

Inverkan av bullerreducerande asfalt på PM_{10} -halter och emissioner längs E4

- Utvärdering av mätningar under 2017

Michael Norman och Max Elmgren



Utfört på uppdrag av



SLB 10:2017

Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning	5
Inledning	6
Mätningar	7
Mätplatser och mätinstrument.....	7
Häggvik	7
Rotsunda.....	7
Gröndal.....	8
Datafångst.....	8
Resultat	9
Vindriktning	9
Vägfukt.....	9
Trafik	9
Halter av PM ₁₀ , PM _{2.5} samt NO _x	11
PM ₁₀	11
PM _{2.5}	13
NO _x	15
Trender	17
Storleksfördelning av partiklar	17
Emissionsfaktorer för NO _x	19
Inverkan av bullerreducerande asfalt på emissioner	19
Dammbindning på E4.....	21
Diskussion.....	22
Referenser	23

Förord

Denna utredning är genomförd på uppdrag av Trafikverket Region Stockholm av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. Rapporten har sammanställts av Michael Norman och Max Elmgren. Billy Sjövall, Lars Törnquist, Magnus Brydolf, Börje Norberg och Peter Strömberg har bidragit till genomförandet av mätningarna.

En del resultat från mätningarna under 2015 har presenterats i en tidigare rapport, SLB 8:2015 och mätningarna under 2016 har presenterats i SLB 11:2016. Denna rapport innehåller analys av mätningar under framförallt 2017 men jämförs även med 2015 och 2016.

Beställare vid Trafikverket var Michelle Benyamine, som också granskat rapporten och bidragit med värdefulla synpunkter.

Omslagsbilden är från PEAB.

Uppdragsnummer:	2017088
Daterad:	2017-12-13
Handläggare:	Michael Norman
Status:	Granskad av Sanna Silvergren



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

Sammanfattning

Syftet med projektet var att studera halter och emissioner av partiklar från en lågbullrande asfalt i jämförelse med konventionellasfalt. Mätningar av partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}) och kväveoxider (NO_x och NO₂) har utförts intill en sträcka med bullerreducerande asfalt av typen ABD 11 samt intill en referenssträcka med konventionell beläggning, ABS 16 intill E4 i Sollentuna under februari till maj. Mätningar av både partiklar och kväveoxider, tillsammans med trafikmätningar är nödvändiga för att kunna beräknas fram relationen för emissionerna av partiklar mellan de båda mätstationerna. Projektet pågår under fem vårsäsonger varav 2017 var den tredje säsongen.

De uppmätta halterna av PM₁₀ och grova partiklar (PM₁₀- PM_{2,5}) skiljer sig mellan åren och mellan de båda mätstationerna. De uppmätta partikelhalterna har varit högre intill den lågbullrande asfalten 2017 jämfört med både 2015 och 2016. För referensstationen har halterna varit mer konstanta. Under våren 2017 var halterna av PM₁₀ och grova partiklar cirka 45–50 % högre intill den lågbullrande asfalten i förhållande till referensasfalten. Som jämförelse var motsvarande halter 15–20 % högre under vårperioden 2016. Detta tyder på ökade partikelemissioner från den bullerreducerande asfalten.

Emissionerna av grova partiklar utvärderades genom att studera förhållandet mellan PM_{coarse}/NO_x för den lågbullrande asfalten i jämförelse med referensasfalten. Enbart data dagtid, vind från E4 samt torr körbana var med. Utvärderingen visade att emissionerna var ca 40 % lägre vid den lågbullrande asfalten jämfört med referensasfalten under 2015. År 2016 var emissionerna ca 10 % lägre vid den lågbullrande asfalten jämfört med referensasfalten. För 2017 var emissionerna vid den lågbullrande asfalten istället ca 10 % högre än vid referensasfalten. Mätningen visade alltså en tydlig ökning av emissionen av grova partiklar från den bullerreducerande asfalten mellan 2015–2017. Under 2017 var t.o.m. emissionerna av grova partiklar större från den bullerreducerande asfalten jämfört med referensasfalten.

Projektet med mätningar kommer att fortsätta under ytterligare två vårperioder 2018 och 2019. Under dessa två mätperioder kommer även storleksfördelningen av partiklarna att mätas vid båda stationerna vilket förhoppningsvis kommer hjälpa ytterligare att förklara de observerade skillnaderna mellan stationerna.

Inledning

I ett försök att minska bullret längs E4 anlade Trafikverket under sommaren 2014 bullerreducerande asfalt av typen ABD 11 (asfaltbetong, dränerande, stenstorlek 11 mm) längs en ca 1,4 km lång sträcka av E4 vid Rotsunda i Sollentuna. I samband med detta fick SLB-analys i uppdrag att studera huruvida den bullerreducerande asfalten även påverkade halterna och emissionerna av PM₁₀.

Trafikverket har utvärderat effekten av asfalten på bullernivåerna vilket redovisas i Jacobson och Göransson (2017). När den bullerreducerande asfalten var ny så uppmättes en reduktion med 7 dB intill E4. Efter ett års slitage så var bullerreduceringen fortfarande över 6 dB.

Syftet med SLB's uppdrag är att som komplement till bullerutredningen kvantifiera betydelsen av bullerreducerande asfalt för partikelhalterna och partikelemissionerna längs E4 genom Sollentuna, samt att kontrollera halterna längs E4.

SLB-analys har fått i uppdrag att studera halter och partikelemissioner under sammanlagt 5 vårsäsonger d.v.s. under 2015–2019. Resultat från de två första åren har tidigare redovisats i SLB-rapporter 11:2016 och 8:2015.

SLB-analys har i ett tidigare projekt utvärderat effekten av bullerreducerande asfalt på partikelhalterna vid E4/E20 vid Hallunda. Den studien visade att den bullerreducerande asfalten var PM₁₀-neutral, d.v.s. att den gav ungefär lika stora emissioner av PM₁₀ som en referenssträcka av konventionell asfalt (SLB 3:2006).

Mätningar av partikelemissioner bakom däck på en bil har också gjorts i Stockholmregionen och finns presenterat i två rapporter från Stockholms universitet (ITM-rapport 164; ITM-rapport 198). I den ena (ITM-rapport 164) konstaterades också att emissionerna av partiklar var ungefär densamma från den lågbullrande beläggningen jämfört med referensasfalten. I den andra (ITM-rapport 198) konstaterades av emissionerna av PM₁₀ var högre från en ABT11 asfalt jämfört med referensasfalt av typen ABS 16.

Partiklars storleksfördelning har mätts vid Rotsunda från 2015 till 2017 och dess förhållande till totala PM₁₀ har beräknats. Från fraktionerna av PM₁₀ kan man se vilka partikelstorlekar som har ökat eller minskat under åren, och storleken på partiklarna är starkt kopplat till källorna. En ökning av större partiklar pekar på en ökning av mängden vägslitage, medan mindre partiklar är mer kopplade till förbränning och naturliga källor.

Mätningar

Samtliga mätningar och instrumentering under 2017 är identisk med den som användes under våren 2015 och 2016. Mätningarnas startdatum skiljer sig däremot mellan åren. Under 2017 startade mätningarna 18 februari, år 2016 i januari, och i början av mars 2015.

Mätplatser och mätinstrument

Mätplatsernas placering framgår av *Figur 1*.

