

Essingeleden, en sammanställning av halter, åtgärder och konsekvenser

Max Elmgren



Utfört på uppdrag av Trafikverket

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
Inledning	5
Syfte	5
Bakgrund	5
Mätningar	6
Mätplatser	6
Lilla Essingen	7
Skonertvägen	7
Brännkyrka	8
Gröndalsskolan och Gröndal vägfukt	8
Dammbindning	9
Miljö kvalitetsnormer och mål	10
Norm och mål för partiklar, PM ₁₀ och kvävedioxid, NO ₂	11
Resultat	11
Trafik	11
Halter av kvävedioxid, NO ₂	13
Halter av luftburna partiklar, PM ₁₀ , under 2017/2018	13
Dammbindning	15
Dubbdäck	16
Effekten av dubbdäcksminskning med hjälp av NORTRIP-modellen	19
Essingeledens NO _x -utsläpp	21
Mätplatsernas betydelse för halter av PM ₁₀ och NO _x	23
Slutsatser	25
Referenser	26

Förord

Denna rapport är en genomgång av luftföroreningshalter och åtgärder på Essingeleden under 2017 och vintersäsongen oktober 2017 till maj 2018. Samt en sammanställning av hur halter av luftföroreningar förändrats sedan mätstart och hur utvecklingen påverkat luftkvaliteten. Analysen är utförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm på uppdrag av Trafikverket. Rapporten har sammanställts av Max Elmgren, Lars Burman och Michael Norman, mättekniker har varit av Billy Sjövall och Magnus Brydolf.

Beställare vid Trafikverket var Michelle Benyamine-Remahl.

Uppdragsnummer:	2019089
Daterad:	2019-03-01
Handläggare:	Max Elmgren
Status:	Granskad av Jennie Hurkmans på SLB-analys, Michelle Benyamine-Remahl och Kerstin Gustavsson på Trafikverket och Mats Gustafsson på VTI.



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

Sammanfattning

Syfte

I rapporten redogörs halter av partiklar (PM₁₀) och kväveoxider (NO_x, NO₂, NO) vid Essingeleden mot miljö kvalitetsnormer och miljömål. Syftet är att visa hur uppmätta halter av luftföroreningar på Essingeleden påverkas av dammbindning som enda åtgärd mot höga halter av PM₁₀. Analyser har också utförts för att få en uppfattning om hur förändringen i dubbdäcksandelar har påverkat PM₁₀-halterna längs med vägen. En utvärdering hur trafiksammansättning, trafikflöde och hastighet har påverkat halterna av NO_x är också utförd, men även mätstationernas placering och deras representativitet i vägområdet och i förhållande till Essingeleden som enda sannolika NO₂- och PM₁₀-källa.

Mätningar

Mätningar av PM₁₀ och NO₂ på Lilla Essingen vid Essingeleden startade 2005. Placeringen av mätstationen bestämdes utifrån bedömningen om värsta plats längs med statligt vägnät i Regionen. Mätningar på motsatt sida Essingeleden startades år 2011 i och med etableringen av mätstationen Brännkyrka. Syftet med denna mätstation var utöver att studera effekter av åtgärder på Essingeleden, även studera haltnivåer på Midsommarkranssskolan, som ligger nära Essingeleden. Under 2014 utfördes mätningar på skolgården till Gröndalsskolan, som ligger i direkt anslutning till Essingeleden. Brännkyrka mätstation lades ned 2016 på grund av skadegörelse och en ny mätstation, på samma sida Essingeleden, startades i juni 2017 vid Skonertvägen. Vindhastighet och vindriktning mäts vid Östra Sveriges luftvårdsförbunds meteorologistationer på Torkel Knutssonsgatan på Södermalm och i Högdalen i Stockholm. Vägfuktighet mäts på Essingeleden i höjd med Gröndal. Svevia ansvarar för vinterunderhållet och dammbindning av Essingeleden samt för logg över varje tillfälle. Trafikverket mäter dubbdäcksandelar för lätta fordon på parkerade fordon i 18 städer i totalt sex regioner i landet. SLB-analys mäter dubbdäcksandelar på rullande trafik varje vinter i Stockholms innerstad och på infartsleder som Ekerövägen, resultaten därifrån antas vara samma som för Essingeleden. I denna rapport används data över fordonssammansättning från tidigare mätningar på E18 tillsammans med trafikflöde och hastighet från trafikverkets mätningar på Essingeleden. Trafikdata tillsammans med emissionsfaktorer ur HBEFA 3.3 används för att beräkna trafikemissionerna av NO_x från Essingeleden.

Resultat

Miljö kvalitetsnormen för PM₁₀ klarades vid både Skonertvägen och Lilla Essingen år 2017. Lilla Essingen registrerade 31 dygn över 50 µg/m³, att jämföra med de tillåtna 35 dygnen. Miljö kvalitetsnormen för NO₂ dygn överskreds vid både Skonertvägen och Lilla Essingen 2017. Miljö kvalitetsnormen för NO₂-timmedelvärde och årsmedelvärde klarades däremot vid både Skonertvägen och Lilla Essingen. Varken Skonertvägen eller Essingeleden klarade något av de nationella miljö kvalitetsmålen för PM₁₀ eller NO₂ år 2017.

Dubbdäcksandelarna på Essingeleden, utifrån SLB-analys mätningar på Ekerövägen, har sjunkit från 75% för åren 2005–2007 till 66% år 2010 och 51% vintern 2017–2018, detta skiljer sig något från trafikverkets dubbdäcksmätningar på parkerade fordon i region Stockholm som mätte 64% år 2010 och 54% 2018. Minskningen av dubbdäcksandelarna från 75% till 51% beräknas stå för en minskning av årsmedelvärdet av PM₁₀ på 3,2±0,8 µg/m³ vilket motsvarar 11±3 %. Beräkningarna visade även att under tre av de modellerade åren så har miljö kvalitetsnormen för PM₁₀ klarats vid mätstationen vid Lilla Essingen tack vare minskningen i dubbdäcksanvändning.

Under vintern 2017–2018 utfördes dammbindning vid 22 tillfällen på Essingeleden. Utav alla 22 dammbindningstillfällen beräknas 9 tillfällen vara utförda i onödan, d.v.s. att dammbindning

utförts vid tillfällen då halterna även utan dammbindning hade varit låga. Om dammbindning hade utförts på alla dagar som överskred $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ så hade ytterligare 3–9 dagar kunna hindrats från att överskrida gränsvärdet vid Lilla Essingen och 7–11 dagar hade kunnat hindrats vid Skonertvägen. Utan dammbindningen 2017 är det mycket troligt att miljö kvalitetsnormen för PM_{10} hade överskridits vid Lilla Essingen, Skonertvägen hade troligen klarat sig oavsett.

De totala utsläppen av NO_x från trafiken på Essingeleden beräknades från trafikflödet och hastigheten på Essingeleden tillsammans med fordonsammansställningen från mätningar vid E18 tillsammans med emissionsfaktorer ur HBEFA3.3. Trafiken på Essingeleden släpper ut 30,3 ton $\text{NO}_x/\text{km}/\text{år}$. Personbilar står för 44,2% av de totala utsläppen av kväveoxider och motsvarar 81% av trafikflödet. Tunga lastbilar motsvarar endast 4,9% av totala trafikflödet men släpper ut hela 28,3% av all NO_x .

Mätstationen på Lilla Essingen har högre halter av luftföroreningar än både Brännkyrka och Skonertvägen oavsett vindriktning, p.g.a. ett mer komplext gaturum och för att mätstationen är belägen i den förhärskande vindriktningen sett från Essingeleden. Skonertvägen har ett tydligt haltbidrag från Essingeleden vid östlig vindriktning, då trafikens utsläpp förs mot mätstationen, och nära bakgrundshalter vid västlig vind. Därför är representativiteten hög för Skonertvägen och de uppmätta halterna där är troligen representativa för stora delar av Essingeleden med samma avstånd till vägen och liknande trafikflöde och hastighet.

Inledning

Detta projekt är utfört av SLB-analys på uppdrag av Trafikverket Region Stockholm, utvärderingen täcker huvudsakligen mätdata från åren 2017 och 2018. Vissa analyser i utredningen har använt data även från tidigare år.

Syfte

I rapporten redogörs halter av partiklar (PM_{10}) och kväveoxider (NO_x , NO_2 , NO), för mätstationerna vid Lilla Essingen, Skonertvägen samt Brännkyrka, mot miljö kvalitetsnormer och miljömål. En del av utredningen ämnar visa hur uppmätta halter av luftföroreningar på Essingeleden har påverkats av dammbindning som enda åtgärd mot höga halter av PM_{10} . Emissionsmodellen NORTrip har använts för att analysera hur förändringen i dubbdäcksandelar har påverkar PM_{10} -halterna från Essingeleden. Trafiksammansättning, trafikflöde, hastighet och emissionsfaktorer har använts för att bestämma NO_x -utsläppen från Essingeleden. Utifrån mätstationernas placering och meteorologi bestäms stationernas representativitet i vägområdet i förhållande till Essingeleden som enda källa av kväveoxider och partiklar.

Bakgrund

Detta är den femte rapporten i en serie rapporter om luften på Essingeleden. Mätningar av luftföroreningar vid Essingeleden inleddes redan 2005, det utökades senare i och med en kampanj med skolmätningar med motivet att dels utvärdera åtgärder mot höga partikelhalter och dels för att säkerställa att människor som vistas vid, och intill mätplatserna, däribland skolungdomar, inte utsätts för höga luftföroreningshalter. Tidigare rapporter finns tillgängliga på SLB-analys webbsida (www.slb.nu, Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med E4/E20 och E18 i Danderyd, SLB 2013:10; Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med Essingeleden och E18 i Danderyd, SLB 2015:6; och Halter av partiklar (PM_{10}) vid E4/E20 vintern 2015/2016, SLB 2016:9; Resultat av dammbindning vid E4/E20 vintern 2016–2017, SLB 2017:9).

