen med de högsta halterna, 26 % respektive 20 % på Fleminggatan och Kungsgatan.

Beräkningar av PM10-halter

Medelvärde av PM10 på Fleminggatan under januari till och med maj 2016 minskade med $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genom dubbdäcksförbudet vilket motsvarar en minskning med 6,6 % av totala halten och en minskning av det lokala bidraget med 15 %. För dyggen med de högsta halterna så minskade de totala halterna med $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket motsvarar 9,5 %. Det lokala haltbidraget minskade då med 13 %. För beräknat antal dygn med PM10 halter över miljö kvalitetsnormen, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, så innebär dubbdäcksförbudet ingen skillnad mot de uppmätta 18 dyggen över miljö kvalitetsnormen på Fleminggatan under januari-maj 2016. Anledningen är att dygnsmedelhalterna var så pass högt över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ att haltsänkningen till följd av dubbdäcksförbudet inte ledde till att de höga dygnsmedelhalterna klarade miljö kvalitetsnormen på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

För Kungsgatan minskade medelvärde under januari till maj 2016 med $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genom dubbdäcksförbudet. Det motsvarar en minskning med 5,9 % av PM10-halten och 16,6 % minskning av det lokala bidraget. Antalet dygn över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ minskade från 5 till 3 tack vare dubbdäcksförbudet.

Inledning

Stockholm har ända sedan miljö kvalitetsnormen för PM10 (massan av partiklar mindre än 10 µm) skulle uppnås 1 januari 2005 haft problem med att klara det av EU uppsatta gränsvärdet för antal dygn med höga PM10-värden (Eneroth, 2016). Genom olika studier har det konstaterats att användningen av dubbdäck är en starkt bidragande orsak till de höga halterna av PM10 under senvintern och våren (Johansson och Norman, 2008). Även laboratorieexperiment har visat att mängden grova partiklar (mellan 2.5 och 10 µm i diameter) ökar kraftigt då dubbdäck används jämfört med dubbfria vinterdäck (Gustafsson et al., 2009). Dubbdäcken ger dessutom en rad andra negativa effekter såsom högre bullernivåer och ökat slitage av vägbanorna jämfört med odubbade vinterdäck. De grova partiklarna som bildas och bidrar till förhöjda PM10-halter i luften, har även påvisats ge upphov till ökad sjuklighet och dödlighet bland befolkningen i Stockholm (Meister mfl., 2012).

Under hösten 2009 beslutade regeringen att ge kommunerna möjlighet att införa förbud mot fordonstrafik med dubbdäck på enskilda vägar eller gator. Dubbdäcksförbud infördes med start 1 januari 2010 på Hornsgatan i Stockholm. Effekten på såväl dubbdäcksanvändningen, emissionerna av PM10, samt halterna av PM10 i luften blev positiv (Johansson m.fl., 2011; Norman m.fl., 2016). Dubbdäcksanvändningen minskade från 65 % till 30 % och trafiken minskade med 6000 fordon per dygn. PM10-halterna på Hornsgatan minskade med 15 % till 25 % för januari till och med maj under de två första åren efter förbudet. Även på övriga gator i innerstaden minskade dubbdäcksanvändningen med lägre PM10 halter som följd. Däremot räckte inte minskningen i PM10-halten till att klara miljö kvalitetsnormen på Hornsgatan under perioden 2010-2013.

Trafikkontoret har under de senaste åren vidtagit flera andra åtgärder för att minska PM10-halterna i Stockholm. Detta har bland annat innefattat storskalig dammbindning, intensifierade städinsatser, bland annat med moderna maskiner utan vatten, samt minimerad användning av sand. Dessa insatser har till stor del bidragit till att miljö kvalitetsnormen för PM10 har klarats i Stockholms innerstad under både 2014 och 2015 (Gustafsson m.fl., 2016).

För att ytterligare sänka halterna av PM10 i Stockholm och för att vidta åtgärder mot källan, det vill säga dubbdäcken, så infördes dubbdäcksförbud på Fleminggatan och Kungsgatan i Stockholm med start 1 januari 2016. Förbudet gäller för hela Fleminggatan och på Kungsgatan mellan Sveavägen och Birger Jarlsgatan. Förbuden gäller inte för trafik som korsar gatorna.

SLB-analys fick i uppdrag att utvärdera effekten av dubbdäckförbudet på PM10-halterna, emissionerna av PM10 till luften, dubbdäcksanvändningen samt på trafiken.

Trafik

Trafikmätningar

Trafikkontoret genomförde trafikmätningar på Fleminggatan, Kungsgatan och Hantverkargatan före och efter genomförandet av dubbdäckförbudet. Varje mätning utförs under en till tre veckor. Hantverkargatan valdes eftersom det fanns misstankar om att trafik skulle flyttas från Fleminggatan till Hantverkargatan i samband med förbudets införande. I Tabell 1 visas den genomsnittliga trafiken under vardagsdygn. För både Kungsgatan och Fleminggatan minskade trafiken från hösten till våren med uppskattningsvis 1100 per dygn på Kungsgatan och 2200 per dygn på Fleminggatan. Minskningarna är statistiskt signifikanta (95 % konfidensintervall). Ingen skillnad i hastighet uppmättes. Den tunga trafikandelen minskade något på både Kungsgatan och Fleminggatan mellan hösten till våren. Andelen tung trafik är viktig då den står för en stor del av utsläppen av kväveoxider (NO_x) på gatorna i Stockholm (Burman och Johansson, 2010) samt att den bidrar starkt till uppvirvling av vägdamm från körbanan (Denby m.fl. 2013a, Denby m.fl. 2013b).

På Hantverkargatan ökade trafiken däremot något vid jämförelse mellan september och februari/mars. Skillnaden var ungefär 250 fordon per dygn och är statistiskt signifikant, men det är svårt att dra några slutsatser om orsak. Andelen tunga fordon på hantverkargatan har enligt mätningarna ökat tydligt mellan hösten till våren. Det är svårt att förklara då ingen större omläggning av busstrafiken har gjorts.

Tabell 1. Trafikmängden per dygn under vardagar samt hastighet och tung trafikandel 2015/2016.

Gata	Hösten 2015			Feb/Mars 2016			Skillnad trafik (antal/dygn)
	Trafikflöde under vardagsdygn (antal/dygn)	Hast. (km/h)	Tung trafik andel (%)	Trafikflöde under vardagsdygn (antal/dygn)	Hast. (km/h)	Tung trafik andel (%)	
Flemingg.	17900 (dec)	33,3	9,4	15600	33,1	8,2	-2200
Kungsg.	14800 (nov)	29,6	9	13700	29,8	6,9	-1100
Hantverkarg.	6900 (sep)	27,9	8,3	7150	27,6	12,7	+250

Trafikmätningarna på Fleminggatan under hösten 2012 (samma vintersäsong som de senaste luftkvalitetsmätningarna genomfördes på Fleminggatan) visas i Tabell 2. Mellan hösten 2012 och hösten 2015 har trafiken minskat med cirka 1000 fordon per dygn. Samtidigt har andelen tung trafik ökat under samma period. Förmodligen består ökningen av tung trafik på tätare busstrafik. Hastigheten har ökat något mellan 2012 till 2015.

Tabell 2. Trafikmängden per dygn under vardagar samt hastighet och tung trafikandel på Fleminggatan under september 2012.

Gata	September 2012		
	Trafikflöde under vardagsdygn (antal/dygn)	Hastighet (km/h)	Tung trafik andel (%)
Fleminggatan	18900	30,6	7,4

Från 1 januari 2016 genomfördes även en större förändring av trängselskatten i Stockholm. Avgifterna för att passera in och ut ur Stockholms innerstad höjdes och trängselskatt infördes på Essingeleden. Effekten har inneburit att trafiken både på Essingeleden och in och ut från innerstaden har minskat med 3-4 % (Trafikverket, 2016). Förändringen i trängselskatt kan ha påverkat trafiken på gator som behandlas i denna rapport. Även trafikförflyttningar till följd av arbeten kan ha påverkat siffrorna i denna rapport.