Häggvik

Stationen invid E4:an vid referenssträckan i Häggvik ingår i Sollentuna kommuns kontinuerliga övervakning av luftkvaliteteten och är placerad ca 13 m från närmaste körbana. Luftintaget är placerat ca 3 meter ovan omgivande marknivå och ca 4 meter ovan närmaste körbana. Mätningarna omfattade PM₁₀ och PM_{2,5} med GRIMM EDM 180 MC samt NO_x (NO och NO₂) med Environment AC31 M. Skyltade hastigheten på E4 vid Häggvik är 100 km/h under sommaren och 80 km/h under vinterdäckssäsong (1 okt-15 april). Asfalten vid mätstationen är av typen ABS 16 (asfaltbetong, stenrik, stenstorlek 16 mm).

Rotsunda

Stationen invid E4:an vid sträckan med bullerreducerande asfalt vid Rotsunda var placerad ca 13 m från närmaste körbana. Luftintaget var placerat ca 3 meter ovan omgivande marknivå och ca 4 meter ovan närmaste körbana. Mätningarna omfattade PM₁₀ och PM_{2,5} med GRIMM EDM 180 samt NO_x med Environment AC31 M. Till skillnad från mätstationen i Häggvik mätte partikelinstrumentet i Rotsunda även antal partiklar i 32 storleksklasser mellan 0,25 till 32 µm. Mätplatsen utrustades även med en vindgivare för mätning av vindriktning och vindhastighet. Skyltad hastighet på E4 vid Rotsunda är 100 km/h. Motorvägen vid Rotsunda har en lutning på 2 % med uppförsläp för den norrgående trafiken. Asfalten vid mätstationen är av typen ABD 11, vilken i rapporten kallas för bullerreducerande asfalt.



Figur 1. Placeringen av mätstationerna intill E4, samt sträckan för den tysta asfalten

Gröndal

Vägytans fuktighet mäts med en Vaisala DSC 111 på E4/E20 vid Gröndal. Tyvärr finns ingen vägfuktsensor närmare mätplatserna vid Rotsunda och Häggvik, men de större motorvägarna runt Stockholm tenderar att vara fuktiga och torra ungefär samtidigt.

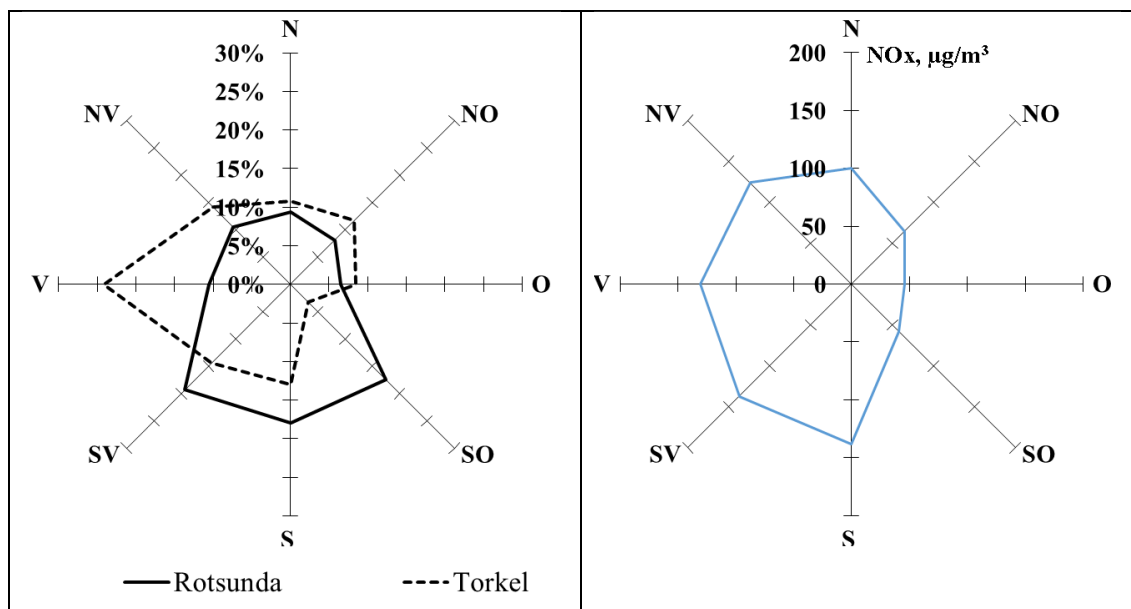
Datafångst

Datafångst innebär förhållandet mellan den tid då instrumentet gett tillförlitliga data jämfört med den totala tiden under vilken mätningen skett. För samtliga luftkvalitetsmätningar inom ramen för detta projekt under perioden 17 februari till 1 juni 2017 var datafångsten över 96 %. Meteorologin vid Rotsunda hade under korta perioder kommunikationsproblem och fick en datafångst på 90 %.

Resultat

Vindriktning

Placeringen av mätstationerna öster om E4 innebar att mätplatserna påverkades av trafikens utsläpp främst under perioder med vindar från den västliga sektorn. I *Figur 2* visas den procentuella fördelningen av vindriktningen vid mätstationen i Rotsunda under mätperioden 2017.



Figur 2. Vänster: Fördelningen av vindriktningen vid Rotsunda under januari till och med maj 2017 jämfört med takmätning på Södermalm. Höger: Fördelningen av de genomsnittliga NO_x-halterna vid Rotsunda för olika vindriktningar dagtid (06-19).

Fördelningen av vindriktningen visar att sydvästliga vindar dominerade under mätperioden på Södermalm, vilket är normalt i Stockholmsområdet. Däremot ses en tydlig skillnad i vindriktningsfördelning vid Rotsunda jämfört med den meteorologiska masten på Södermalm i Stockholm, vilket indikerar att den lokala topografin vid Rotsunda till viss del påverkar vindriktningen och ökar andelen sydliga och sydostliga vindar. Motsvarande har setts under de tidigare årens mätningar. I *Figur 2* visar även att de högsta halterna av NO_x under dagtid uppmättes vid vindar mellan sydväst och nordväst, d.v.s. då vinden blåser från E4 mot mätstationen.

Vägfukt

Resultaten från vägfuktsensor på E4/E20 vid Gröndal under våren 2017 visas i samma figur som PM₁₀ *Figur 4*. Den visar att körbanan var torr den största delen av samtliga månader. Längre perioder med fuktig körbana förekom runt 5 februari samt runt den 10 mars. Enda perioden med tydlig signal från snö, is eller slask på E4 var runt 8 mars.

Trafik

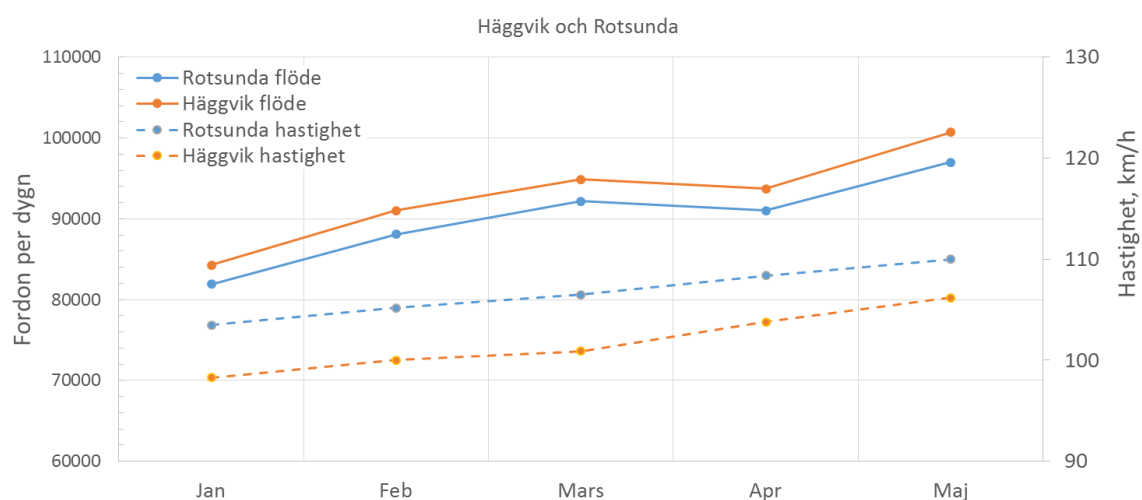
En sammanställning av den genomsnittliga trafiken på E4 förbi Rotsunda och Häggvik visas i *Tabell 1*. I tabellen finns även motsvarande siffror för 2016. Trafikflödet förbi Rotsunda är ungefär 3000 fordon lägre än vid Häggvik. Mellan de båda sträckorna finns Stäketleden vilken är en stor trafikled. Hastigheten är ungefär 6 km/h högre vid Rotsunda jämfört med Häggvik. Vid båda sträckorna ökade trafiken från 2016 till 2017 med mellan 1000 och 2000 fordon på