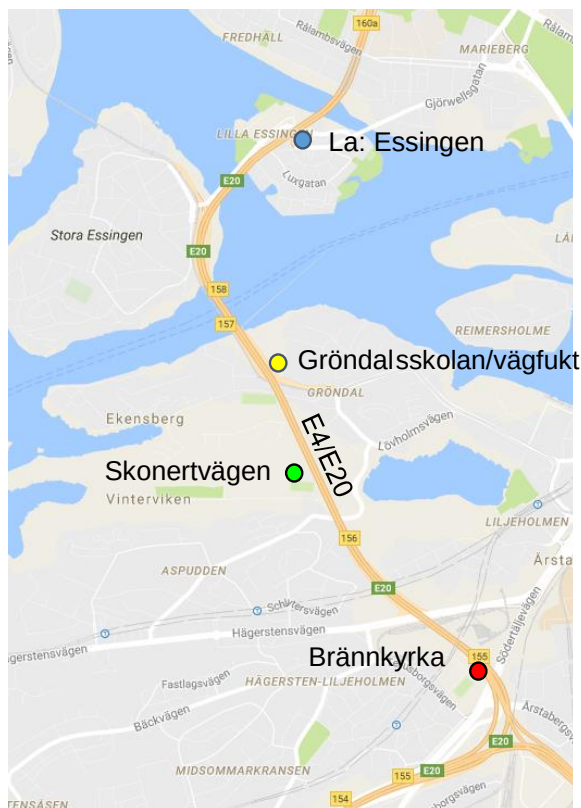
Mätningar

För samtliga mätningar inom projektet användes 15 minuters tidsupplösning som sedan beräknades om till både timmedelvärden, dygnsmedelvärden och årsmedelvärden.

Mätplatser

Mätningarna vid Lilla Essingen, Skonertvägen och Brännkyrka har omfattat PM_{10} och $PM_{2.5}$ och kväveoxider (NO och NO_2).

Mätstationernas placering vid Essingeleden framgår av Figur 1. Utöver dessa tre mätstationer används mätresultat från mätningar i urban bakgrund i taknivå vid Torkel Knutssongsgatan på Södermalm samt regional bakgrund vid Norr Malma, 10 km nordväst om Norrtälje. Mätdata över vägbanans fuktighet kommer från en vägfuktsensor på Essingeleden i höjd med Gröndal. Meteorologiska mätdata är hämtad från SLB-analys meteorologiska station i taknivå på Torkel Knutssongsgatan på Södermalm, samt från Högdalens meteorologimast.



Figur 1. Mätplatserna vid Essingeleden. Lilla Essingen (blå prick), Brännkyrka (röd prick, t.o.m. december 2016), Skonertvägen (grön prick, fr.o.m. Juni 2017). Gröndalsskolan och vägfuktsmätare Gröndal (gul prick jan-dec 2014).

Lilla Essingen

Kontinuerliga mätningar av luftföroreningar inleddes år 2005 vid E4/E20 på Lilla Essingen. Mätskåpet vid Lilla Essingen är placerat mindre än fem meter öster om E4/E20 ungefär i nivå med körbanan vid en gångväg, se Figur 2. Insugen till instrumenten sitter ungefär 3 meter ovan mark. Instrumenteringen omfattar mätningar av PM₁₀ och PM_{2,5} med Thermo Fischer TEOM samt NO_x (NO och NO₂) med Environnement AC31M. Stationen vid Lilla Essingen har vid flertalet tillfällen använts för att utvärdera effekter av dammbindning (SLB 6:2006; SLB 4:2008; SLB 2013:10 och SLB 2016:9). Utöver luftföroreningar mäts även antal fordonspassager och hastighet med induktiv slinga i asfalten.



Figur 2. Mätstation E4/E20 Lilla Essingen, mätstart januari 2005.

Skonertvägen

Mätstationen vid Skonertvägen startades 16 juni 2017. Mätstationen har samma uppsättning mätinstrument som Lilla Essingen. Skonertvägens mätstation är belägen på västra sidan av Essingeleden (se Figur 1) ca 10 m från Essingeleden och ca 2 m ovan körbanan, enligt Figur 3.



Figur 3. Mätstation vid E4/E20 Skonertvägen, mätstart juni 2017.

Brännkyrka

Mätstationen i Brännkyrka har mätt PM₁₀ och NO₂ under två kortare mätprojekt för evaluering och utvärdering av mätinstrument, för att sedan mäta kontinuerligt fr.o.m. jan 2014. Mätstationen var placerad väster om E4/E20, mindre än 10 meter från körbanan, på en bergsklack ca 4 meter ovan körbanan, se Figur 4. Mätstationen togs ned i december 2016 och ersattes av mätstationen på Skonertvägen.



Figur 4. Mätvagnen vid E4/E20 Brännkyrka, mätningar från januari 2011 till december 2016.

Gröndalsskolan och Gröndal vägfukt

Mätstationen vid Gröndalsskolan upprättades i januari 2014 och mätte på skolgården i ett år, avståndet från Essingeleden till mätpunkten på skolgården var ca 50m. Vägbaneförhållandena vid Gröndal längs Essingeleden mäts kontinuerligt med en Vaisala Remote Road Surface State Sensor (DSC111). Sensorn är riktad mot vägbanan och registrerar reflekterat ljus från transmittern i specifika våglängder och kan särskilja och detektera närvaron av vatten, snö och is på vägbanan.



Figur 5. Placering av mätstationen vid skolgården till Gröndalsskolan jan-dec 2014, och Vaisala Remote Road Surface State Sensor (DSC111) instrument för mätning av vägbaneförhållande på Essingeleden E4/E20 Gröndal.

Dammbindning

Sedan flera år tillbaka pågår ett arbete med att minska partikelhalterna både på det statliga vägnätet och inom Stockholm stad för att klara miljökvalitetsnormen för partiklar, PM₁₀. Olika åtgärder för att sänka partikelhalterna har studerats såsom städning med så kallad bredsug eller kraftigt vakuum, spolning samt dammbindning. Undersökningarna har visat att dammbindning är en mycket effektiv metod för att sänka partikelhalterna (VTI-rapport 2014:802) och dammbindning är därför en av åtgärderna mot höga PM₁₀-halter som förordas i åtgärdsprogrammet för Stockholms län (Länsstyrelsen rapport 2012:34). Effekten av dammbindningen på det statliga vägnätet runt Stockholm har utvärderats utförligt tidigare och resultaten finns redovisade i flertalet rapporter (SLB 4:2004; SLB 6:2006; SLB 3:2007 och SLB 10:2013). Tidigare studier visar att dygnsmedelvärden av PM₁₀ sänks med mellan 20–40 % dygnet efter att dammbindning utförs.

Dammbindning innebär att en vattenlösning med högt hygroskopiskt index läggs ut på vägytan och gör vägbanan fuktig vilket förhindrar vägdamm från att virvla upp i luften. Dammbindning med hjälp av kalcium-magnesium-acetat (CMA) som 25 procentig lösning i vatten har testats flitigt under flera omgångar på gator i centrala Stockholm (SLB 4:2004; SLB 10:2005; SLB 6:2006 och VTI-rapport 2012:767; VTI-rapport 2014:802; VTI-rapport 2016:897). I en studie av Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, utvärderades dammbindningens effekter och olika dammbindningsmedel jämfördes (VTI-rapport 2010:666). Studien visade bland annat att CMA, magnesiumklorid (MgCl₂) och kalciumklorid (CaCl₂) har mycket likartade effekter på halten av PM₁₀ men att MgCl₂ medför mindre halkrisk än CMA. CMA är mindre miljöfarligt än de övriga salterna, men betydligt dyrare. Trafikverket använder sedan flera år tillbaka endast magnesiumklorid. Medlet sprids som en 20 procentig vattenlösning (10 g/m²) på hela vägbanan på vägar med en skyltad hastighet på 70 km/h och endast i vägrenen på vägar med hastigheter över 70 km/h, vilket är bestämt utifrån säkerhetsskäl. Essingeleden har skyltad hastighet 70 km/h och därför utförs dammbindning på hela körbanan.

Då dammbindning har visats kunna ge en viss försämrad friktion (halka) måste mängden utlagt dammbindningsmedel begränsas. Friktionen anses vara sämre för dammbindning med CMA som används i centrala Stockholm än för t.ex. magnesiumklorid som trafikverket använder (VTI-rapport 2010:666). Dammbindning utförs normalt söndag kväll och torsdag kväll, extra dammbindning utförs natt mot dag då det är troligt att PM₁₀-halterna blir höga. Vilket bestäms utifrån väderleksrapporter. Dammbindningssäsongen startar i oktober och sista utläggningen av dammbindning brukar ske i maj. Flest dammbindningar utförs i mars och april då partikelhalterna är som högst. Eftersom dammbindning utförs på kvällar och nätter syns effekterna först nästkommande dygn.

Under 2017 utfördes dammbindning på Essingeleden vid totalt 15 tillfällen. Under vintersäsongen okt-17 till maj-18 utfördes dammbindning 22 gånger, varav 21 utlägg skedde mellan januari och maj 2018. Datum för dammbindning ses i Tabell 1 och 2.

Tabell 1. Under 2017 utfördes dammbindning vid 15 tillfällen. Datumet avser när dammbindningen är utförd. Effekten av dammbindningen anses vara störst följande dygn.

Datum	Kommentar
2017-02-01	-
2017-02-07	-
2017-02-10	-
2017-02-12	-
2017-02-15	-
2017-02-23	Endast Essingeleden
2017-03-12	-

2017-03-15	-
2017-03-23	-
2017-04-09	-
2017-04-13	-
2017-04-26	-
2017-04-30	-
2017-05-04	Sista för säsongen
2017-10-31	-

Tabell 2. Från januari till maj 2018 utfördes dammbindning vid 21 tillfällen. Datumet avser när dammbindningen är utförd. Effekten av dammbindningen anses vara störst följande dygn.