Dubbdäcksanvändningen

SLB-analys räknar andelen lätta fordon (personbilar och lätta lastbilar) som använder dubbdäck. Räkningarna har utförts under varje vecka från november till december och varannan vecka under januari till mars. Räkningen utförs genom att lyssna på ljudet när fordonen passerar. Metoden kräver avsaknad av snö, is och vatten på körbanan. I Tabell 3 visas resultatet av dubbdäcksräkningar före och efter införandet av dubbdäcksförbudet samt som jämförelse siffror från föregående år. Osäkerhetsintervallet anger standardavvikelsen mellan de olika räkningstillfällena.

Tabell 3. Andelen lätta fordon med dubbdäck före respektive efter förbudet.

	januari – mars 2015	december 2015	januari – mars 2016
Fleminggatan	38±2 %	37±5 %	31±3 %
Kungsgatan	-	34±1 %	31±2 %
Hantverkargatan	-	39±6 %	43±5 %
Sveavägen	43±4 %	38±1 %	40±4 %
Folkungagatan	40±2 %	32±2 %	38±2 %
Hornsgatan	24±4 %	24±4 %	27±2 %
Ringvägen	31±5 %	34±1 %	35±4 %
Södermälärstrand	48±3 %	39±2 %	44±5 %
Valhallavägen	47±4 %	-	44±6 %

Minskningen av andelen lätta fordon med dubbdäck vid införandet av förbudet är sannolikt underskattat med ca 2-6 procentenheter. Milt väder under december medförde att en del bytte till vinterdäck sent i december alternativt i början på januari under juledigheten. Detta kunde ses genom en ökning av andel fordon med dubbdäck under januari på alla gator utom Fleminggatan och Kungsgatan.

På Fleminggatan och Kungsgatan minskade dubbdäcksanvändning i samband med införandet av förbudet med 3-6 procentenheter och är statistiskt signifikant (95 % konfidensintervall). Mot hänsyn till ovanstående så är det sannolikt att den observerade minskningen är underskattad med ca 4 procentenheter. På Hantverkargatan ökade dubbdäcksanvändningen i snitt med 4 procentenheter över årsskiftet och hade en dubbdäcksandelen på 43 % under januari-mars. Ökningen på Hantverkargatan är inte större än den på de andra gatorna som inte har förbud. Fleminggatan är också den enda gatan som uppvisar en statistiskt signifikant minskning från jan-mars 2015 till jan-mars 2016.

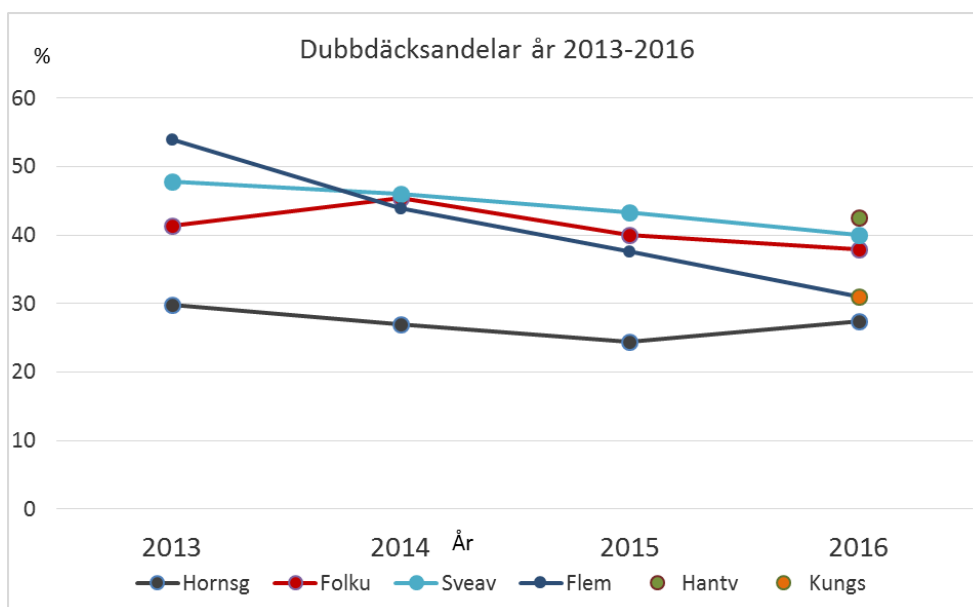
Genom att jämföra trafikräkningarna och dubbdäcksräkningarna kan vi beräkna ungefär skillnaden i många fordon per dygn som använde dubbdäck på de olika gatorna före och efter förbudet. Vi tar då hänsyn till att siffrorna under december troligen är något underskattade på

dubbdäcksandelen genom att öka de uppmätta värdena i december med 2 respektive 6 procentenheter

Beräkningarna visade att antalet fordon med dubbdäck minskade med mellan 1000 och 1700 fordon/dygn på Kungsgatan och mellan 2100 och 2800 fordon/dygn på Fleminggatan efter införandet av dubbdäcksförbudet. Det stora spannet beror på den osäkerheten i hur stor den generella ökningen i dubbdäcksandel (2-6 procentenheter) var i staden mellan december till februari/mars. Samtidigt verkar det som om antalet fordon med dubbdäck på Hantverkargatan ökade något, mellan 0 och 250 fordon/dygn. Det går inte att säkerställa i vilken mån detta beror på förbudet på Fleminggatan. Oavsett vilket så är den eventuella ökningen av antalet fordon med dubbdäck på Hantverkargatan mycket mindre än minskningen på Fleminggatan.

De uppmätta dubbdäcksandelarna på de nya förbudsgatorna är nästan i nivå med Hornsgatan som har haft dubbdäcksförbud sedan 2010. Trenden av dubbdäcksanvändningen sedan 2013 har varit långsamt nedåtgående på samtliga räknade gator, vilket illustreras av Figur 1 (Brydolf m.fl. 2016). Ett undantag är att en liten ökning under vintern 2016 observerades på Hornsgatan. Även innan förbudet infördes för Fleminggatan har en tydligt nedåtgående trend observerats mellan 2013 till 2015. Ur ett fyraårigt perspektiv så har dubbdäcksandelarna minskat från 54 % till 31 % på Fleminggatan, vilket är en stor minskning.

Enligt Trafikverkets studie av dubbdäcksanvändningen i Sverige så är det enbart i Stockholm och region syd som dubbdäcksanvändningen minskat (Trafikverket 2015). I stora delar av landet är dubbdäcksanvändningen relativt konstant.

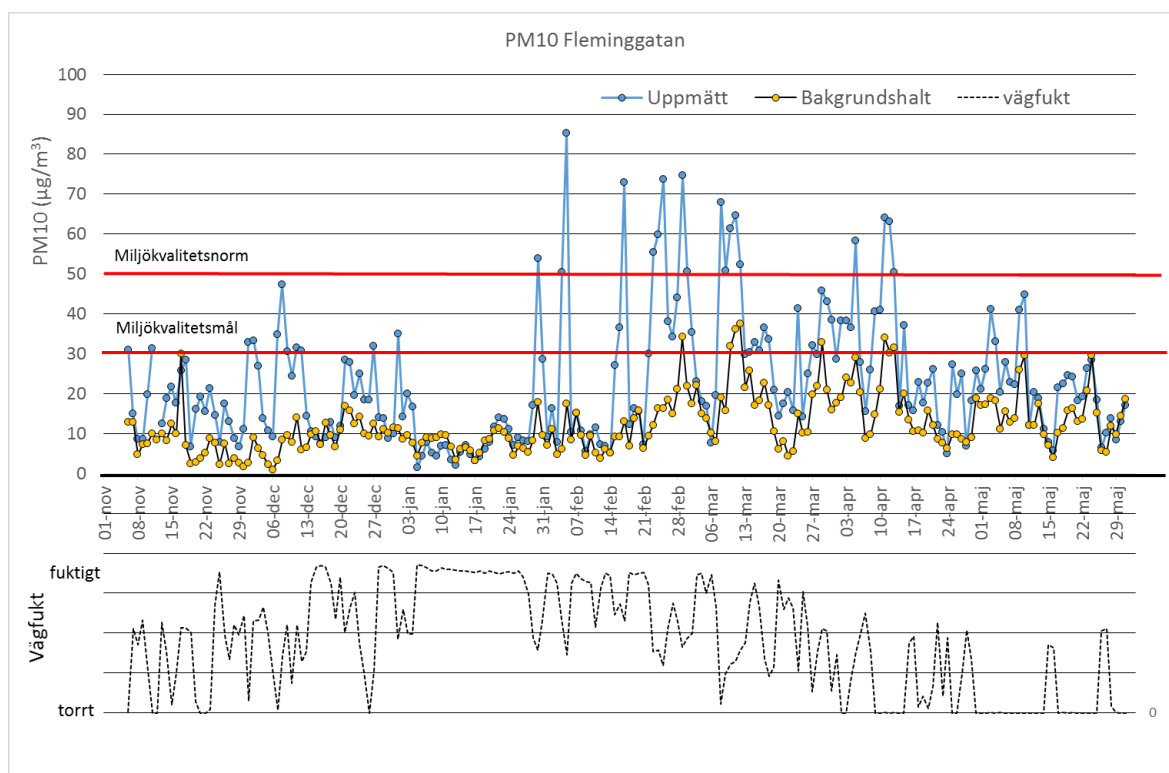


Figur 1. Trenden över dubbdäcksandelarna på utvalda gator under 2013-2016.