vardagsdygn. Den totala siffran ökade ännu mer, men är beroende på hur helgdagar ligger under året och påvisar inte säkert en verklig förändring av trafiken. Hastigheten är i stort sett oförändrad mellan åren. Andelen tung trafik har också ökat något mellan åren. Ökningen av andelen tung trafik var större vid Häggvik än vid Rotsunda och skillnaden mellan sträckorna är mindre 2017 än under 2016.

Tabell 1. Sammanställning av uppmätt trafik under januari till och med maj 2016 och 2017

		TRAFIK PER DYGN	TRAFIK PER DYGN	HASTIGHET	ANDEL TUNG TRAFIK
		Medel jan-maj	Medel vardagar jan-maj	km/h	%
2016	Rotsunda	86 400	96 000	107,6	4,3 %
	Häggvik	90 000	100 000	101,7	3,1 %
2017	Rotsunda	90 100	97 800	106,7	4,6 %
	Häggvik	92 900	101 200	101,8	3,9 %

Både trafikflöde och hastighet ökade under mätperioden från januari till maj 2017. Detta illustreras i Figur 3. Januari innehöll flera helgdagar än övriga månader varför trafikflödet var betydligt lägre än övriga månader. Påskveckan inträffade under april månad vilket även förklarar de lägre trafiksiffrorna jämfört med mars. Skillnaden i trafikflöde mellan de båda mätsträckorna var i stort sett konstant under perioden. Hastigheten förändras förbi Häggvik under perioden genom att det är skyltat 80 km/h under vinterdäckperioden och 100 km/h under resten av året. Förändringen i skyltat hastighet ska ske den 15 april varje år. Hastigheten vid Häggvik har därför ökat något mer än hastigheten vid Rotsunda under våren 2017.



Figur 3. Månadsmedel av trafikflöde och hastighet på E4 vid Rotsunda och Häggvik under våren 2017.

Halter av PM₁₀, PM_{2.5} samt NO_x

Halter av PM₁₀, PM_{2.5} och NO₂ är reglerade av miljö kvalitetsnormer (MKN) i luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477) som baseras på EU föreskrifter om luftkvalitet som alla EU:s medlemsländer ska klara. Normerna är till för att skydda människors hälsa, och miljön. I miljö kvalitetsnormerna finns gränsvärden för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde och hur ofta de får överskridas per kalenderår. Miljö kvalitetsmålen (MKM) är 16 olika mål uppsatta av Sveriges riksdag och varje mål innehåller flera delmål, ett mål är *Frisk Luft* delmålen i *Frisk Luft* liknar MKN i luftkvalitetsförordningen med skillnaden att gränserna för att klara MKM är hårdare än MKN.

Häggvik och Rotsunda är placerade nära E4 och halterna är därmed inte relevanta för jämförelse mot miljö kvalitetsnorm eller miljö kvalitetsmål. Om syftet varit att jämföra mot norm eller mål så hade andra placeringar av mätstationerna behövs. Stationerna är inte heller representativa för något större område än E4:ans direkta omgivning. Syftet med stationerna har istället varit att mäta halter och emissioner av vägtrafiken luftföroreningar.