Datum	Kommentar
2018-01-08	-
2018-01-15	-
2018-02-21	-
2018-03-05	-
2018-03-14	-
2018-03-16	-
2018-03-18	-
2018-03-21	-
2018-03-25	-
2018-03-28	-
2018-04-02	-
2018-04-08	-
2018-04-11	-
2018-04-14	-
2018-04-18	-
2018-04-23	-
2018-04-25	-
2018-04-29	-
2018-05-02	-
2018-05-16	-
2018-05-20	Sista för säsongen

Miljökvalitetsnormer och mål

Miljökvalitetsnormer 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 miljökvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag. Halterna av luftföroreningar ska senast år 2020 inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Miljökvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljökvalitetsmålen. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål innehåller värden för halter av luftföroreningar både för lång och kort tid. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt att människor både har en låg genomsnittlig exponering av luftföroreningar under längre tid (motsvarar årsmedelvärde) och att minimera antalet tillfällen då de exponeras för höga halter under kortare tid (dygnsmedelvärden och timmedelvärden). För att miljökvalitetsnormen för luft ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

Norm och mål för partiklar, PM₁₀ och kvävedioxid, NO₂

Tabell 3 visar gällande miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM₁₀, till skydd för hälsa. Värdena anges i enheten µg/m³ (mikrogram per kubikmeter) och omfattar ett årsmedelvärde och ett dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår.

Tabell 3. Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar PM₁₀, och Kvävedioxid NO₂ med avseende på skydd av hälsa (Luftkvalitetsförordning 2010:477, Miljömål.se)

Luftförorening	Medelvärdes-period	Normvärde (µg/m ³)	Målvärde (µg/m ³)	Anmärkning
PM ₁₀	Kalenderår	40	15	Värdet får inte överskridas
PM ₁₀	Dygn	50	30	Värdet får inte överskridas fler än 35 dygn per kalenderår
NO ₂	Kalenderår	40	20	Värdet får inte överskridas
NO ₂	Dygn	60	-	Värdet får inte överskridas fler än 7 dygn per kalenderår
NO ₂	Timme	90	60	Värdet får inte överskridas fler än 175 timmar per kalenderår

Resultat

Trafik

Trafikmätning vid Lilla Essingen registrerar fordonspassager och hastighet för varje passerande fordon. Från mätningarna sammanställs årsdygnstrafik (ÅDT) och medelhastigheten av trafiken. Dessa parametrar behövs för modellberäkningar för att kvantifiera dubbdäcksminskningens påverkan på PM₁₀-halterna. Tung trafikandel hämtats ur nationella vägdatabasen eftersom det inte mäts kontinuerligt på Lilla Essingen. I Tabell 4 ses ÅDT och medelhastigheten för åren 2013–2018, samt den tunga trafikandelen för de år det finns mätvärden.

Tabell 4. Trafikflöde och hastighet uppmätt av SLB-analys vid mätstationen Lilla Essingen. Tung trafikandel 2014–2017 är hämtad ur nationella vägdatabasen (NVDB) och från trängselskatteportaler.

ÅDT (årsdygnstrafik)						
Lilla Essingen	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
ÅDT	127 633	127 708	134 455	132 537	134 614	137 526
Medelhastighet, N km/h	70,9	70,2	68,2	68,7	65,8	69,4
Medelhastighet, S km/h	77,7	77,2	74,4	76,1	68,2	73,9
Tung trafikandel	-	8%	8%	8%	8%	-

*data t.o.m. december 2018

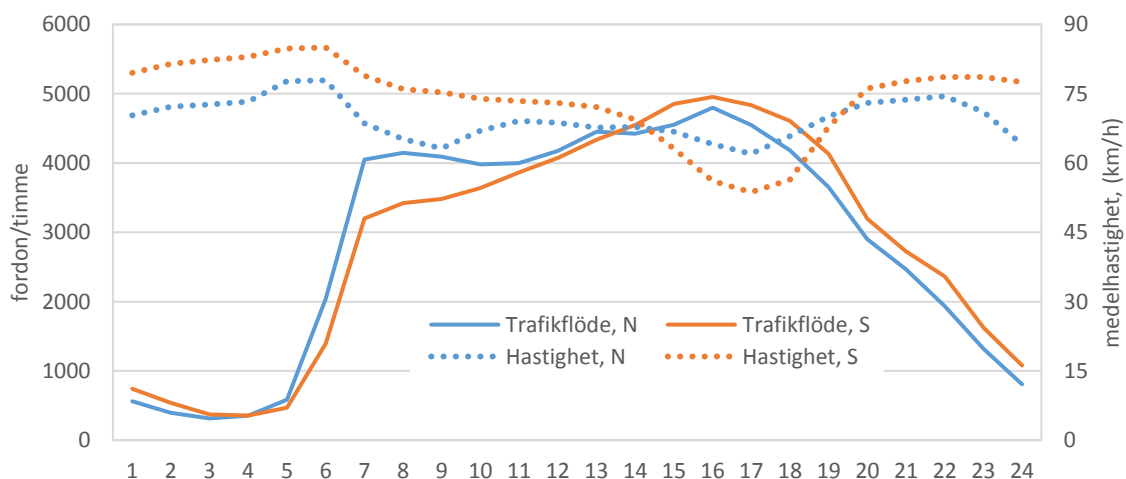
Beroende på uppmätt hastighet finns trafikflöden motsvarande olika hastighetsintervall, som i sin tur beror på den skyltade hastigheten. Om trafikens hastighet är nära den skyltade hastigheten räknas trafiken vara i 'Free Flow'. För Essingeleden där den skyltade hastigheten är 70 km/h gäller free flow över 65 km/h. Nästa intervall är mellan 50–65 km/h och kallas 'Heavy' eller tungt belastad, vilket innebär att det är så mycket trafik på vägbanan att hastigheten påverkas. Nästa

intervall är mellan 20–50 km/h och kallas 'Saturated' eller mättad och innebär fler fordon på vägen än vid heavy men lägre hastighet (så antalet fordonspassager per tidsenhet är ungefär samma som för heavy). Sista intervallet gäller mellan 5–20 km/h och kallas 'Stop&Go' med många stopp och starter som kraftigt påverkar såväl bränsleförbrukning som utsläpp. Dock påverkas inte partikelemissionerna lika kraftigt av denna trafikflödestyp. då både hastigheten och antalet fordonspassager är lägre. I Tabell 5 visas några år då hastigheten har analyserats på Essingeleden och visas som andelar av den totala trafiken under ett år som befunnit sig i de olika trafikflödestyperna.

Tabell 5. Hastighetsintervall för olika trafikflöden och andelen av trafiken som befinner sig i de olika trafikflödesintervallen.

Lilla Essingen	2008	2009	2015	2016	2017
Freeflow: >65 km/h	80%	81%	74,1%	76,0%	52,9%
Heavy: 50–65 km/h	11%	11%	7,5%	6,6%	31,0%
Saturated: 20–50 km/h	9,0%	8,4%	16,0%	15,5%	15,9%
Stop&Go: 5–20 km/h	0,1%	0,2%	2,4%	1,9%	0,2%

Dygnsvariationen av trafikflödet och hastighet är viktiga för beräkningar av NO_x-emissioner från trafiken. HBEFA 3.3 har skalningsfaktorer för alla fordonstyper och drivmedel kopplade till de fyra trafikflödena i Tabell 5. För de flesta fordonstyper och drivmedel gäller att ett trögare trafikflöde leder till fler inbromsningar och accelerationer vilket leder till större utsläpp av NO_x. T.ex. blir utsläppet av NO_x från en personbil med bensin ca 17% högre då trafikflödestypen är heavy, 23% högre vid saturated och hela 112% högre utsläpp av NO_x vid Stop&Go än vid free flow. Nyare hybridfordon som kan gå över till eldrift vid låga hastigheter, har inte beaktats i denna rapport, men om antalet hybrider och elbilar i fordonsflottan fortsätter som den gjort de senaste åren kommer effekten troligen bli påtaglig inom några år. I Figur 5 visas ett medelvärde över dygnsvariationen av hastighet och fordonspassager vid Lilla Essingen för alla dagar under 2017 för både norrgående och södergående trafik. Trafikmängden och hastigheten för norrgående trafik varierar inte mycket dagtid, medan södergående trafik ökar konstant från morgonrusningen kl. 07:00 till sitt maximum kl. 16.00 på eftermiddagen, då även hastigheten har sitt minimum.



Figur 5. Medelvärde över dygnsvariationen av fordonspassager och hastighet 2017. Orange linjer illustrerar södergående trafik, blå linjer norrgående trafik. Mätningarna är utförda med induktiv slinga vid Lilla Essingen, den skyltade hastighet är 70 km/h.

Halter av kvävedioxid, NO₂

Uppmätta halter av kvävedioxid, NO₂, för Skonertvägen och Lilla Essingen för perioderna kalenderåret 2017, vintern okt 2017-maj 2018, samt jan-maj 2018 redovisas i Tabell 6. Röd text indikerar att normvärdet har överskridits.

Tabell 6. Kvävedioxidhalter jämfört mot norm för årsmedelvärde, antal dygn över 60 µg/m³ och antal timmar över 90 µg/m³ för Skonertvägen och Lilla Essingen under kalenderåret 2017, vintersäsongen okt 2017 – maj 2018, samt jan-maj 2018. Röd markering visar överskridande av norm.

Station	NO ₂ (µg/m ³)		
	2017	okt 2017-maj 2018	jan 2018-maj 2018
Skonertvägen*			
-Årsmedelvärde (µg/m ³)	24,4*	-	-
-Antal dygn över 60 µg/m ³ (max 7)	8*	28	24
-Antal timmar över 90 µg/m ³ (max 176)	91*	234	186
Lilla Essingen			
-Årsmedelvärde (µg/m ³)	34,0	-	-
-Antal dygn över 60 µg/m ³ (max 7)	8	22	20
-Antal timmar över 90 µg/m ³ (max 176)	97	177	160

*Endast data från och med 16 juni 2017.