Mätningar

Mätningar av bland annat PM10, kväveoxider (NO_x) och kvävedioxid (NO₂) genomförs kontinuerligt på flera gator i Stockholms innerstad som en del i den lagstadgade luftkvalitetsövervakningen (Eneroth, 2016). Mätningar sker bland annat på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och Folkungagatan. Som komplement till den normala övervakningen inrättades en temporär mätstation på Fleminggatan 59 som var i drift från 1 november 2015 till 31 maj 2016. Mätningarna sträckte sig alltså över två månader före och fem månader efter införandet av dubbdäcksförbudet. Mätningarna utfördes på samma plats som mätningarna vintern/våren 2013 (Gustafsson m. fl., 2014). Mätningarna innefattade PM10, NO_x, NO₂ samt vägytans fuktighet.

De uppmätta dygnsmedelvärdena av PM10 under perioden visas i Figur 2. I samma figur visas även de uppmätta bakgrundshalterna. Den urbana bakgrundstationen i Stockholm är belägen på taket till Torkel Knutssongatan på Södermalm och drivs av Östra Sveriges Luftvårdsförbund (Burman och Engström Nylén, 2016). Genom åtgärder som genomförs på enskilda gator kan enbart den del av halterna som kommer från just den enskilda gatan sänkas. Detta kallas det lokala bidraget och kan fås fram genom att subtrahera den uppmätta bakgrundshalten från de uppmätta halterna på gatan. I Figur 2 är det lokala bidraget den del av PM10-halten som ligger ovanför bakgrundshalten. I Figur 2 visas även dygnsmedelvärdet för vägytans fuktighet på Fleminggatan.



Figur 2. Uppmätta dygnsmedelhalter av PM10 på Fleminggatan samt vid den urbana bakgrundstationen Torkel Knutssongatan på Södermalm. I den undre delen av figuren syns även dygnsmedelvärdet för vägytans fuktighet.

Halterna av PM10 var något förhöjda under delar av november och till liten del även i inledningen av december. Under januari var körbanan fuktig på grund av snö vilket effektivt förhindrade att partiklar från körbanan emitterades till luften. Under denna period var halterna på gatan i stort sett desamma som halterna vid bakgrundsstationen Torkel Knutssonsgatan på Södermalm. När körbanan helt eller delvis torkar upp för första gången under slutet av januari så uppträder höga PM10-halter. Detta fortsätter under februari till och med mitten av april.

Jämförelse med miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål

Miljö kvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats nationellt i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden.

Det nationella miljö kvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag. Halterna av luftföroreningar ska senast till år 2020 inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål.

Miljö kvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljö kvalitetsmålen. Miljö kvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

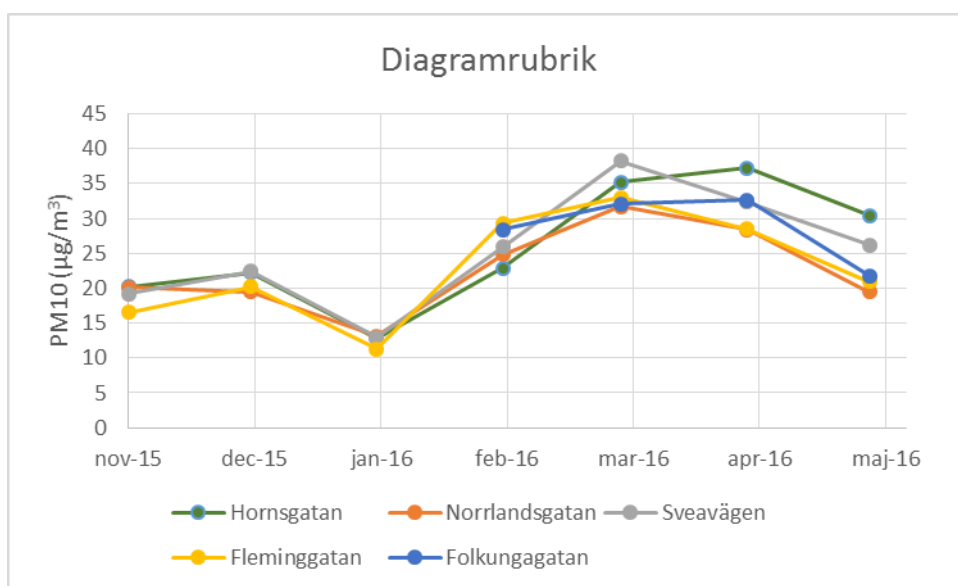
De uppmätta dygnsmedelhalterna på Fleminggatan hamnar under miljö kvalitetsnormen, men över miljö kvalitetsmålet för PM10 under januari till maj 2016, vilket kan ses i Tabell 4. Halterna på Fleminggatan var i genomsnitt lägre än på de flesta andra gator i staden där mätningar utfördes. Halterna på de olika gatorna i staden beror på flera faktorer såsom gaturummet utformning, trafikmängd och fordons hastighet. Fleminggatan hade 18 dygn över miljö kvalitetsnormen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som får överskridas maximalt 35 dygn under ett år. Samtliga dygn med PM10-halter över normvärdet inträffade från slutet av januari till första halvan av april och enbart när körbanan var torr eller delvis torr. Merparten inträffade mellan 15 februari till 15 mars, vilket kunde ses i Figur 2. Flera av de uppmätta dygnen var precis över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Exempelvis uppmättes 7 dygn med PM10-halter mellan 50 och $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, men endast ett dygn mellan 45 och $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 4. Medelvärde samt antal dygn över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (miljö kvalitetsnorm) och $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (miljö kvalitetsmål) på Fleminggatan samt andra stationer i Stockholms innerstad under januari till och med maj 2016. Miljö kvalitetsnormen tillåter maximalt 35 dygn över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per kalenderår och miljö kvalitetsmålet maximalt 35 dygn över $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per kalenderår.

	PM10 medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dygn >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (antal)	Dygn >30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (antal)
Fleminggatan	24,5	18	44
Hornsgatan	27,7	19	58
Sveavägen	27,0	19	54
Norrlandsgatan	23,5	8	44
Folkungagatan	27,3	18	46

Figur 3 visar de uppmätta månadsmedelvärdena av PM10, vilket visar att Fleminggatan hade högst halter av alla stationer under februari, d.v.s. tidigt under våren. Därefter sjönk halterna jämfört med de andra stationerna för att istället vara bland de lägsta under april och maj.

Anledningen till att PM10-halterna var höga tidigt under våren på Fleminggatan är inte klarlagt. Periodvis hade vintern 2015/2016 mer snö än de senaste vintrarna vilket bland annat innebar att en del sand användes på gångbanor runt om i staden och även på Fleminggatan. Detta kan ha bidragit till de höga halterna tidigt under säsongen. Även höga halter av vägdamm på körbanan uppmättes på Fleminggatan (se nedan).