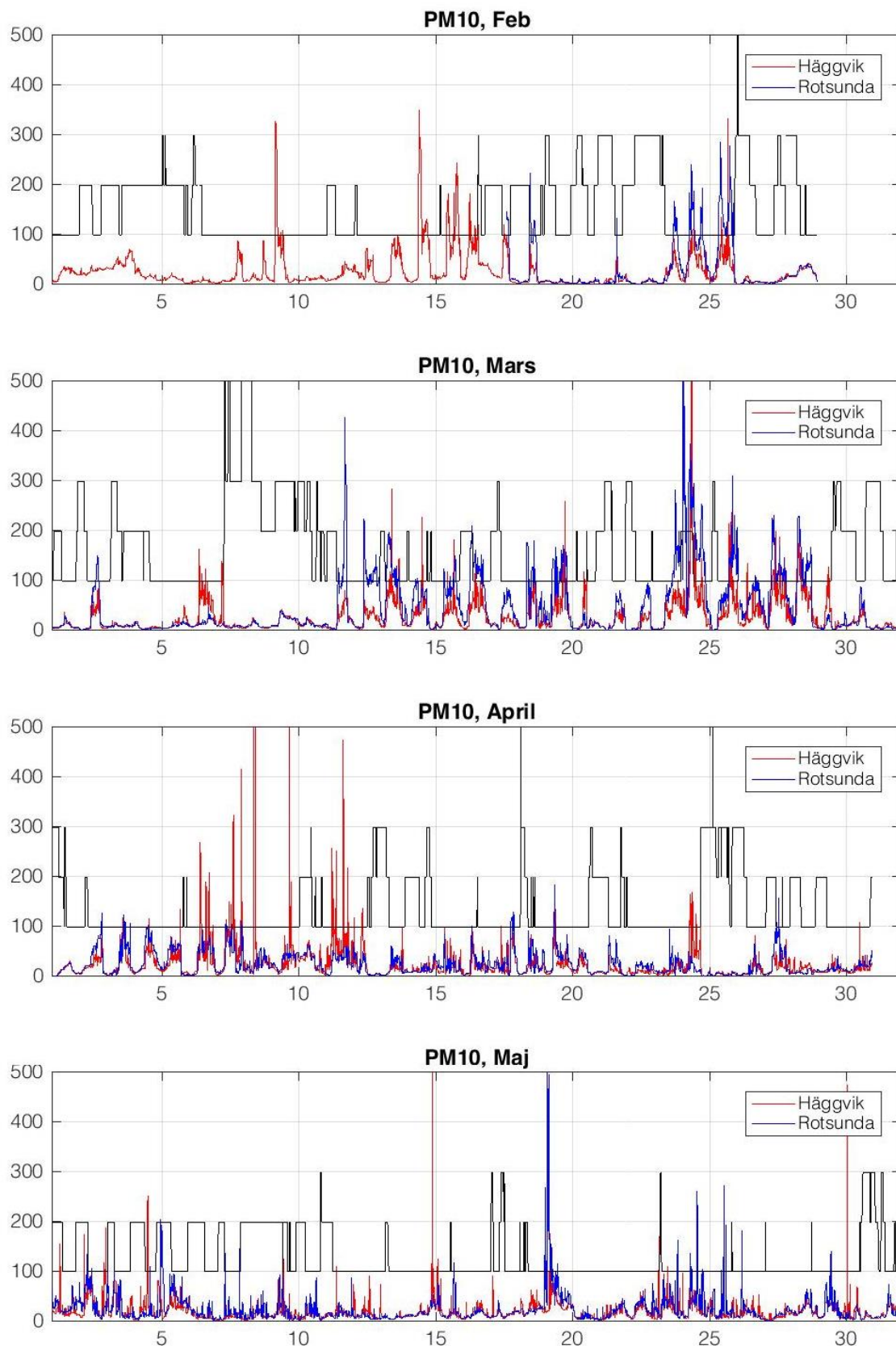
PM₁₀

Medelvärdet av uppmätta PM₁₀-halter visas i

Tabell 2. Under 2017 uppmättes högre halter av PM₁₀ vid Rotsunda jämfört med Häggvik, precis om under 2016. För Rotsunda överskreds miljömålet redan under mätperioden som pågick 3 ½ månader våren 2017, med 37 dygn med halter över 30 µg/m³. Miljö kvalitetsmålet tillåter maximalt 35 dygn med PM₁₀ över 30 µg/m³ under ett kalenderår. Halterna av PM₁₀ samvarierar oftast väl vid de båda mätplatserna, vilket ses i *Figur 4*. Det som påverkar PM₁₀-halterna mest är vägytans fuktighet. Vid fuktig körbana uppmäts oftast låga PM₁₀-halter, som dessutom är lika vid båda stationerna. Vid torra körbanor är halterna betydligt högre vid båda stationerna. Däremot skiljer de sig lite åt och oftast var halterna högre vid Rotsunda jämfört med Häggvik. Halterna minskade tydligt från 12 april. Korta perioder med rejält höga halter uppmättes i mitten på maj. Orsaken till dessa toppar är oklar.

Tabell 2. Sammanställning av uppmätta halterna av PM₁₀ vid Rotsunda och Häggvik från 18 februari till och med maj 2017. Miljö kvalitetsnormen tillåter maximalt 35 dygn med PM₁₀-halter över 50 µg/m³ och miljö kvalitetsmålet tillåter maximalt 35 dygn med PM₁₀ över 30 µg/m³. Röd text betyder överskridande av miljö kvalitetsnorm eller miljömål

PM ₁₀ µg/m ³		Medel	Median	10- percentil	90- percentil	Antal dygn >50	Antal dygn >30
2017	Rotsunda	31,0	15,7	4,4	78,5	15	37
2017	Häggvik	23,6	14,5	4,4	52,2	7	24



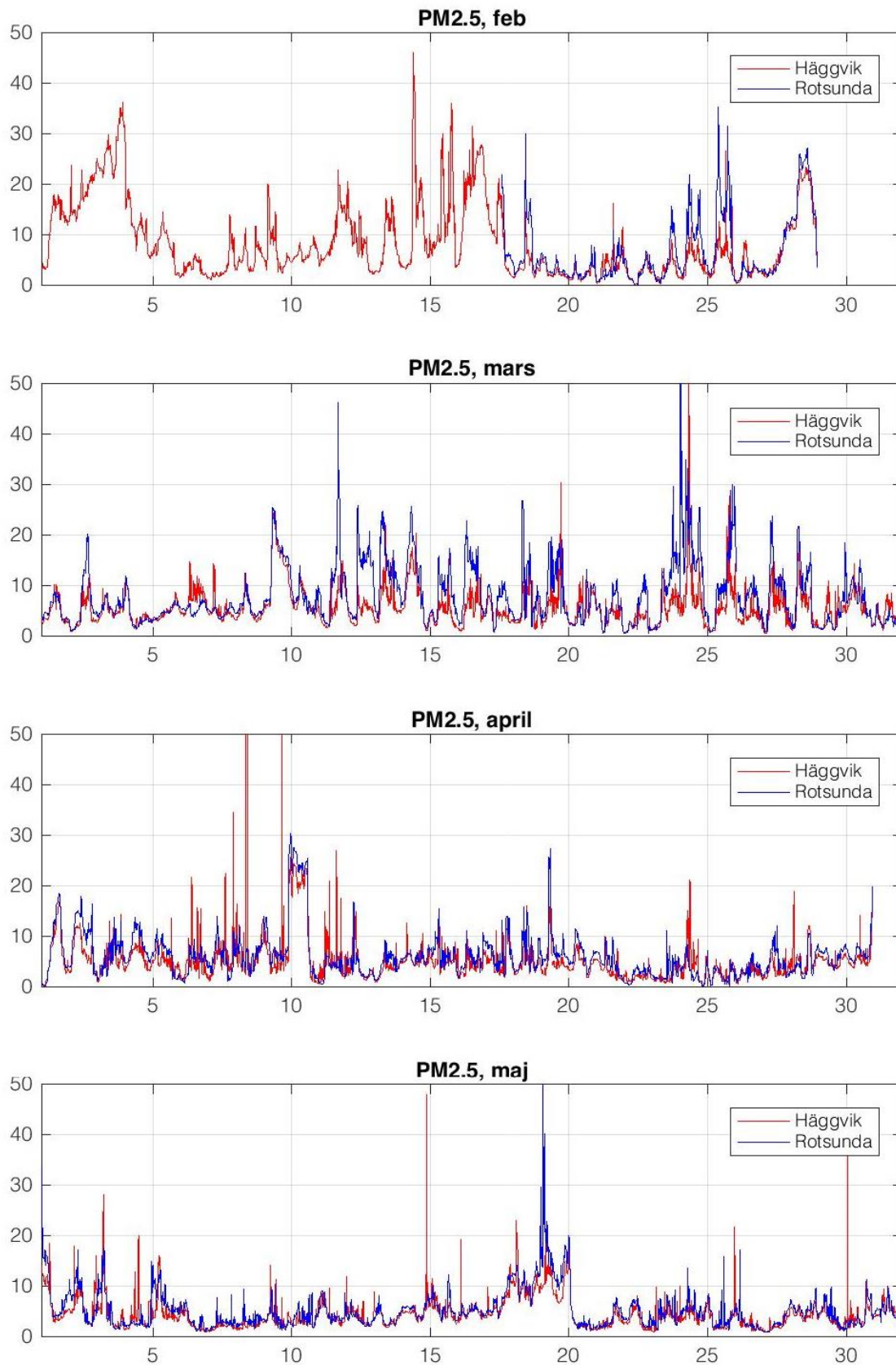
Figur 4. Timmedelvärden av PM₁₀-halter i µg/m³ under mätperioden 2017 uppdelat på månader, februari-maj. Status från vägfuktsensorn vid Gröndal under feb-maj 2017. Status 1: torr, 2: fuktigt, 3: blött, >5: snö, is eller slask.

PM_{2.5}

Halterna av PM_{2.5} i *Figur 5* samvarierar mycket väl vid de båda mätplatserna under 2017 och har nästan samma medelvärden, *Tabell 3*. Halterna av PM_{2.5} är till stor del bakgrundshalt och endast en mindre del kommer från lokala källor. Under vissa tillfällen uppträder förhöjda halter av PM_{2.5} vilket oftast är sammankopplat med intransport av förorenad luft från andra regioner. Detta skedde t.ex. runt 28 februari och 10 april. De något större skillnaderna mellan stationerna förekommer samtidigt som höga halter av PM₁₀. Precis som för PM₁₀ är halterna något högre vid Rotsunda än Häggvik vid dessa tillfällen. Detta förekommer framförallt under mars. En liten del av partiklarna som genereras från slitage av körbanan är mindre än 2,5 µm och mäts därför som PM_{2.5}. Sammanställningen i *Tabell 3* visar också på att PM_{2.5}-halterna är något högre vid Häggvik.

Tabell 3. Sammanställning av uppmätta halterna av PM_{2.5} vid Rotsunda och Häggvik från 18 februari till och med maj 2017.