Miljökvalitetsnormen för kvävedioxid överskreds på både Skonertvägen och Lilla Essingen år 2017. Normvärdet som överskreds var antal dygn med dygnsmedelvärde över 60 µg/m³ där gränsen som inte får överskridas är 7 dygn per år. Gränsvärdet för miljökvalitetsnormen för årsmedelvärdet av kvävedioxid klarades vid både Skonertvägen och Lilla Essingen år 2017.

2018 överskreds normen kraftigt redan under första halvåret för både dygn- och timmedelvärde.

Halter av luftburna partiklar, PM₁₀, under 2017/2018

För mätningarna inom projektet användes 15 minuters tidsupplösning som sedan beräknats till både timmedelvärden och dygnsmedelvärden. Dygnsmedelvärden från oktober 2017 till och med maj 2018 visas i Figur 6. Orange linje visar halterna av PM₁₀ på Skonertvägen och den blåa linjen visar Lilla Essingen. De svarta markeringarna visar dygn efter att dammbindning lagts ut, då effekten av dammbindning torde vara som störst. Halterna i regional bakgrund vid Norr Malma (skuggat i grått) ger en tydlig bild av hur stor del av PM₁₀-halterna som består av bakgrundshalter (naturlig bakgrund och långväga transport från andra länder). Vid låga halter är bakgrunden oftast den största delen av totala PM₁₀, men kan också vara viktig även vid höga PM₁₀-halter. Gränsvärdet 50 µg/m³, samt målvärdet, 30 µg/m³, visas som röd respektive gul streckad linje i Figur 6. Dammbindningen under säsongen var koncentrerad till mars och april då nästan alla utlägg skedde.

Tabell 7 visar resultaten för mätningarna vid Lilla Essingen och Skonertvägen för PM₁₀ för år 2017, vintersäsongen okt 2017 till maj 2018, samt perioden jan-maj 2018. Resultaten visas dels som periodmedelvärde för varje period samt antal dygn som överskrider gränsvärdet för dygnsmedelvärdet 50 µg/m³ per period. Varken Lilla Essingen eller Skonertvägen överskred miljökvalitetsnormen för PM₁₀ under 2017. Halterna av PM₁₀ är högre och antal överskridanden fler vid Lilla Essingen än vid Skonertvägen vilket främst beror på den förhärskande vindriktningen, d.v.s. sydvästlig vind. I Tabell 8 visas miljökvalitetsmålen för Lilla Essingen och Skonertvägen. Vid båda stationerna, Skonertvägen och Lilla Essingen, överskreds miljömålet för PM₁₀ under de studerade perioderna.

Tabell 7. Partikelhalter och antal dygn överskridande gränsvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för respektive station under kalenderåret 2017, vintersäsongen okt 2017 – maj 2018, samt jan 2018 till och med maj 2018.

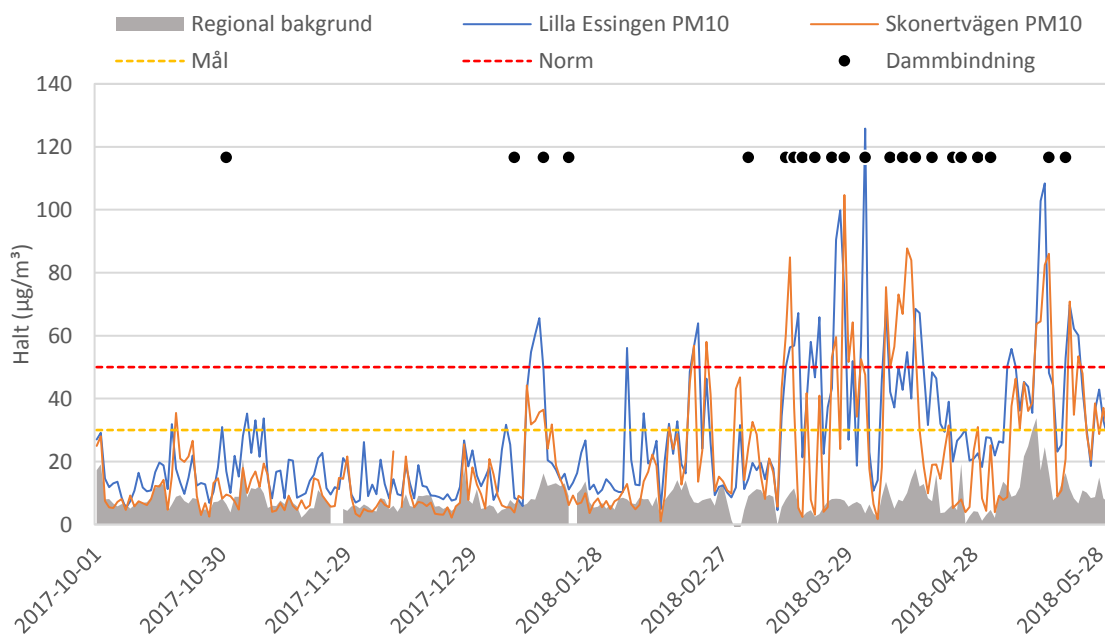
Station	PM ₁₀ periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			PM ₁₀ antal dygn över gränsvärdet för normen ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 dygn/år)		
	2017 (Årsmedelvärde)	okt 2017- maj 2018	jan 2018- maj 2018	2017	okt 2017- maj 2018	jan 2018- maj 2018
Skonertvägen	11,6*	20,3	23,5	0*	23	23
Lilla Essingen	24,2	26,7	30,1	31	32	32
Urban bakgrund	11,8	11,1	13,1	0	1	1
Regional bakgrund	8,0	8,2	8,6	0	0	0

*Endast data från och med 16 juni 2017.

Tabell 8. Partikelhalter och antal dygn överskridande gränsvärdet för det nationella miljömålet, för respektive station under kalenderåret 2017, vintersäsongen okt 2017 – maj 2018 samt jan 2017 till och med maj 2018.

Station	PM ₁₀ antal dygn över gränsvärdet för miljömålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 dygn/år)		
	2017	okt 2017- maj 2018	jan 2018- maj 2018
Skonertvägen	2*	56	55
Lilla Essingen	93	75	70
Urban bakgrund	8	6	6
Regional bakgrund	0	2	2

*Endast data från och med 16 juni 2017.



Figur 6. Tidsserie över PM₁₀-halter för Skonertvägen (orange), Lilla Essingen (blå) och Norr Malma (grå skuggad) från oktober 2017 till och med maj 2018. Gränsvärdet för dygnsmedelvärde av PM₁₀ markeras med röd streckad linje och miljökvalitetsmålet för dygnsmedelvärde med gul streckad linje. Svarta prickar visar dygn efter att dammbindning lagts ut.

Dammbindning

Utav alla 32 dygn med PM₁₀-halter över gränsvärdet på Lilla Essingen var endast 6 dygn dammbundna samma natt, vilket betyder att många dygn med höga halter inte dammbundits. Dessa benämns som ”missar” i Tabell 9 även om det kan finnas andra orsaker till att de dygna inte dammbundits, som t.ex. schemalagd dammbindning eller kortvarig nederbörd. Skonertvägen har färre överskridanden av gränsvärdet och därför också färre antal missade dammbindningstillfällen.

Tabell 9. Resultat av dammbindning på Essingeleden utifrån uppmätta PM₁₀-halter på Lilla Essingen och Skonertvägen under säsongen okt 2017-maj 2018.

okt 17 – maj 18	Lilla Essingen	Skonertvägen
Antal utförda dammbindningar	22	22
Antal dygn över gränsvärdet för PM ₁₀	32	23
Antal dygn där dammbindning inte varit tillräcklig för att klara gränsvärdet	6	6
Antal dygn som överskred gränsvärdet som inte dammbundits ”missar”	26	17
Beräknat antal dygn som klarade gränsvärdet tack vare utförd dammbindning (20–40% effekt)	7	2–5
Beräknat antal dammbindningar som utförts i ”onödan”	9	11
Beräknat antal fler dygn som hade klarat gränsvärdet om alla ”missar” hade dammbundits (20–40% effekt)	15–22	7–13

Utav de 22 dammbindningstillfällen som utfördes så var 9 tillfällen utförda i onödan vilket har beräknats som ett påslag med 40% på de uppmätta PM₁₀-halterna, de dammbundna dygn som trots påslaget underskrider gränsvärdet 50 µg/m³ benämns som utförda i onödan. Dammbindning är egentligen aldrig onödig ur ett hälsoperspektiv eftersom det inte finns någon nedre haltnivå av partiklar som anses ofarlig (Kloog et al., 2013). Nyttan av dammbindning jämfört med kostnader kan ses som onödig och därför kan dammbindning vara onödig i ett ekonomiskt perspektiv men inte ur ett hälsoperspektiv.

För att beräkna antalet dygn som teoretiskt sett hindrades från att överskrida gränsvärdet p.g.a. dammbindning, räknas dygnshalterna av PM₁₀ om till halter som hade varit om inte dammbindning utförts. Detta görs enligt formeln.

$$PM_{10}^{\text{utan dammbindning}} = \frac{PM_{10}^{\text{med dammbindning}}}{(1 - \text{dammbindningseffekten})}$$

Dammbindningseffekten är hur mycket dygnshalten av PM₁₀ sänks p.g.a. dammbindning och är bestämd till 20–40%, vilket har visats i flera tidigare studier av både SLB-analys och VTI (VTI-rapport 666., 2010; SLB-rapport 4:2008; SLB-rapport 3:2007; SLB-rapport 6:2006 och SLB-rapport 10:2005). Dammbindning på Essingeleden har enligt beräkningen hindrat 7–9 dygn från att överskrida gränsvärdet. Motsvarande för Skonertvägen är 2–5 dygn som hindrats.