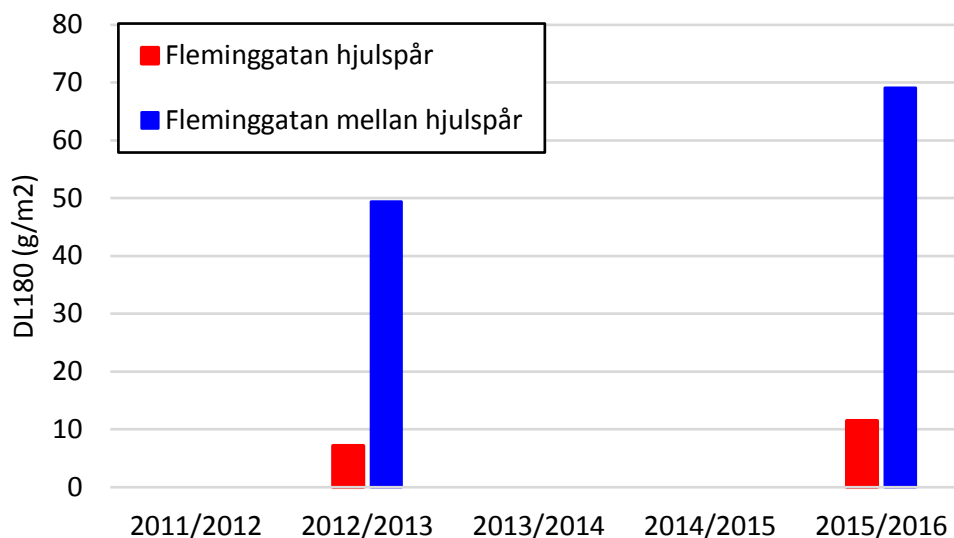
Figur 3. Månadsmedelvärdet av PM10-halterna vid stationerna i Stockholm.

Mängden damm på körbanan; Av Mats Gustafsson, VTI

Mätningar av dammängderna på Fleminggatan har gjorts säsongerna 2012/2013 och 2015/2016 med hjälp av VTI:s Wet Dust Sampler (WDS). Mätningar gjordes vid 5 respektive 6 tillfällen från januari till maj i och mellan hjulspår. Data från Fleminggatan visar att skillnaden mellan dammängder i och mellan hjulspår är stor (Figur 4). Skillnaden är också betydligt större än på sex andra gator där mätningar gjorts (Gustafsson m.fl., 2016). Orsaken till detta är sannolikt att mätningen görs på en plats där Fleminggatan endast har en fil som är avskild från mötande körbana med heldragna linjer, vilket gör att trafiken är förhållandevis spårbunden. Detta gör att hjulspåren effektivt rensas av hjulens rörelser, medan ytorna mellan och utanför hjulspåren mer sällan påverkas av direkt suspension från hjul och därmed ansamlas mer damm där.

Preliminära data visar att dammängderna på Fleminggatan i genomsnitt är högre under 2015/2016 än under 2012/2013 (Figur 4). På flera gator där dammängderna mätts har trenden mellan 2011/2012–2014/2015 varit sjunkande (Gustafsson m.fl., 2016), men den senaste säsongen 2015/2016 verkar denna trend brutits på flera gator. Om trenden varit sjunkande även på Fleminggatan är oklart, eftersom mätningar endast utförts säsongerna 2012/2013 och 2015/2016. Orsakerna till högre dammängder kan vara flera. Användning av sand på gång- och cykelbanor intill gatan kan t.ex. bidra. Under januari sandades gång- och cykelbanor vid sex tillfällen på Fleminggatan. Dammbindningen har varit mer frekvent den senare säsongen vilket

också kan ha bidragit till att mer damm ansamlats på gatan. Vidare analyser av dammängder på gatorna under säsongen 2015/2016 avhandlas i en kommande rapport från VTI och SLB-analys.

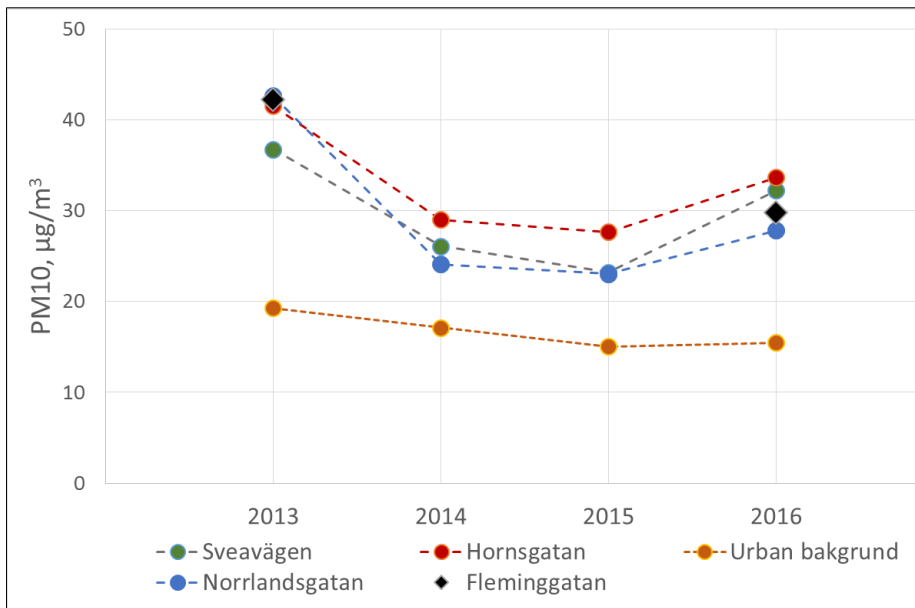


Figur 4. Genomsnittlig mängd vägdamm mindre än 180 μm (DL180) i och mellan hjulspår på Fleminggatan säsongerna 2012/2013 och 2015/2016.

Trend av PM10 och NO_x

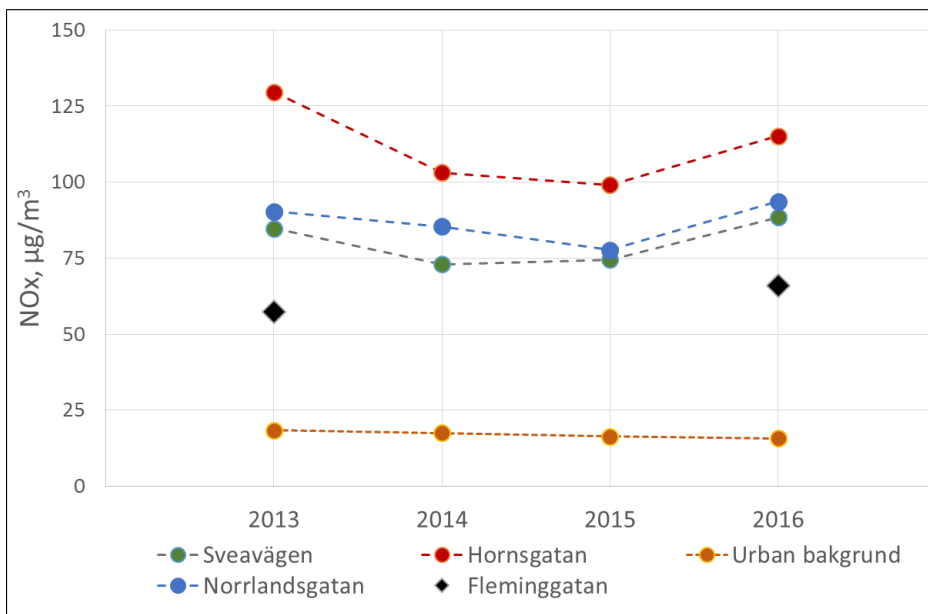
Mätningar av PM10 och NO_x utfördes på samma plats på Fleminggatan under våren 2013. Under 2013 utfördes mätningarna enbart mellan 12 februari till 13 maj varför jämförelsen med andra mätstationer utförs under samma tidsperiod, se Figur 5. Trenden på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan sedan 2013 års mätningar visar att halterna sjönk kraftigt från 2013 till 2014 och 2015 för att återigen öka till 2016. De förhållandevis låga halterna under 2014 och 2015 beror både på de intensiva åtgärderna som trafikkontoret genomfört på gatorna i staden, men även på ett ur PM10-synpunkt gynnsamt väder (Gustafsson m.fl., 2016; Norman m.fl., 2016). Åtgärderna har fortsatt med samma intensitet under vintern 2015/2016 som tidigare vintrar men trots det så har halterna ökat. Vädret har alltså inte varit lika gynnsamt för PM10-halterna under vintern 2015/2016 som tidigare vintrar. Utöver det medförde vintervädret dessutom att vinterväghållningen skiljde sig åt från de senaste årens vinterväghållning. Utvärdering av trafikkontorets åtgärder och vinterväghållning samt vädrets effekter på PM10-halterna under vintern 2015/2016 kommer att presenteras i en kommande rapport från VTI och SLB-analys under hösten 2016.