PM _{2.5} µg/m ³		Medel	Median	10-percentil	90-percentil
2017	Rotsunda	6,5	5,0	2,1	12,8
2017	Häggvik	5,2	4,4	1,9	9,2



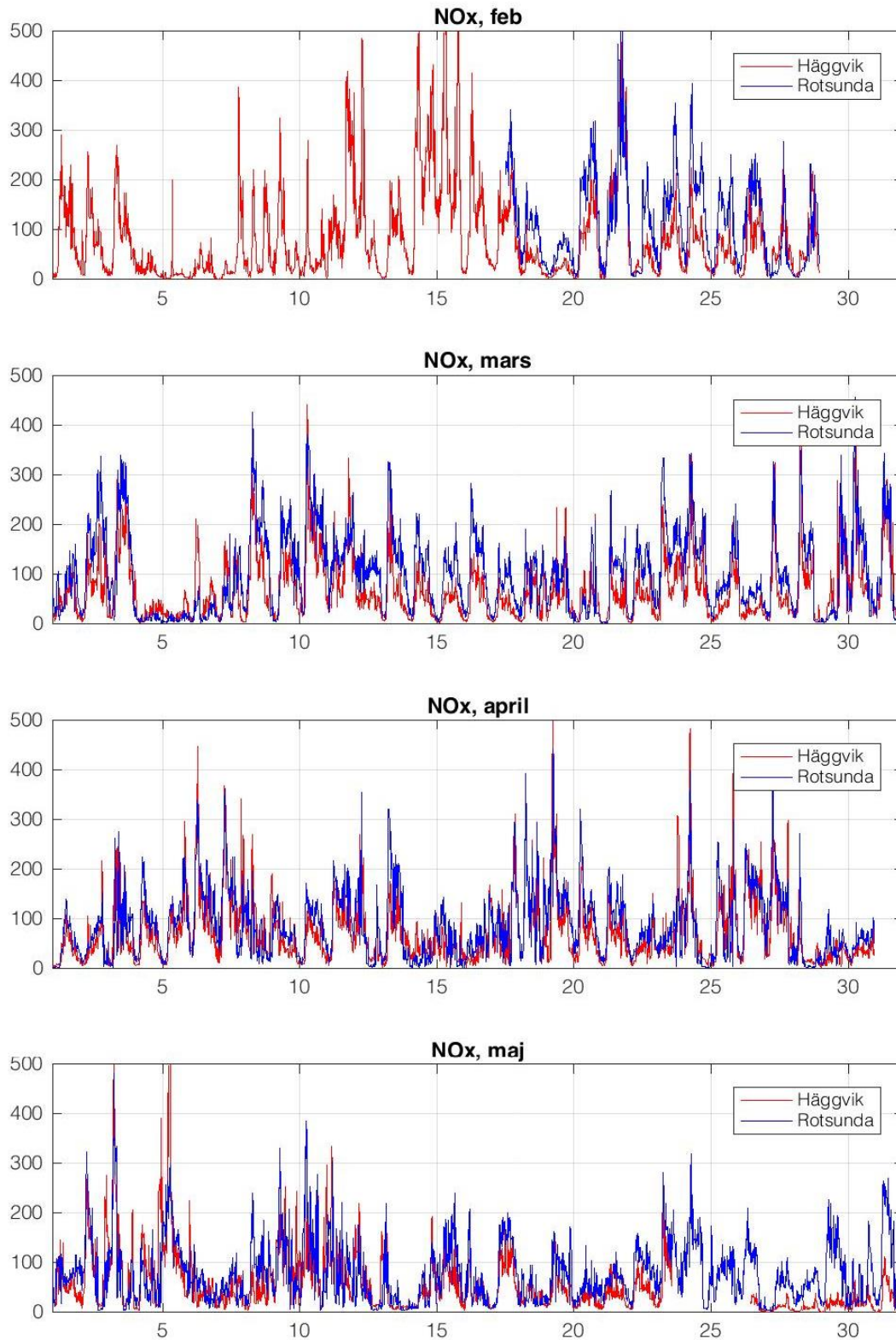
Figur 5. Timmedelvärden av PM_{2.5} halter i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ under mätperioden 2017 uppdelat på månader, februari-maj.

NO_x

Halterna av NO_x under 2017, *Figur 6*, visar god samvariation vid de båda mätstationerna men generellt högre halt nivåer vid Rotsunda jämfört med Häggvik under 2017. Högre tungtrafikandel samt en lutning på ca 2 % bidrog till att emissionerna av NO_x vid Rotsunda är högre. Jämförelsen mellan de båda stationerna i *Tabell 4* visar att halterna av NO_x var betydligt högre vid Rotsunda jämfört med Häggvik, vilket även var fallet under både 2015 och 2016. Miljökvalitetsnormen för antalet dygn med NO₂-halter över 60 µg/m³ som räknas per kalenderår överskreds under 2017 års mätperiod vid Rotsunda, trots att mätperioden bara var 3 ½ månad. Miljömålet för timvärden av NO₂ överskreds kraftigt vid båda stationerna.

Tabell 4. Sammanställning av uppmätta halterna av NO_x och NO₂ vid Rotsunda och Häggvik från 18 februari till och med maj 2017. Miljökvalitetsnormen tillåter maximalt 7 dygn med NO₂-halter över 60 µg/m³ samt maximalt 175 timmar med NO₂-halter över 90 µg/m³ under kalenderår. Det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft tillåter maximalt 175 timmar med NO₂-halter över 60µg/m³. Röd text betyder överskridande av miljökvalitetsnorm eller miljömål.

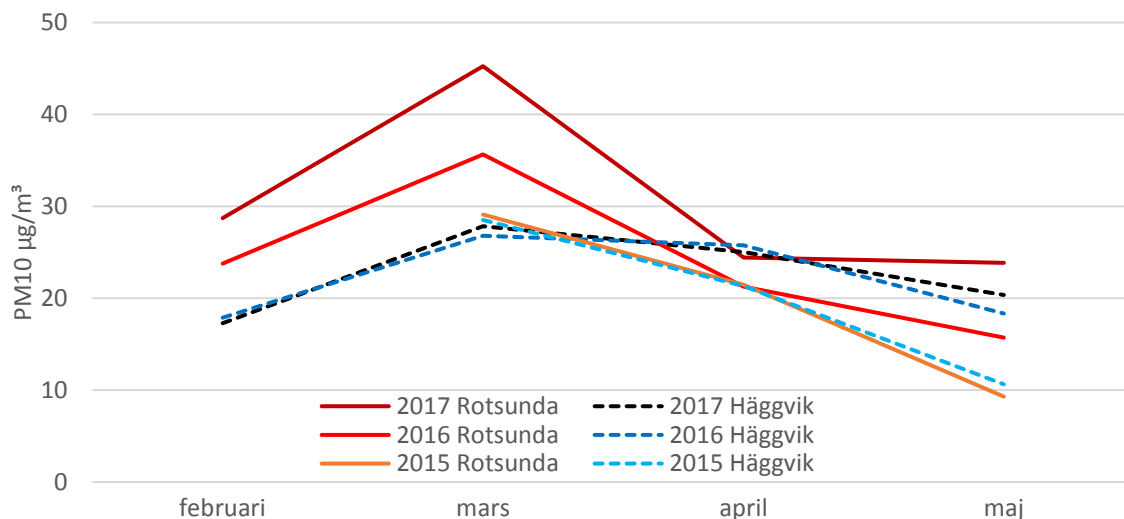
		NO _x	NO _x	NO _x	NO _x	NO ₂	NO ₂	NO ₂
		Medel, µg/m ³	Median, µg/m ³	10- percentil, µg/m ³	90- percentil, µg/m ³	Antal dygn >60, µg/m ³	Antal timmar >90 µg/m ³	Antal timmar >60 µg/m ³
2017	NO _x /NO ₂ Rotsunda	90,4	74,8	15,2	185	13	105	577
2017	NO _x /NO ₂ Häggvik	65,8	47,7	11,3	140	7	85	363



Figur 6. Timmedelvärden av NO_x-halter i µg/m³ under mätperioden 2017 uppdelat på månader, februari-maj.