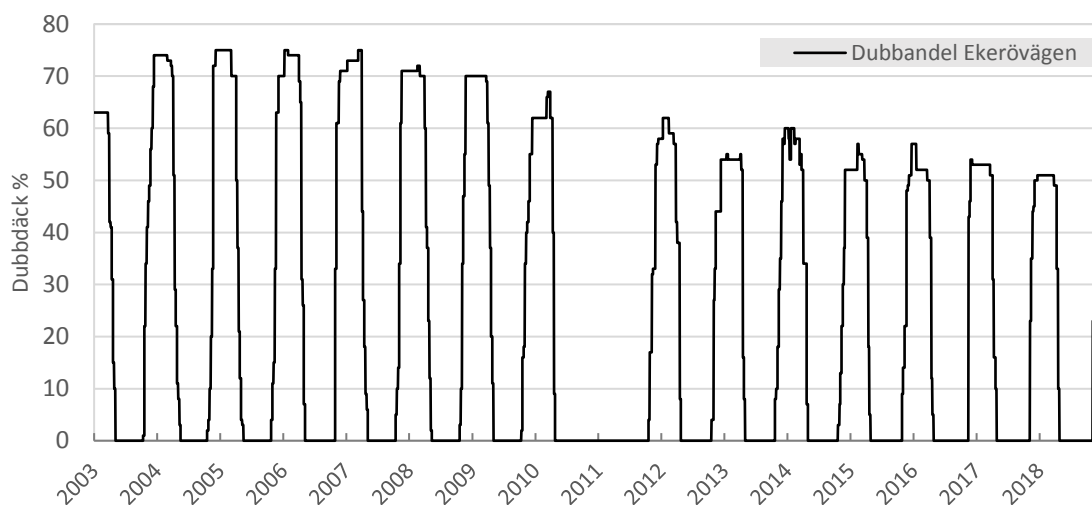
Enligt samma formel beräknades att ytterligare 3–9 dygn skulle kunna ha hindrats från att överskrida gränsvärdet vid Lilla Essingen om dammbindning utförts alla dagar med höga halter, alltså om de dygn som benämnts ”missar” i Tabell 8 hade dammbundits. För Skonertvägen hade 7–11 fler dygn hindrats från att överskrida gränsvärdet.

Från resultaten är det sannolikt att mätstationen vid Lilla Essingen hade överskridit miljö kvalitetsnormen för PM₁₀ (max 35 dygn över 50 µg/m³) om inte dammbindning utförts.

Dubbdäck

Trafikverket utför dubbdäcksräkning under första kvartalet varje år. Räkningen sker på parkerade bilar i 18 städer uppdelat på 6 regioner i hela landet, totalt räknas ca 10 000 fordon (Trafikverket 2018:229). SLB-analys utför också dubbdäcksräkning varje år på flera utav Stockholms innerstadsgator, och vissa infartsleder, t.ex. Ekerövägen och E18. SLB-analys utför räkningen på rörlig trafik, resultaten skiljer sig något från Trafikverkets dubbdäcksräkning. Dubbdäcksandelarna på Ekerövägen, antas vara representativ för dubbdäcksandelarna på Essingeleden

SLB-analys dubbdäcksräkning utförs var eller varannan vecka under månaderna oktober till maj, vilket har pågått sedan 2003. Mätningen av dubbdäcksandelar sker manuellt genom att lyssna efter vilka fordon som har dubbdäck eller inte, där ca 200 fordon räknas per tillfälle. Dubbdäcksräkning utförs endast vid torrt väglag eftersom det vid vått väglag eller snö blir mycket svårare att höra skillnad mellan dubbdäck och odubbade vinterdäck. En sammanställning över varje utförd dubbdäcksräkning på Ekerövägen sedan 2003 visas i Figur 8. Vintersäsongen 2011–2012 räknades inte dubbdäck på Ekerövägen.



Figur 8. Uppmätta dubbdäcksandelar vid Ekerövägen från 2003–2018.

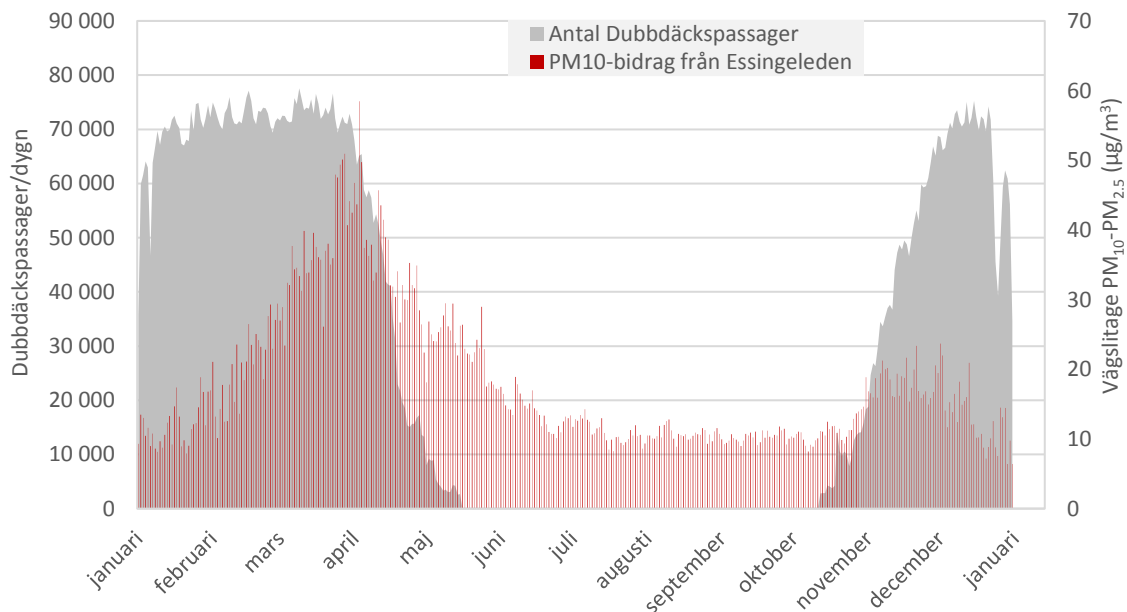
1999 infördes lagen om att alla personbilar och lätta lastbilar skulle ha vinterdäck fr.o.m. 1 december t.o.m. 31 mars om det råder vinterväglag. I april 2009 kom dubbdäckslagen som säger att dubbdäck inte får användas längre än till 15 april, medan inget sista datum finns för dubbfria vinterdäck. 2009 blev det tillåtet för kommuner att införa dubbdäcksförbud, vilket Stockholm införde på Hornsgatan 1 januari 2010. På Hornsgatan innan 2010 använde kring 70% av den lätta trafiken dubbdäck, idag är det kring 25%. Även på andra gator utan förbud har dubbdäcksandelarna minskat. Det är troligt att dubbdäcksförbudet på Hornsgatan har en effekt på dubbdäcksandelarna även utanför staden. Dubbdäcksandelen på Ekerövägen, och i den här rapporten även Essingeleden, har gått från omkring 75% fram till 2007 för att snabbt sjunka under 60% från och med 2013. Efter det ses en minskning med ca 1% per år. Trafikverkets dubbdäcksräkning visar en dubbdäcksandel av 64% år 2010 med en minskning till 54% år 2018,

vilket är några procent högre dubbdäcksandel än vad SLB-analys uppmätt. Om trafikflödet samtidigt ökar så dämpas minskningen av totala antalet fordonspassager med dubbdäck, vilket enligt teorin om vägslitage är viktigare än dubbdäcksandelen. Antal fordonspassager med dubbdäck beräknas som det totala antalet passager minus den tunga trafiken om 8% (tunga fordon har inte dubbdäck) multiplicerat med dubbdäcksandelen se ekvation nedan.

$$Passager_{dubbdäck} = (Passager_{total} - Passager_{tung}) * Dubbdäcksandel$$

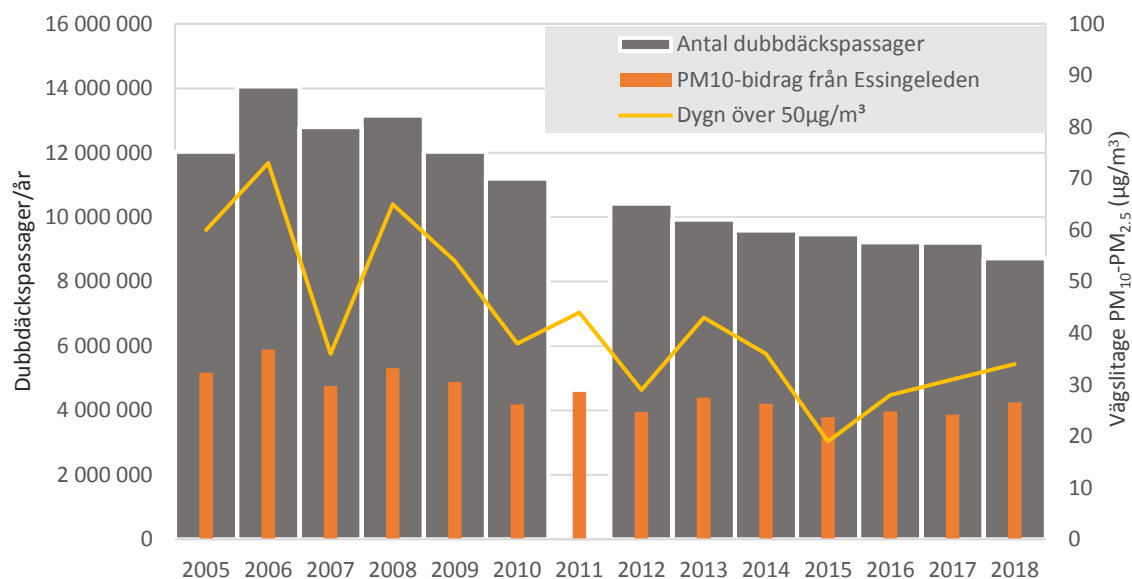
För att visa dubbdäckens påverkan på partikelhalterna på Essingeleden skapas en årsvariation av antalet dubbdäckspassager per dygn tillsammans med PM₁₀-bidraget från vägslitage på Essingeleden. Vägslitaget bidrag till de totala partikelhalterna fås genom att subtrahera PM_{2.5} från PM₁₀, eftersom endast en liten del av partiklar genererat genom vägslitage är PM_{2.5} det mesta är intransport från andra länder eller naturliga bakgrundshalter.