Den urbana bakgrundshalten har också minskat sedan år 2013, dels genom minskad intransport från andra länder, men också tack vare minskade emissioner i hela staden (Gustafsson m.fl., 2016). Mellan 2013 till 2016 har PM10-halten på Fleminggatan minskat med 29 %. Samtidigt har halterna på Hornsgatan minskat med 19 %, på Sveavägen med 12 % och på Norrlandsgatan med 35 %. Baserat på enbart mätningarna av PM10 är det därför svårt att dra någon slutsats om PM10-halterna har minskat på Fleminggatan tack vare dubbdäcksförbudet, men att PM10-halterna generellt har minskat något mer på Fleminggatan i förhållande till Hornsgatan och Sveavägen är säkerställt.



Figur 5. Medelvärde för PM10-halterna under vårperioden 2013 till 2016. Data mellan 12 februari till 15 maj har använts för beräkning av medelvärdet.

Halterna av PM10 påverkas inte enbart av dubbdäcksanvändningen och vägytans fuktighet utan även av meteorologiska förhållanden som påverkar utspädningen i gaturummet, t ex genom vindhastighet och vindriktning. Ett mått på utspädningen är att jämföra halterna av kväveoxider (NO_x). Motsvarande trend som visades för PM10 i Figur 5 visas för NO_x i Figur 6. Precis som för PM10 var generellt 2014 och 2015 bra år med låga NO_x-halter som sedan ökat återigen till 2016. För Fleminggatan har halterna av NO_x ökat med 15 % mellan 2013 till 2016. På Norrlandsgatan och Sveavägen har NO_x-halterna samtidigt ökat med 4 % och minskat med 11 % på Hornsgatan.



Figur 6. Medelvärde för NO_x-halterna under vårperioden 2013 till 2016. Data mellan 12 februari till 15 maj har använts för beräkning av medelvärdet.

Den tydliga ökningen av NO_x på Fleminggatan är troligen kopplad till ökningen av tung trafik mellan 2013 till 2016, jämför Tabell 1 och Tabell 2. Den tunga trafiken är även effektiv på att virvla upp vägdamm från körbanan och det är troligt att Fleminggatan har fått en mindre minskning av PM10-halterna p.g.a. av ökad tung trafikandel.

Genom att jämföra förändringen i förhållandet mellan PM10 och NO_x (kvoten PM10/NO_x) konstateras att Fleminggatan haft en större minskning från 2013 till 2016 än de övriga gatorna i innerstaden. Dubbdäcksförbudet skulle kunna ha en del i förklaringen av den minskning som uppmätts.

Modellberäkningar

Inom ett Nordiskt samarbetsprojekt NORTRIP¹⁾ (Non-Exhaust Road TRaffic Induced Particle Emissions) har en beräkningsmodell tagits fram för att studera emissioner och halter av partiklar från vägtrafik som inte härrör från avgaser, det vill säga det som ofta kallas vägdamm. Modellen beskrivs i två vetenskapliga publikationer (Denby m.fl., 2013a; Denby m.fl., 2013b). Den har bland annat använts på Hornsgatan för att studera effekten av dubbdäcksförbudet (Johansson m.fl., 2011; Norman m.fl., 2016). Modellen består av två olika delar, en del som räknar fram storleken på emissionen av den del av PM10 som inte härrör från avgas utsläppen och en del som beräknar körbanans fuktighet. Körbanans fuktighet är väldigt avgörande för halterna och emissionerna av vägdamm från körbanan. Enbart vid torr körbana emitteras partiklarna till luften. På gator där vägytans fuktighet mäts (t.ex. Fleminggatan och Hornsgatan) används den observerade fuktigheten istället för den beräknade.

Modellen kräver indata i form av trafikparametrar såsom trafikflöde, andel tung trafik, hastighet samt andelen fordon med dubbdäck. Den kräver även meteorologiska indata från närliggande meteorologiska mätningar, där nederbörd är särskilt viktigt. Modellen är även beroende av kända emissionsfaktorer för kväveoxider, NO_x, samt uppmätt halt av NO_x. I de fall uppmätt halt av NO_x saknas så används en annan beräkningsmodell (OSPM) för att räkna fram halterna av NO_x baserat på rådande meteorologi och emissioner. Samtliga indata används med en tidsupplösning på en timme.

För att få med uppbyggnaden av den ackumulerade mängden vägdamm på vägytan så startades samtliga beräkningar 1 juli 2015 och avslutades 31 maj 2016. För redovisning av emissionerna och halterna analyseras däremot enbart 1 januari till 31 maj 2016.

Beräkningsförutsättningar

Trafik

De uppmätta trafikflödena på Kungsgatan och Fleminggatan finns endast under några dagar före och efter införandet av dubbdäcksförbudet. På Hornsgatan däremot mäts SLB-analys trafikflödet kontinuerligt varje timme. För att få med dygnsvariationer, variation under och mellan veckorna samt helgdagar etc. så har trafikflödet från Hornsgatan använts, men har

¹⁾ NORTRIP projektet har finansierats av Nordiska Ministerrådet och har genomförts under 2010 - 2016 i samarbete mellan 9 forskningsinstitutioner i Sverige, Norge, Finland och Danmark

normerats för att stämma med det uppmätta trafikflödet på Fleminggatan och Kungsgatan. Den uppmätta hastigheten från de enskilda gatorna har använts.

Dubbdäcksanvändning

För beräkning av det verkliga fallet har den observerade dubbdäcksanvändningen på de enskilda gatorna använts.

För att beräkna halterna utan förbudet användes den räknade dubbdäcksanvändningen på Fleminggatan och Kungsgatan under andra hälften av december 2015 (d.v.s. före förbudet). På de gator som inte har förbud i staden observerades en ökning med i genomsnitt 4 procentenheter i dubbdäcksanvändningen mellan december 2015 till januari/mars 2016. Därför skalades även dubbdäcksanvändningen på Fleminggatan och Kungsgatan upp med 4 procentenheter. I beräkningarna användes 41 % på Fleminggatan och 38 % på Kungsgatan.

För att beräkna halterna under förutsättning att inget dubbdäcksförbud finns i staden användes en maximal dubbdäcksanvändning på 65 % (Johansson m.fl., 2011).

Aktiviteter

Aktiviteter i form av sandning (mängd och typ), saltning (mängd och typ), städning (typ) och dammbindning (mängd och typ) har under vintern och våren i detalj med datum och klockslag noterats på Fleminggatan. Motsvarande har inte gjorts på Kungsgatan. Då Kungsgatan är en förlängning av Fleminggatan samt att entreprenörerna har motsvarande uppdrag och kontrakt på båda gatorna har vi antagit att samma aktiviteter har gjorts på Kungsgatan som på Fleminggatan.

NO_x-emissioner och -halter

Baserat på fordonsklassificeringen som är uppmätt på Kungsgatan och Fleminggatan har emissionsfaktorer baserat på HBEFA 3.2 tagits fram. Uppmätta halter av NO_x finns för Fleminggatan, men saknas för Kungsgatan. På Kungsgatan har halter av NO_x beräknats genom att använda OSPM-delen i NORTRIP-modellen.

Meteorologi

Uppmätt meteorologi från SLB-analys väderstation på taket på Södermalm har använts till beräkningarna. Detta har kompletterats med uppmätt temperatur och relativ fuktighet från Hornsgatan med anledning av att temperaturen oftast är högre och fuktigheten lägre i gaturummen än vid en mätning utanför gaturummet. På Fleminggatan mättes vägytans fuktighet och denna har använts i beräkningarna. För Kungsgatan däremot har vägytans fuktighet beräknats.

Scenarier

Tre olika scenarier har beräknats. För samtliga scenarier har den observerade meteorologin använts.