Trender

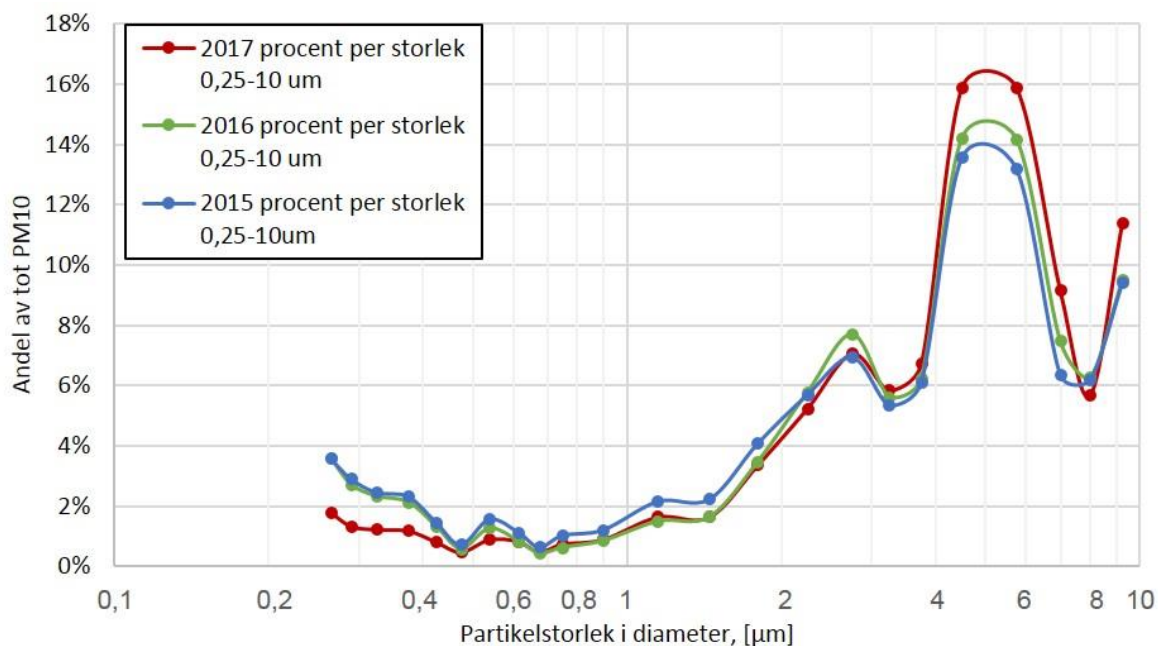
Förändringar i PM₁₀ och PM_{2.5} åskådliggörs i *Figur 7*, vilken visar månadsmedelvärden av PM₁₀ för februari-maj för åren 2015–2017. Under 2015 är skillnaden mellan Häggvik och Rotsunda liten, medan både år 2016 och 2017 mättes mycket högre månadsmedelvärden av PM₁₀ vid Rotsunda än vid Häggvik medan PM₁₀-halterna för Häggvik var i stort oförändrade mellan åren. Halterna vid Rotsunda har ökat med 20–30 % sedan 2015.



Figur 7. Månadsmedelvärden av PM₁₀ för Häggvik (blå linjer) och Rotsunda (röd-orange linjer) för år 2015–2017, februari-maj. I februari 2017 fanns endast PM₁₀-data för 18-28 februari.

Storleksfördelning av partiklar

Partikelinstrumentet vid Rotsunda mätte utöver PM_{2.5} och PM₁₀ även antal partiklar i 32 storleksklasser mellan 0,25 till 32 µm. Analysen av storleksklasserna är gjord på samma sätt som beskrivs i SLB 11:2016. Kortfattat beskrivet är enbart; mätdata under dagtid, 06:00 – 19:00, enbart timmar med vindriktning mellan 200° och 320° och enbart timmar med torr körbana med i analysen. Perioden i grafen täcker 5 mars till och med 15 april. Antalet timmar som fyller alla kriterier i perioden per år är: 2015 = 203 timmar, 2016 = 188 timmar, 2017 = 273 timmar. Anledningen till att ta fram en storleksfördelning för varje år som ses i *Figur 9* är för att ta reda på vilken eller vilka partikelstorlekar som har ökat/minskat sedan 2015, har andelen stora partiklar ökat, så har slitaget på vägbanan ökat. Är det framförallt små partiklar som ökat är det troligen ökad förbränning som är orsaken snarare är ökat slitage av vägbanan.



Figur 8. Logaritmisk storleksfördelning av partiklar för mätstationen vid Rotsunda tre år i följd: 2015, 2016 och 2017. Perioden för alla år, 5 mars - 15 april. Endast timmar med torr vägbana och vindriktning från E4 under dagtid är inkluderade. Y-axeln visar andel av totala volymen av PM₁₀ för varje partikelstorleksintervall och år.

De minsta partiklarna, mindre än 0,5 µm i diameter, kommer inte från slitage av vägbanor utan från andra källor, t.ex. avgaser eller långväga transport och anses vara mindre viktiga för utvärderingen av bullerreducerande asfalt. Partiklar i intervallet 0,5–4,0 µm i diameter kan till viss del vara slitagepartiklar från bromsar, vägbanor och däck. I intervallet är skillnaderna mellan åren ytterst liten. För partiklar större än 4 µm i diameter är den största källan slitage av vägbanor från framförallt dubbdäck, i intervallet är skillnaderna stora mellan åren. 2015 uppmättes en betydligt mindre mängd stora partiklar. Både år 2016 och 2017 så ökade andelen stora partiklar markant. Denna analys går tyvärr inte att genomföra för mätstationen i Häggvik eftersom mätinstrumentet där endast ger PM_{1,0}, PM_{2,5} och PM₁₀ och inte alla partikelstorlekar däremellan. Inför vårsäsongen 2018 planeras instrumentet vid Häggvik att bytas till samma typ av instrument som vid Rotsunda, så att analys av storleksfördelning kan utföras för både Rotsunda och Häggvik.

Emissionsfaktorer för NO_x

Emissionsfaktorer för NO_x har tagits fram baserat på fordonssammansättning, hastighet samt lutning för de båda sträckorna. För att ta fram emissionsfaktorerna har den europeiska emissionsmodellen HBEFA 3.2 använts. Emissionsfaktorerna visar hur mycket kväveoxider (NO_x) som släpps ut per fordonskilometer. Vi har inte tagit hänsyn till att trafikflödet, hastigheten och fordonssammansättningen varierade under perioden utan enbart använt de genomsnittliga värdena i *Tabell 1*.

De beräknade emissionsfaktorerna blev större för Rotsunda jämfört med Häggvik, *Tabell 5*. Den främsta orsaken till de högre värdena vid Rotsunda är att motorvägen har lutning på 2 % vilket ökar emissionerna, men det orsakas även av den större tunga trafikandelen. Den uppmätta lilla skillnaden i hastighet bidrog mycket lite. Den något ökade andelen tung trafik har gjort att båda sträckornas emissionsfaktorer har förhöjts aningen mellan 2016 och 2017. Inga trafikmätningar gjordes under 2015 så för analysen av 2015 års data användes samma emissionsfaktorer som för 2016.

Tabell 5. Genomsnittliga emissionsfaktorer för NO_x baserat på trafik 2016 och 2017. Emissionsfaktorn anger utsläppet per fordonskilometer.