I Figur 9 visas årsvariationen av antal dubbdäckspassager per dygn samt PM₁₀-bidraget från vägslitage från Lilla Essingen. Från juli till och med oktober är PM₁₀-bidraget från vägslitage från Essingeleden i stort sätt konstant. När dubbdäcken sätts på i november ökar också PM₁₀-bidraget. Under vintern minskar halterna, trots att dubbdäckspassagerna blir fler, vilket är en effekt av konstant våta körbanor vilka inte tillåter partiklar att virvla upp utan håller de kvar i asfalten. I februari kan man se att halterna ökar, för att kulminera i slutet av mars och början av april. Förklaringen till detta är att ackumulerat vägdamm i asfalten blir tillgängligt för uppvirvling samtidigt som bilar med dubbdäck kör på torr asfalt, vilket ökar direktemission av partiklar.



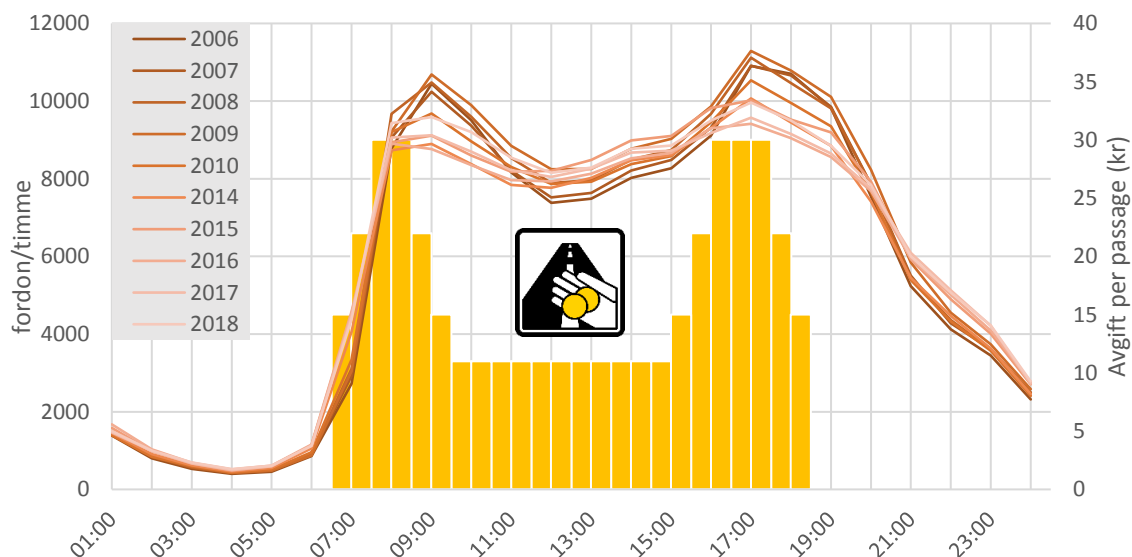
Figur 9. Årsvariation av dygnsmedelvärden av antal dubbdäckspassager (grå) tillsammans med PM₁₀-bidraget från vägslitage från Essingeleden (differensen mellan PM₁₀ och PM_{2.5}, röd) för perioden 2005–2018.

För att undersöka om luften blivit bättre med åren på grund av sjunkande dubbdäcksandelar visas summan av alla dubbdäckspassager under vinterperioden från oktober till maj tillsammans med årsmedelvärdet av Essingeledens bidrag till PM₁₀-halterna samt antal dygn per år som överskrider gränsvärdet för PM₁₀. Detta sammanfattas i Figur 10. Antalet dubbdäckspassager har en tydligt nedåtgående trend och har minskat från runt 13 miljoner till 9 miljoner passager per år. Årsmedelvärdet av bidraget till PM₁₀-halterna från Essingeleden har en svagt nedåtgående trend. Antal dygn som överskrider gränsvärdet per år har också sjunkit, men den minskningen beror antagligen inte enbart på dubbdäcksminskningen utan dammbindning har troligen haft stor betydelse.



Figur 10. Mätdata från mätstationen på Lilla Essingen. Antal dubbdäckspassager per år visas med grå staplar och årsmedelvärdet av vägsitagebidraget från Essingeleden (differensen mellan PM_{10} och $PM_{2.5}$) visas med orange staplar. Den gula linjen visar antal dygn per år som överskridit gränsvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ från 2005–2018.

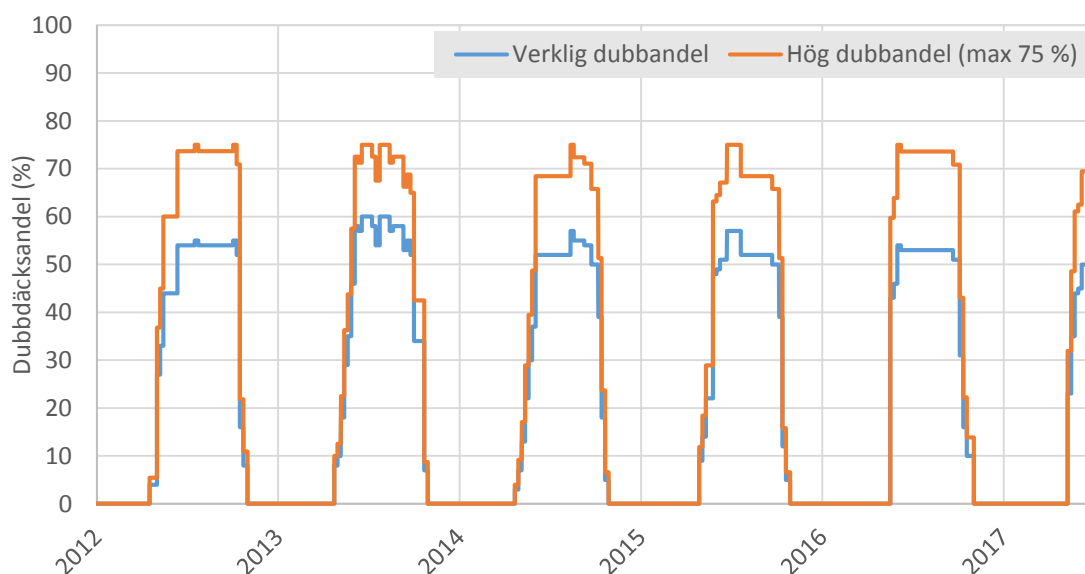
I början av trängselskattens införande i Stockholm varierade trafikflödet upp och ned på Essingeleden på grund av att Essingeleden inte var erlagd med trängselskatt förrän januari 2016. Införandet av trängselskatt på Essingeleden påverkade inte det totala trafikflödet men dygnsvariationen av trafikflödet förändrades. Trafiken har minskat vid morgon- och eftermiddagsrusning, medan timmarna däremellan fått ökad trafik. I Figur 11 illustreras detta genom att visa dygnsvariationer av trafikflöde, en linje för varje år för åren 2006–2018, med undantag för 2012 och 2013 som hade för dålig datatäckning. De gula staplarna visar trängselskatteavgiften per passage under ett vardagsdygn.



Figur 11. Dygnsvariationen av trafikflödet på Essingeleden för vardagar för varje år mellan 2006–2018. Gula staplar representerar avgiften för varje trängselskatteportalspassage för vardagar.

Effekten av dubbdäcksminskning med hjälp av NORTRIP-modellen

För att vidare utvärdera hur stor effekt de minskande dubbdäcksandelarna haft på PM_{10} -halterna har beräkningar gjorts med NORTRIP-modellen. Modellen togs fram inom det Nordiska samarbetsprojektet NORTRIP (Non-Exhaust Road TRaffic Induced Particle Emissions) och är en beräkningsmodell för att studera emissioner och halter av partiklar från vägtrafik som inte härrör från avgaser, det vill säga det som ofta kallas vägdam. 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 i Stockholms innerstad (Johansson m.fl., 2011; Norman., 2016; Norman m.fl., 2016b). Modellen består av två olika delar, en del som räknar fram storleken på emissionen av den del av PM_{10} som inte härrör från avgasutsläppen och en del som beräknar körbanans fuktighet. Körbanans fuktighet är väldigt avgörande för partikelhalterna i luften och emissionerna av vägdam från körbanan. Enbart vid torr körbana emitteras partiklarna till luften.



Figur 12. Dubbdäcksandelar som använts för beräkning med emissionsmodellen NORTRIP. Hög dubbdäcksandel visas med orange, och observerad dubbdäcksandel med blå.

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 och för detta har Östra Sveriges luftvårdförbunds väderstation på Södermalm använts. Modellen är även beroende av kända emissionsfaktorer för kväveoxider, NO_x , samt uppmätt halt av NO_x . Emissionsfaktorererna har hämtats från HBEFA 3.3. Samtliga indata används med en tidsupplösning på en timme.

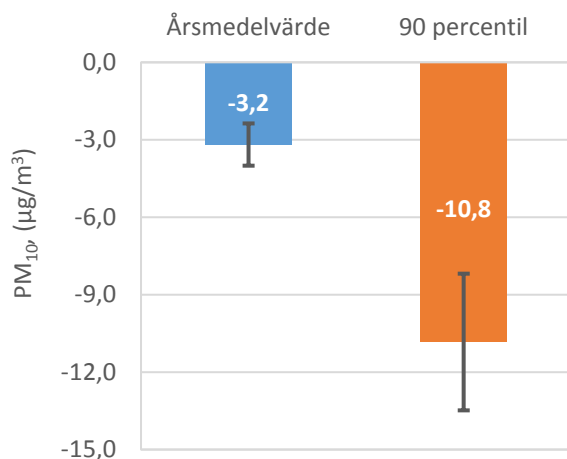
Samtidigt som dubbdäcksandelen är en mycket viktig parameter för PM_{10} -halterna så påverkar även vädret PM_{10} -halterna. Vissa år är vädret gynnsamt för höga partikelhalter och andra år tvärtom. Av den anledningen har NORTRIP-modellen körts för fem år, 2013–2017, för att se effekten av dubbdäcksminskning och minska meteorologins inverkan.