Verkligt scenario

Den aktuella situationen år 2016, d.v.s. med dubbförbud på Fleminggatan och Kungsgatan. Observerade värden för samtliga parametrar har utgjort indata till modellen.

Utan dubbdäckförbud på Kungsgatan och Fleminggatan

Situationen 2015 innan dubbdäcksförbud infördes på Fleminggatan och Kungsgatan. Den observerade dubbdäcksanvändningen under december 2015 användes även under januari till mars 2016 samt med en viss justering uppåt enligt ovan (se avsnittet Dubbdäcksanvändning).

De observerade trafikflödena under hösten 2015 användes även under våren 2016. Denna beräkning utförs för att kunna illustrera effekten av infört dubbdäcksförbud genom att jämföra resultatet med ”Verkligt scenario”.

Teoretiskt scenario med 65 % dubbdäcksandel

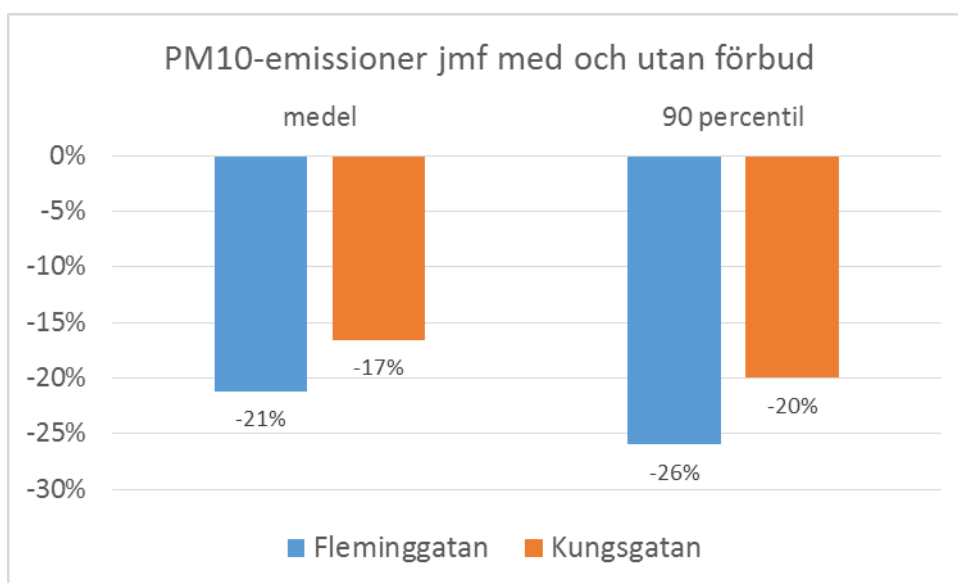
Effekten på emissioner och halter på Fleminggatan och Kungsgatan vid ett teoretiskt scenario. Den maximala dubbdäcksandelen under december 2015 till mars 2016 sattes till 65 % på Fleminggatan och Kungsgatan. Detta stämmer med situationen som uppmättes i innerstaden innan förbudet infördes på Hornsgatan (Johansson m.fl., 2011). Ingen hänsyn är tagen till någon trafikförändring. De observerade trafikflödena på Fleminggatan och Kungsgatan under hösten 2015 användes även för våren 2016. Detta teoretiska exempel visar på hur stor förändringen blir med avseende på emissioner och halter jämfört med situationen innan något förbud infördes i Stockholm.

PM10-emissioner

Emissionerna av PM10 till luften förändras när dubbdäcksanvändningen samt trafikflödet förändras. Från 1 januari 2016 förändrades främst dubbdäcksanvändningen, men även till viss del trafikflödet i beräkningarna. Under dagar med fuktig körbanor består förändringen enbart i förändringen i avgasutsläpp pga förändrad trafik. Under dagar med torra eller delvis torra körbanor förändras däremot emissionerna betydligt mer till följd av minskade direktemissioner från dubbdäcks slitage samt minskad uppvirvling från ansamlad damm på körbanan.

Skillnad med eller utan dubbförbud

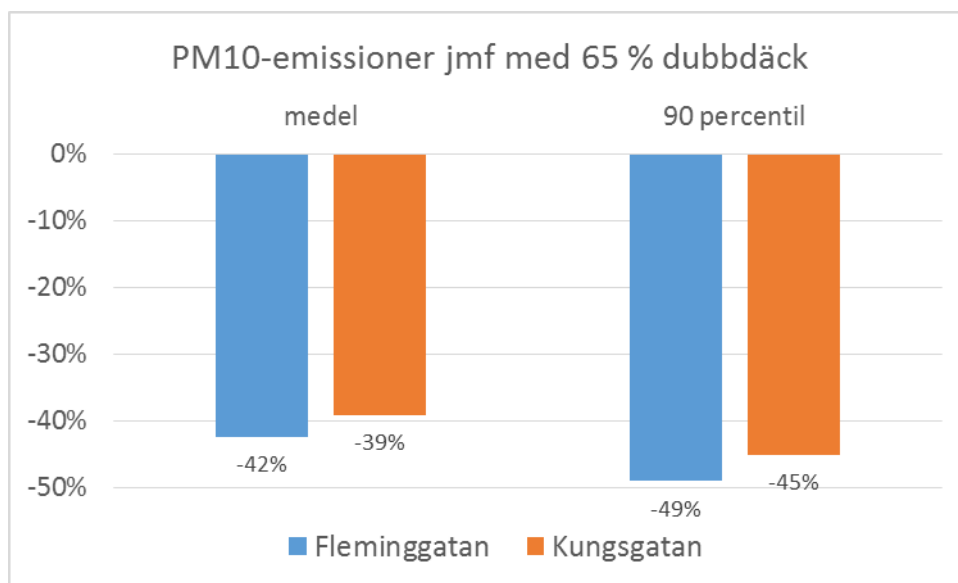
Den beräknade förändringen för perioden 1 januari till 31 maj 2016 visas i Figur 7. Dubbdäcksförbudet medförde en genomsnittlig minskning av PM10-emissionerna på Fleminggatan med 21 % och på Kungsgatan med 17 %. Intressant är även att studera hur de värsta dygnet har påverkats. Effekten på de dygn med de 10 % högsta emissionerna visas som 90 percentil i Figur 7. Effekten blir då större än för medelvärdet och hamnar på en minskning med 26 % på Fleminggatan och 20 % på Kungsgatan.



Figur 7. Beräknad förändring i PM10-emissioner under 1 januari till 31 maj 2016. Jämförelsen är mellan med och utan dubbdäcksförbud på Kungsgatan och Fleminggatan.

Skillnad mellan förbud och 65 % dubbandel

Den beräknade förändringen för perioden 1 januari till 31 maj 2016 mellan nuläge (förbud) och om dubbdäckanvändningen varit 65 % visas i Figur 8. Jämfört med en dubbdäcksandel på 65 % är de genomsnittliga beräknade emissionerna av PM10 42 % lägre på Fleminggatan och 39 % lägre på Kungsgatan. För de värsta dagarna (90 percentil) har PM10-emissionerna minskat med 49 % på Fleminggatan och 45 % på Kungsgatan.



Figur 8. Beräknad förändring i PM10-emissioner under 1 januari till 31 maj 2016. Jämförelsen är mellan nuläge (med dubbdäcksförbud på Kungsgatan och Fleminggatan) och en dubbdäcksandel på 65 %.

NORTRIP-modellen ger även emissionsfaktorer (EF), vilket är den mängd PM10 som emitteras till luften för varje kilometer ett fordon färdas på gatan. En sammanställning av de beräknade emissionsfaktorerna visas i Tabell 5. Jämfört med och utan förbud så har emissionsfaktorerna minskat med 12 % på både Fleminggatan och Kungsgatan. Jämfört med situationen utan något förbud i staden (65 % dubbandel) så har emissionsfaktorerna minskat med 34 % under januari till maj 2016.

Tabell 5. Genomsnittliga emissionsfaktorer för Fleminggatan och Kungsgatan för de olika scenarierna. Medelvärde gäller för 1 januari till och med 31 maj 2016. Enheten är g/km/for don vilket innebär mängden PM10 som emitteras till luften för varje kilometer ett fordon kör.