	2016	2017
	Emissionfaktor NO _x , g/km	Emissionfaktor NO _x , g/km
Rotsunda	0,606	0,615
Häggvik	0,504	0,522

Inverkan av bullerreducerande asfalt på emissioner

I Figur 9 visas förhållandet mellan mätstationerna vid Rotsunda och Häggvik under 2015, 2016 och 2017. I figuren visas den genomsnittliga kvoten (medianen) som ett horisontellt streck. Spridningen i förhållandet (kvoten) visas genom att de färgade boxarna innehåller data mellan 25 och 75 percentilen, d.v.s. hälften av alla data finns inom de färgade boxarna. Analysen är enbart utförd på data sorterade utifrån vindriktning, dagtid samt torr körbana som beskrivits ovan.

Spridningen av förhållandet mellan Rotsunda och Häggvik var relativt stor för PM₁₀ under 2017 precis som tidigare år, men vid nästan 90 % av tillfällena var halterna högre vid Rotsunda än Häggvik. Motsvarande gällde även för grova partiklar, 2,5–10 µm i diameter, PM_{coarse}. För både PM₁₀ och PM_{coarse} har kvoten mellan Rotsunda och Häggvik ökat för varje år mellan 2015 och 2016. Detta betyder att halterna vid Rotsunda har ökat mer än vid Häggvik mellan 2015 till 2017.

Förhållandet för NO_x mellan Rotsunda och Häggvik har betydligt mindre variation än för partiklar. NO_x-halterna är i princip alltid högre vid Rotsunda än vid Häggvik. Det beror främst på den 2 % lutning på E4 förbi Rotsunda. Det kan också bero på olika spridningsförhållanden vid mätstationerna, men detta har mindre betydelse eftersom detta borde påverka PM och NO_x på samma sätt (d.v.s. om man ser till kvoten PM/NO_x så är den oberoende av de meteorologiska förhållandena).

Genom att studera relationen mellan uppmätta halter av grova partiklar och uppmätta halter av NO_x (justerade för skillnad i emissionsfaktor) så kan de två olika teststräckorna jämföras trots att meteorologi och trafik till viss del skiljer sig åt. Detta baserar sig på teorin att emissionsfaktorn för grova partiklar kan bestämmas genom ekvation (1). Metoden beskrivs bland annat i Ketzler mfl. (2007).

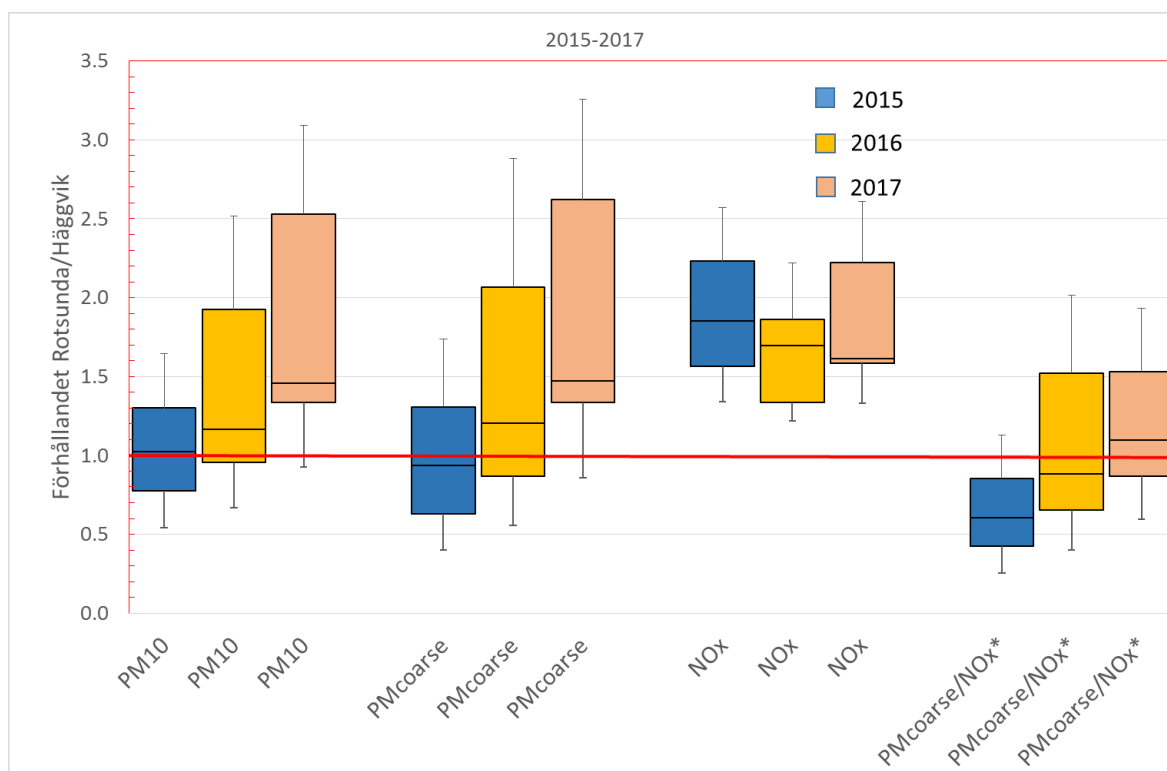
$$\text{Ekvation (1)} \quad EF_{PM_{coarse}} = EF_{NO_x} \frac{PM_{coarse}}{NO_x}$$

För att istället studera förhållandet mellan emissionerna så används ekvation (2).

$$\text{Ekvation (2)} \quad \frac{EF_{PM_{coarse}}(tyst)}{EF_{PM_{coarse}}(referens)} = EF_{NO_x} \frac{PM_{coarse}}{NO_x}(tyst) / EF_{NO_x} \frac{PM_{coarse}}{NO_x}(referens)$$

Genom att använda grova partiklar (PM_{coarse}) i ekvation (1) och (2) studeras i princip enbart emissionerna från vägen. Eftersom PM_{2.5}-halterna är subtraherade och därmed i stort sett all bakgrundshalt av partiklar finns i luften.

Förhållandet PM_{coarse}/NO_x var i genomsnitt ofta högre vid Rotsunda än Häggvik. Dessutom var förhållandet mellan Rotsunda och Häggvik större under 2017 än under både 2015 och 2016. Att PM_{coarse}/NO_x-kvoten var något över ett under 2017 antyder att den bullerreducerande asfalten i Rotsunda i genomsnitt gav lite större emissioner av grova partiklar jämfört med Häggvik.



Figur 9. Förhållandet (kvoten) mellan mätstationen vid Rotsunda och den vid Häggvik. Med PM_{coarse} menas halten PM₁₀ minus PM_{2.5}. Den svarta linjen motsvarar medianen, de färgade boxarna 25- och 75-percentilerna och yttre strecken motsvarar 10- och 90-percentilerna. * NO_x-halten är justerad uppåt för Rotsunda i enlighet med skillnaden i emissionsfaktorer för NO_x mellan mätsträckorna i.

Vid jämförelse mellan åren så har de uppmätta halterna av PM₁₀ och PM_{coarse} visat ett ökat förhållande mellan Rotsunda och Häggvik från 2015 till 2017. Det innebär att partikelhalterna ökat mer vid Rotsunda mellan 2015 till 2017 än vid Häggvik. Medianförhållandet mellan Rotsunda och Häggvik för NO_x har knappt förändrats mellan 2015 och 2017 vilket utesluter att förändringarna i partikelrelationen skulle ha med stora skillnader i meteorologi eller trafik mellan åren att göra.