Den observerade dubbdäcksanvändningen från SLB's räkningar användes i beräkningarna för nuläget. För alternativet utan dubbdäcksminskning har den maximala dubbdäcksandelen varje vinter satts till 75 % vilket är den högsta uppmätta dubbdäcksandelen i datasetet vilket ses i Figur 8. I övrigt har variationen under året varit densamma som den observerade. Se Figur 12.

Beräkningarna visade att effekten varierade en del mellan åren. Det beror till största del på väder genom att förekomsten av fuktiga körbanor varierar mellan åren, men också andra meteorologiska

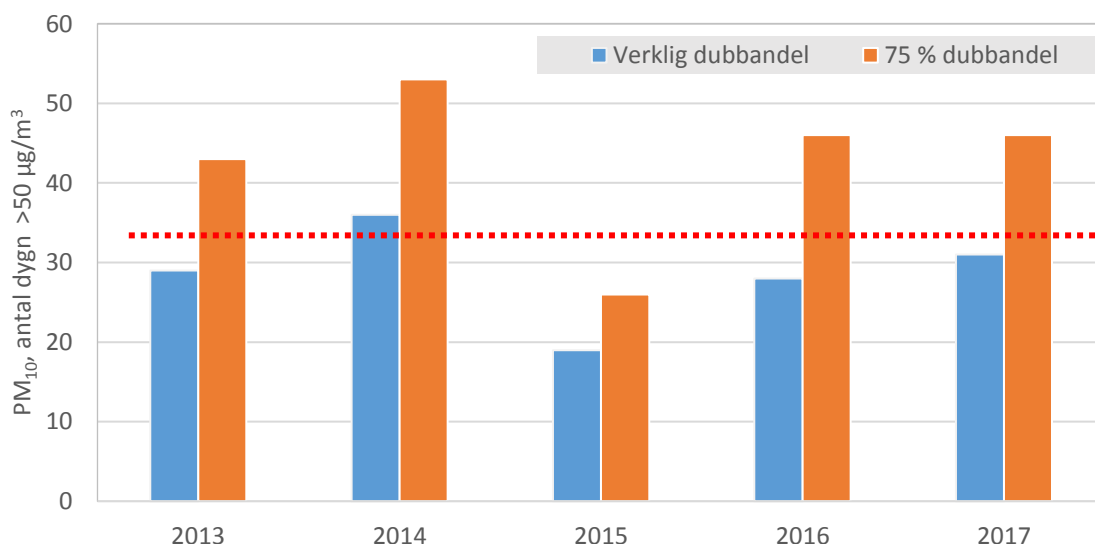
förhållanden såsom spridning genom t.ex. vindhastighet och vindriktning. Därför är det mer representativt att visa medelvärden av de studerade åren.

Årsmedelvärdet av PM_{10} -halten beräknas ha minskat med i genomsnitt $3,2 \pm 0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för de beräknade åren 2013–2017. Det motsvarar en sänkning av årsmedelvärdet för PM_{10} med $11 \pm 3 \%$. Minst effekt beräknades under 2014 ($-2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och störst effekt under 2017 ($-4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Effekten har varit ännu större för dygnen med högsta halter, vilket visas som 90-percentil av dygnsmedelvärdena i Figur 13. Minskningen av 90-percentilen var i genomsnitt $10,8 \pm 2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det motsvarar en minskning av 90-percentilen av dygnsvärdena med $19 \pm 3 \%$.



Figur 13. Med NORTRIP-modellen beräknad minskning av årsmedelvärdet och 90-percentil för dygnsvärdena för PM_{10} -halter tack vare dubbdäcksminskning. Resultaten visas som medelvärde och standardavvikelse för åren 2013–2017.

Effekten av dubbdäcksminskningen vid jämförelse mot miljö kvalitetsnormen för PM_{10} visas i Figur 14. För 3 utav de 5 modellerade åren (2013, 2016 och 2017) så har miljö kvalitetsnormen klarats vid mätstationen vid Lilla Essingen tack vare dubbdäcksminskningen. För ett år (2014) så var dubbdäcksminskningen inte tillräcklig för att klara miljö kvalitetsnormen och för ett år (2015) så var klarades miljö kvalitetsnormen även utan minskningen i dubbdäcksanvändning.

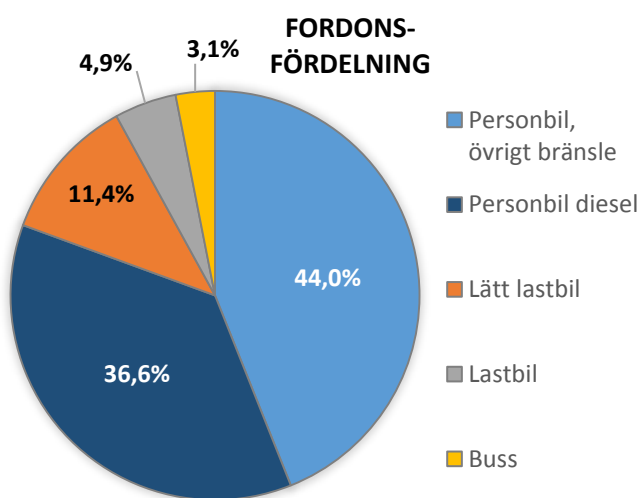


Figur 14. Antalet dygn över gränsvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för de olika åren beräknade med NORTRIP-modellen för 75 % dubbdäcksandel jämfört med observerad verklig dubbdäcksandel.

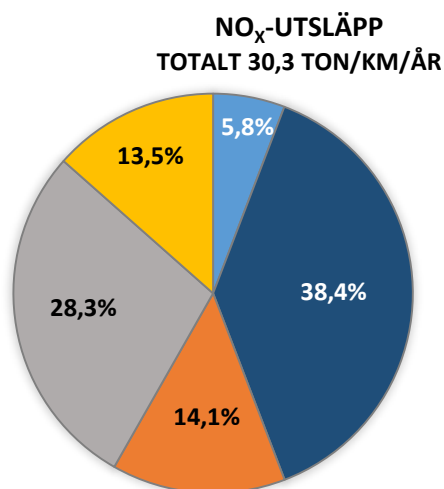
Essingeledens NO_x-utsläpp

Utsläppen av kväveoxider från trafiken på Essingeleden beräknas utifrån: trafikflöde, hastighet, fordonssammansättning och emissionsfaktorer ur HBEFA 3.3. Trafikflöde och hastighet mäts av trafikverket på Lilla Essingen. Fordonssammansättningen antas vara samma som vid tidigare mätningar utav fordonssammansättningen på E18 norr om Mörby Centrum.

Trafikfördelningen över fordonstyperna personbil, lätt lastbil (<3,5 ton), lastbil (>3,5 ton) samt buss visas i Figur 15. I Figur 16 visas hur stor andel av NO_x-utsläppen som varje fordonstyp representerar. Personbilar i Figur 15 och 16 är även uppdelade på diesel och övriga bränslen (bensin, etanol, gas och el). För alla övriga fordonstyper körs majoriteten på diesel. 55,1% av den totala trafiken körs på diesel, och 44,9% av trafiken drivs med bensin, etanol, gas eller el.



Figur 15. Antagen fordonsfördelning på Essingeleden utifrån mätdata från E18 norr om Mörby Centrum 2017.

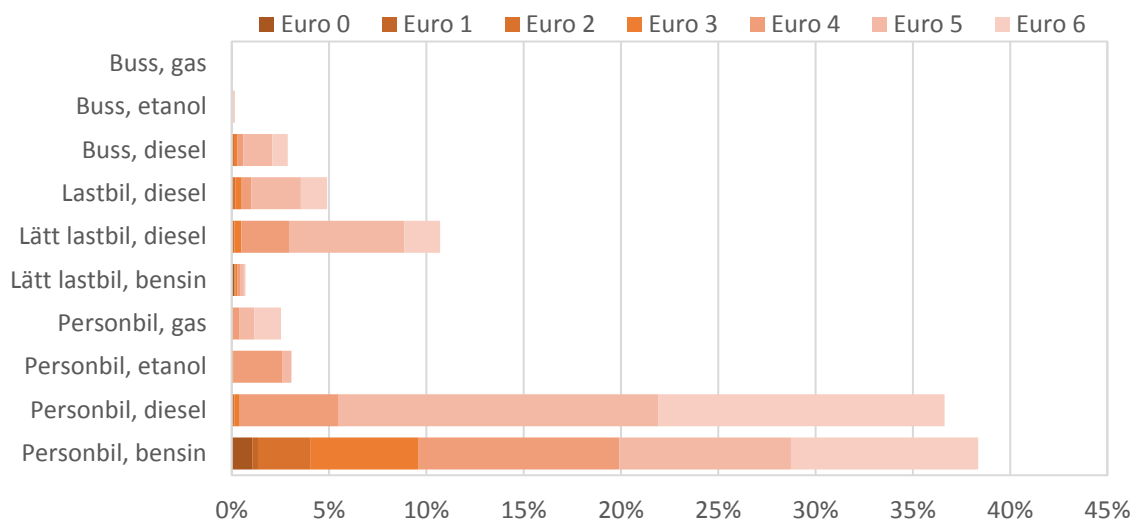


Figur 16. Det beräknade totala årsutsläppet av NO_x den procentuella fördelningen för respektive fordonstyp på Essingeleden 2017.