Emissionsfaktor (EF)	Fleminggatan	Kungsgatan
1 jan- 31 maj 2016 (g/km/for don)		
Med dubbdäcksförbud	0,097	0,072
Utan dubbdäcksförbud	0,110	0,078
Med 65 % dubbandel	0,148	0,130

PM10-halter

De beräknade PM10-halterna består endast av det lokala bidraget från den beräknade gatan. För att jämföra med gränsvärdena och uppmätta värden så har uppmätta värden från den urbana bakgrundsstationen på Södermalm i Stockholm adderats.

Fleminggatan

För Fleminggatan finns uppmätta PM10-värden tillgängliga och har använts. Skillnaden mellan de beräknade halterna med respektive utan dubbdäcksförbud har tagits fram dygnsvis under januari till maj 2016. Denna beräknade skillnad har sedan adderats till de observerade halterna på Fleminggatan. Motsvarande har gjorts för scenariot med 65 % dubbandel.

De uppmätta halterna och beräknade halterna för Fleminggatan redovisas i Tabell 6. Det lokala bidraget är halten när de uppmätta halterna vid bakgrundsstationen i Stockholm (taknivå på Södermalm) har subtraherats från halterna på Fleminggatan. En åtgärd på en enskild gata kan enbart påverka den delen av halten som kommer från just den gatan, dvs. det lokala bidraget.

Tabell 6. Uppmätta respektive beräknade halter på Fleminggatan för jan-maj 2016. För scenarierna utan förbud och med 65 % dubbandel har skillnaden mellan beräknade halter med och utan förbud adderats till de observerade värdena.

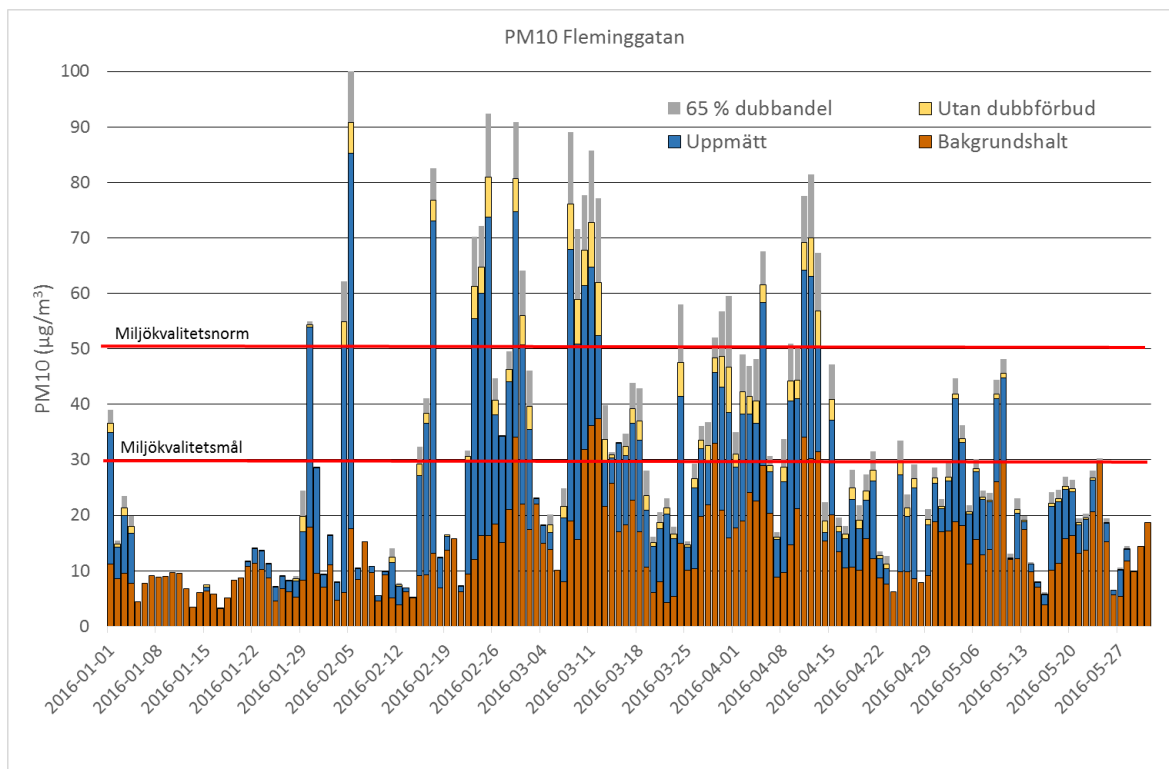
1 jan – 31 maj 2016	Uppmätt med förbud	Beräknat utan förbud	Beräknat med 65 % dubbandel
Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24,5	26,2	28,8
Medel lokalt bidrag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10,9	12,6	15,2
90 percentil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50,6	55,9	63,9
Antal dygn $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	18	18	24
Antal dygn $>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	44	48	55

Medelvärde av PM10 under januari till maj 2016 minskade med $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genom dubbdäcksförbudet vilket motsvarar en minskning med 6,6 % av den totala halten och en minskning av det lokala bidraget med 15 %. Effekten är större för de dygn med de högsta halterna. För de 10 % värsta dygnen minskade de totala halterna med $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket motsvarar 9,5 %. Det lokala haltbidraget minskade med 13 %.

För beräknat antal dygn med PM10-halter över miljö kvalitetsnormen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ innebar dubbdäcksförbudet ingen skillnad mot de uppmätta 18 dygnen över miljö kvalitetsnormen på Fleminggatan under januari-maj 2016. Anledningen är att dygnsmedelhalterna var så pass högt över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ att haltsänkningen till följd av dubbdäcksförbudet inte ledde till att de höga dygnsmedelhalterna höll sig under miljö kvalitetsnormen på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En ytterligare liten minskning av PM10-halterna hade kunnat ge upp emot 7 färre dygn över miljö kvalitetsnormen. Detta illustreras i Figur 9 där de enskilda dygnens PM10-halter presenteras. För jämförelsen mot miljö kvalitetsmålet $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ så hjälpte förbudet till att minska antalet överskridande dygn från 48 till 44. För att klara miljö kvalitetsmålet får $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ överskridas maximalt 35 dygn per kalenderår.

Jämfört med om dubbandelen hade varit 65 % så har antalet dygn över miljö kvalitetsnormen minskat med 6 dygn och antalet dygn över miljö kvalitetsmålet med 11 dygn. Medelhalten av PM10 sänktes med $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket motsvarar 14,9 % eller 39 % för det lokala bidraget. När dubbdäcksförbud infördes på Hornsgatan så beräknades effekten under januari till och med maj under första året att vara en minskning av PM10-halten med 14 % och för det lokala bidraget 25 % (Johansson m.fl., 2011). Resultatet på Fleminggatan är alltså likartat det som beräknades för Hornsgatan om jämförelse görs med den dubbandel som uppmättes innan förbudet på Hornsgatan. På Hornsgatan blev effekten större under det andra året efter förbudet med en

minskning med 25 % av PM10-halten. Detta beror bland annat på att dubbdäcksanvändningen då var sänkt redan under hösten och vintern före årsskiftet vilket minskade mängden ansamlad vägdamm även till våren (Johansson m.fl., 2011). Det är därför rimligt att tro att effekten även kommer att bli något större på Fleminggatan under kommande år.



Figur 9. Dygnsmedelvärden av PM10-halten på Fleminggatan under januari till maj 2016. Uppmätta bakgrundshalter är bruna och uppmätta halter på gatan är blå. Den beräknade skillnaden av dubbdäckförbudet, gul, har adderats. Motsvarande har gjorts för scenariot med 65 % dubbandel, grå.