Om kvoten PM_{coarse}/NO_x jämförs mellan 2015 och 2017 så har emissionerna av grova partiklar ökat markant mellan åren. Under första året när den bullerreducerande asfalten var nylagd så var emissionerna av grova partiklar under dagtid, med torra körbanor, ca 40 % lägre än för referenssträckan. Endast under få tillfällen 2015 uppmättes högre emissioner av grova partiklar vid den bullerreducerande asfalten. Mätningarna under 2016 visade på ca 10 % lägre emissioner av grova partiklar jämfört med referenssträckan. Mätningar under 2017 visar däremot på att emissionerna under motsvarande förhållanden nu istället var 10 % högre för den bullerreducerande asfalten jämfört med referenssträckan.

Dammbindning på E4

Under mätperioden 2016/2017 utförde Trafikverket dammbindning med magnesiumklorid på E4 och E4/E20. Enligt uppgifter från SVEVIA har dammbindning inte utförts på E4 förbi Rotsunda under säsong 2016/2017 medan dammbindning har utförts vid 16 tillfällen vid Häggvik. Dammbindningsmedlet applicerade endast i vägreten och inte hela körbanan, detta eftersom magnesiumklorid kan ha en friktionssänkande bieffekt. I SLB-rapport 9:2017, analyserades resultatet av dammbindning längs E4/E20 vid Lilla Essingen och Brännkyrka. Där bidrog dammbindningen till att sänka medelhalten av PM₁₀ med knappt 3 % för mätperioden i denna studie, vilket motsvarade ungefär 1 µg/m³ på periodmedelvärdet. Då gjordes dammbindning på hela körbanan för E4/E20. Effekten på PM₁₀-halten av dammbindningsmedel enbart i vägren har inte kvantifierats i någon tidigare studie, men en rimlig slutsats är att effekten är tydligt mindre än om dammbindning gjorts på hela körbanan. I denna rapport har därför effekten av den utförda dammbindningen antagits vara liten och inte påverkat resultaten i denna rapport.

Diskussion

De genomsnittliga resultaten för 2017 visar att emissionerna i genomsnitt var cirka 10 % högre vid den bullerreducerande asfalten, jämfört med referensasfalten för grova partiklar.

Beräkningen av emissioner innehåller emissionsfaktorer för NO_x och just emissionsfaktorerna från HBEFA innehåller osäkerheter vilket diskuteras i SLB 11:2016. Därför är det svårt att dra exakta slutsatser huruvida den bullerreducerande asfalten verkligen ger mer eller mindre emissioner av grova partiklar jämfört med referenssträckan vid Häggvik. Däremot är analysen gjord på samma sätt under de tre åren varför trenden med ökade emissioner är säkerställd.

Emissionsfaktorer för NO_x har justerats lite utifrån förändringarna i den uppmätta trafiken mellan åren. Den lilla förändringen i NO_x emissionsfaktorerna kan däremot inte förklara ökningen i PM_{coarse}/NO_x-förhållandet mellan Rotsunda och Häggvik under åren. Det påverkar inte heller slutsatserna att grova partiklar från den bullerreducerande asfalten har ökat markant från 2015 till 2017.

I SLB rapport 11:2016 spekulerades i möjliga orsaker till de ökade emissionerna från den bullerreducerande asfalten. Tex att rengöringen av beläggningen inte varit tillräckligt effektiv eller att ytstrukturen försämrats så pass mycket att mer partiklar emitteras. Den lågbullrande asfalten rengörs i anslutningen till sommaren. Det är då ett halvår till mätningarna i denna studie har startad för varje säsong. Det är därför troligt att städningen inte påverkat halterna och emissionerna. En annan orsak kan vara att en nylagd asfalt ger lägre emissioner än en äldre. Det finns studier i t.ex. Köpenhamn som visat detta fenomen (Nordström mfl. 2010). Resultaten i denna rapport och studien i Köpenhamn föranleder också ett intresse av att följa upp hur emissionerna av partiklar från den bullerreducerande asfalten utvecklas även under de kommande två vårsäsongerna.

I analysen av storleksfördelningen för Rotsunda är det tydligt att andelen partiklar större än 4,0 µm i diameter har ökat båda åren sedan 2015. Samma analys har inte gått att genomföra för Häggvik eftersom mätinstrumenten skiljer sig åt gällande antal uppmätta storleksfraktioner. Under de kommande vårsäsongerna 2018 och 2019 kommer storleksfördelning att mätas vid båda mätplatserna, vilket möjliggör storleksfördelningsanalys i kommande rapport 2018.

Trenderna visar att halterna av PM₁₀ i februari och mars ökat mer än för april och maj mellan 2015 till 2017. Dubbdäck används enbart fram till mitten på april och den troliga orsaken är att det är just dubbdäcken som bidragit till de ökade emissionerna från den bullerreducerande asfalten jämfört med den konventionella asfalten.

De fåtal dammbindningsutlägg som utförts vid Häggvik anses inte ha påverkat halterna i någon utsträckning att kunna förklara de stora skillnaderna i PM₁₀-halter mellan Rotsunda och Häggvik 2017.

Det finns några tidigare studier av partikelemissioner från bullerreducerande beläggningar i Stockholmsområdet. SLB studerade en bullerreducerande beläggning längs E4 vid Hallunda. Studien visade att emissionerna var i stort sett desamma vid den bullerreducerande asfalten jämfört med referensasfalten (SLB-rapport 3:2006).

Mätningar av partikelemissioner bakom däck på en bil har också gjorts i Stockholmregionen och finns presenterat i två rapporter från Stockholms universitet (ITM-rapport 164; ITM-rapport 198). I den ena (ITM-rapport 164) konstaterades också att emissionerna av partiklar var ungefär densamma från den lågbullrande beläggningen jämfört med referensasfalten. I den andra (ITM-rapport 198) konstaterades av emissionerna av PM₁₀ var högre från en ABT11 asfalt jämfört med referensasfalt av typen ABS 16.

Referenser

ITM-rapport 164, 2007. Betydelsen av bullerreducerande beläggning för partikelemissionerna.

ITM-rapport 198, 2011. PM₁₀ emission från tysta beläggningar i Stockholmsregionen.

Jacobsson, T., and Göransson, N-G., (2017). Bullerreducerande beläggning E4, Rotebro – Bredden, 2014-2017. (In Swedish), TRV Dnr: 2014/44543, VTI Dnr: 2014/0431

Ketzel, M., Omstedt, G., Johansson, C., Düring, I., Pohojola, M., Oetl, D., Gidhagen, L., Wåhlin, P., Lohmeyer, A., Haakana, M., Berkowicz, R. 2007. Estimation and validation of PM_{2.5}/PM₁₀ exhaust and non-exhaust emissionfactors for practical street pollution modelling. *Atmos. Environ.* 41 9370-9385.

Nordstroem, C., Ellermann, T., and Ketzel, M., (2010). The effect on PM₁₀ of a new road pavement on a heavily trafficked road, H.C.A. Boulevard (HCAB), Copenhagen, Denmark. Poster at the Road dust – Health effects and abatement strategies, Stockholm 2010.

<http://gpc.slb.nu/register/wp-content/uploads/2010/10/PosterPM10newroadpavement.pdf>

SFS 2010:477. Luftkvalitetsförordningen.

SLB rapport 11:2016. Inverkan av tyst asfalt på PM₁₀-haltern längs E4. Utvärdering av mätningar under 2015 och 2016.

SLB rapport 9:2017. Resultat av dammbindning vid E4/E20 vintern 2016-2017. – Utvärdering av åtgärd i form av dammbindning.

SLB rapport 8:2015. Mätningar av luftföroreningar invid tyst asfalt längs E4 i Sollentuna.

SLB rapport 3:2006. Betydelsen av lågbullrande beläggning för partikelhalterna.

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>