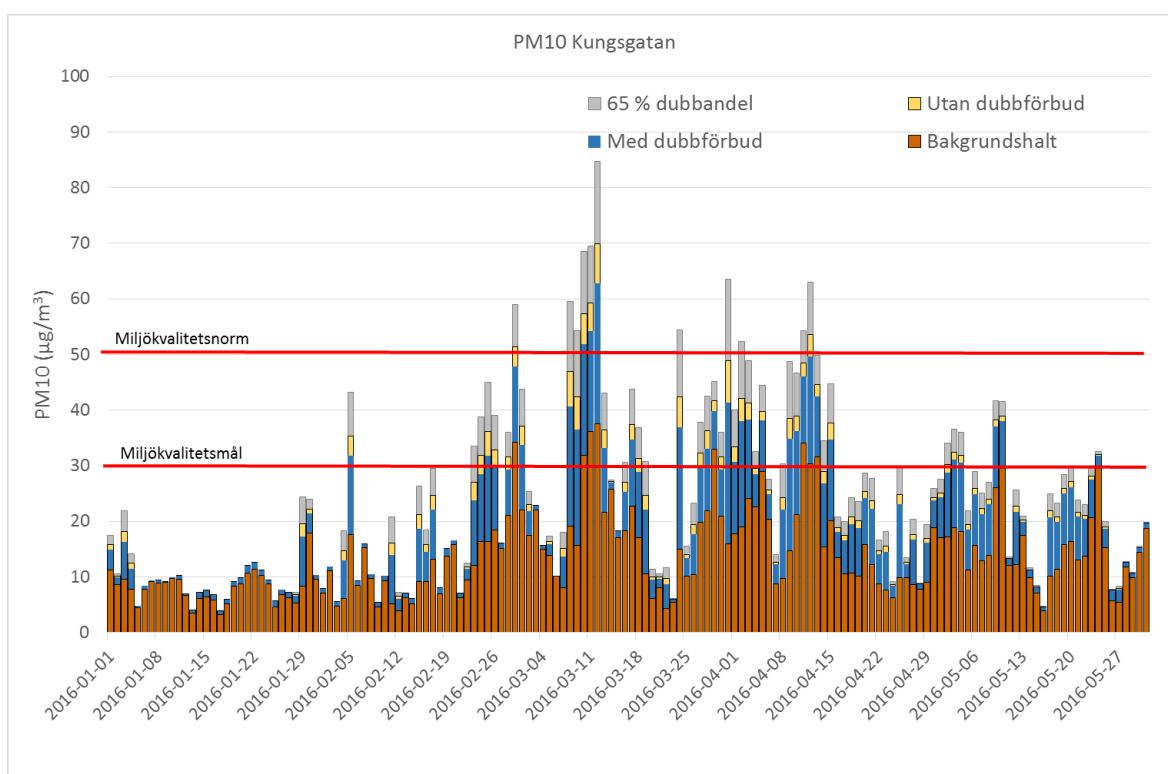
Kungsgatan

För Kungsgatan saknas uppmätta PM10-halter vilket medför att enbart de beräknade halterna för det lokala bidraget har använts för analysen. Den uppmätta urbana bakgrundshalten har sedan adderats, vilket kan ses i Figur 10. Halterna är enligt beräkningarna lägre för Kungsgatan än för Fleminggatan vilket främst beror på det lägre trafikflödet. Medelvärdet under januari till maj 2016 har beräknats till $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är en minskning med $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jämfört med utan dubbdäckförbud, se Tabell 7. Det motsvarar en minskning med 5,9 % av PM10-halten och 17 % minskning av det lokala bidraget. Antalet dygn över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ minskade från 5 till 3 tack vare dubbförbudet. Antalet dygn över miljö kvalitetsmålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) minskade från 40 till 33. Det betyder att luftkvalitetsmålet skulle klaras under de första fem månaderna under 2016 tack vare dubbdäcksförbudet. Att det skulle klaras under hela kalenderåret (max 35 dygn) är däremot inte troligt då säkerligen fler än 2 dygn över $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ skulle förekomma under perioden juni till december 2016.

Tabell 7. Beräknade halter på Kungsgatan för jan-maj 2016. För scenarierna utan förbud och med 65 % dubbandel har skillnaden mellan beräknade halter med och utan förbud adderats till de observerade värdena.

1 jan – 31 maj 2016	Beräknat med förbud	Beräknat utan förbud	Beräknat med 65 % dubbandel
Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	19,8	21,1	23,9
Medel lokalt bidrag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6,2	7,5	10,3
90 percentil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36,9	38,9	45,2
Antal dygn $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3	5	11
Antal dygn $>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	33	40	47

Jämfört med om dubbandelen hade varit 65 % så har antalet dygn över miljö kvalitetsnormen minskat med 8 dygn och antalet dygn över miljö kvalitetsmålet med 14 dygn. Medelhalten av PM10 sänktes med $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket motsvarar 17 % eller 39 % för det lokala bidraget.



Figur 10. Dygnsmedelvärden av PM10-halten på Kungsgatan under januari till maj 2016. Uppmätta bakgrundshalter är bruna och beräknade halter på gatan är blå. Den beräknade skillnaden av dubbdäckförbudet, gul, har adderats. Motsvarande har gjorts för scenariot med 65 % dubbandel, grå.

Hantverkargatan

För Hantverkargatan saknas uppmätta halter vilket medför att enbart de beräknade lokala bidraget har använts för analysen. Den uppmätta urbana bakgrundshalten har sedan adderats. Den lilla observerade trafikökningen på Hantverkargatan har gett en marginell ökning av den beräknade PM10 halten med mindre än $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under perioden januari till maj 2016. Det motsvarar en förändring på ca 1 %.

Referenser

Brydolf, M., Norman, M., och Sjövall, B., 2016. Användning av dubbdäck i Stockholms innerstad år 2015/2016. Dubbdäcksandel räknad på rullande trafik. SLB rapport 7:2016.

Burman, L., Engström Nylén, A., 2016. Östra Sveriges luftvårdsförbund. Mätresultat och jämförelser med normer och mål 2015. LVF rapport 2016:7.

Burman, L., och Johansson, C., 2010. Utsläpp och halter av kväveoxider och kvävedioxid på Hornsgatan, SLB rapport 7:2010. 2010

Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, M., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G. and Omstedt, G., 2013a. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: road dustloading and suspension modelling. *Atmos. Environ.* 77, 283-300.
DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.04.069>

Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, M., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M. and Omstedt, G., 2013b. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP).Part 2: surface moisture and salt impact modelling. *Atmos. Environ.*, 81, 485-503.
DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.09.003>

Eneroth, K., 2016. Luften i Stockholm. Årsrapport 2015. SLB rapport 2:2016.

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Brorström, Lundén, E., Dahl, A., Gudmundsson, A., Johansson, C., Jonsson, P., Swietlicki, E., 2009. Nanowear - nanopartiklar från däck- och vägbaneslitage. Väg- och transportforskningsinstitutet, VTI, rapport 660.

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Johansson, C., och Norman, M., 2014. Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm – utvärdering av vintersäsongen 2012/2013. VTI rapport 802.

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Johansson, C., och Norman, M., 2016. Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm – utvärdering av vintersäsongen 2014–2015. VTI rapport 897.

Johansson, C., Norman, M. Genomsnittliga emissionsfaktorer för PM10 i Stockholmsregionen som funktion av dubbdäcksandel och fordonshastighet, 2008. Miljöförvaltningen, SLB rapport 2:2008.

Johansson C, Norman M, Burman L., 2011. Vad dubbdäcksförbudet på Hornsgatan har betytt för luftkvaliteten, SLB rapport 2:2011.

Meister K, Johansson C, Forsberg B (2012). Estimated short-term effects of coarse particles on daily mortality in Stockholm, Sweden. *Environmental Health Perspectives*, 120(3):431–436.

Norman M., 2016a. Utökad dubbdäcksförbud på Kungsgatan och Fleminggatan. Effekten på trafiken, dubbdäcksanvändningen och emissionerna av PM10. En delrapport, preliminära resultat. SLB rapport 5:2016.

Norman M., Sundvor I, Denby BR, Johansson C, Gustafsson M, Blomqvist G., och Janhäll S., 2016b. Modelling road dust emission abatement measures using the NORTRIP model: vehicle speed and studded tyre reduction. *Atmos. Environ.*, 134, 96-108. [doi:10.1016/j.atmosenv.2016.03.035](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.03.035)

Trafikverket, 2016. Trafikförändringar efter att trängselskatten förändrats i Stockholm. http://www.trafikverket.se/contentassets/ce2ee134458e46e89d099f726978a196/uppfoljning_av_effekter_juni2016.pdf

Trafikverket, 2015. Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2015 (januari–mars). Trafikverket publikation 2015:096.

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
Tel 08-508 28 800, dir. 08-508 28 880
URL: <http://www.slb.nu>