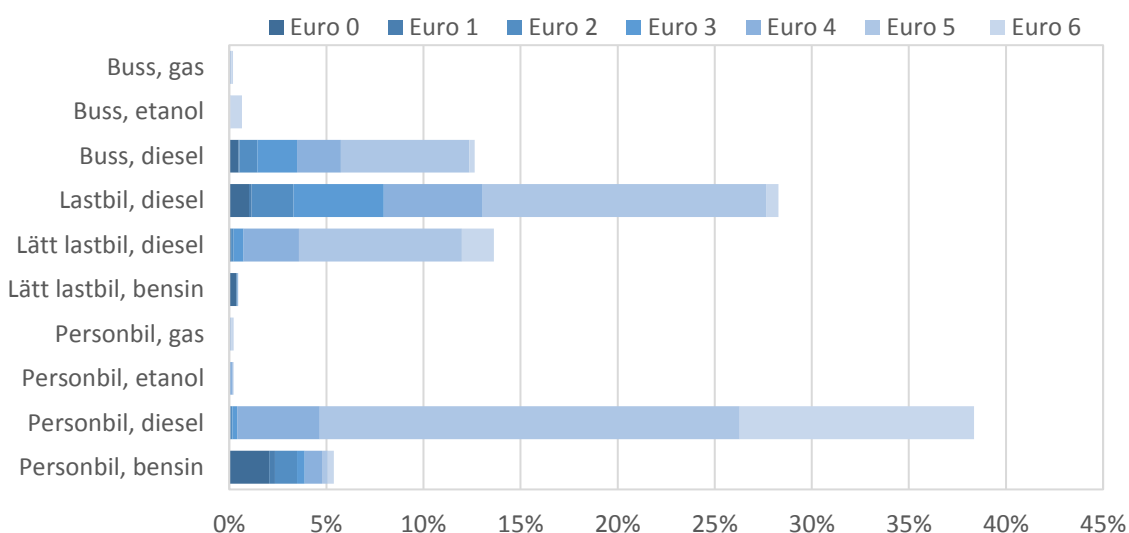
Fordonsfördelningen på Essingeleden antas i detta projekt vara samma som vid E18 norr om Mörby Centrum. Tung trafikdata från E18 är korrigerad mot tung trafik uppmätt på Essingeleden via trängselskatteportaler samt vid årliga kortare trafikmätningar utförda av Trafikverket. 55,1% av trafiken på Essingeleden körs på diesel och/eller biodiesel och står för 92,8% av de totala NO_x-utsläppen. Alla övriga drivmedel motsvarar 44,9% av trafiken men står för endast 7,2% av de totala NO_x-utsläppen. Det beräknade totala årsutsläppet av NO_x från trafiken på Essingeleden uppgår till 30,3 ton/km/år.

I HBEFA 3.3, som i nuläget är den senaste tillgängliga versionen av databasen, är utsläppen av NO_x för personbil diesel korrigerad mot verklig körning medan lätt lastbil diesel inte är korrigerad mot verklig körning. SLB-analys har korrigerat emissionsfaktorerna för lätt lastbil diesel med samma omvandlingsfaktor som personbil diesel korrigerades med mellan HBEFA 3.2 och HBEFA 3.3 (dessa korrigeringar gäller för Euro 4 - Euro 6). Troligen är dessa beräknade utsläpp för lätt lastbil diesel, trots korrigering, fortfarande underskattade. Mätningar i verklig körning behövs för att få en mer korrekt bild av lätta lastbilers utsläpp.

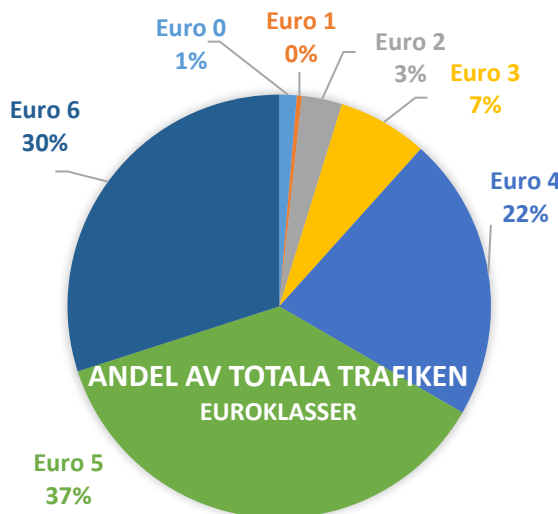
Fordonsfördelningen uppdelad på bränsletyp, fordonstyp och euroklass är representerade i Figur 17. Deras respektive NO_x-utsläpp är representerade i Figur 18. Det är tydligt att Euro 6 släpper ut betydligt mindre NO_x än Euro 5. Vilket blir ännu tydligare i Figur 19 och 20 där hela trafiken och dess NO_x-utsläpp endast är uppdelad på euroklasser.



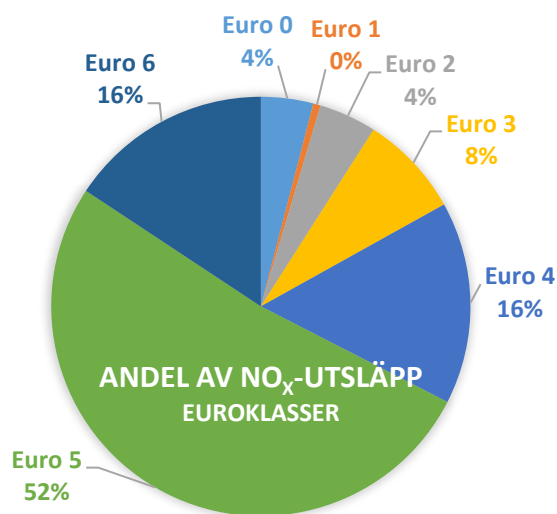
Figur 17. Fordonsfördelning över alla fordonstyper, drivmedel och euroklasser på Essingeleden.



Figur 18. Procentandelar av NO_x-utsläpp för alla fordonstyper, drivmedel och euroklasser på Essingeleden



Figur 19. Fordonsfördelning per euroklass på Essingeleden, utifrån mätdata från E18 norr om Mörby Centrum 2017.



Figur 20. Procentandelar av de totala NO_x-utsläpp per Euroklass.

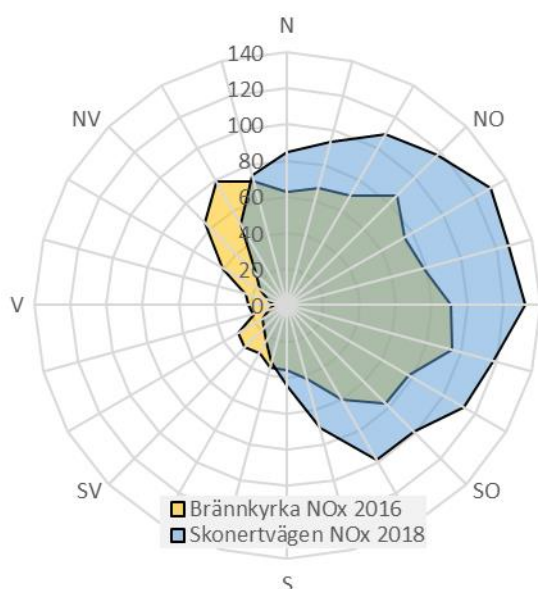
Mätplatsernas betydelse för halter av PM₁₀ och NO_x

Sedan mätningarna på Essingeleden startade 2005 har totalt fyra olika mätstationer varit i bruk. Den första stationen var Lilla Essingen som startades januari 2005, sedan Brännkyrka som var aktiv mellan januari 2011 till december 2016, Gröndalsskolan var aktiv mellan jan-dec 2014, Skonertvägen fr.o.m. juni 2017. Mätplatsernas placeringar ses i Figur 1–5 och skiljer sig från varandra både i avstånd från körbanan och i höjddled.

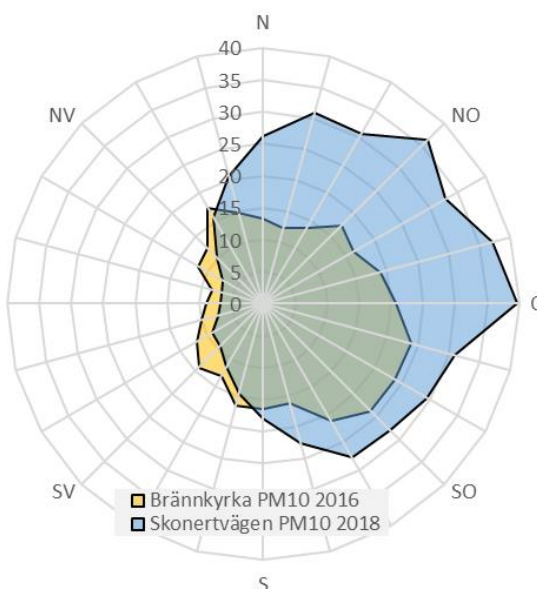
Vid placeringen utav mätstationen Lilla Essingen valdes platsen utifrån var modeller visade högst halter av luftföroreningar. Placeringen blev på läsidan vägen i den förhärskande vindriktningen som i Stockholm är sydvästlig, därmed placerades mätstationen Lilla Essingen på östra sidan av Essingeleden. Mätstationen Lilla Essingen ligger nära bostadshus och en gång-cykelväg och mäter därför luft där människor vistas, därmed gäller miljökvalitetsnormer för Lilla Essingen.

Mätstationerna Brännkyrka och Gröndalsskolan uppfördes på uppdrag av Trafikverket för att utreda om halter av luftföroreningar på skolor och områden nära Essingeleden där människor vistas överskred miljökvalitetsnormer eller inte. Mätstationen Brännkyrka blev nedlagd i december 2016 p.g.a. stöld och sabotage en ny station uppfördes vid Essingeleden i höjd med Skonertvägen i juni 2017. Vid Skonertvägen ligger ingen gång-cykelväg i direkt anslutning till mätstationen vilket medför att miljökvalitetsnormerna inte nödvändigtvis gäller där.

Mätplatsernas jämförs med hjälp av vindrosor, då den största källan till luftföroreningar vid mätstationerna är trafiken på Essingeleden. Mätdata för Brännkyrka år 2016 och Skonertvägen år 2018 jämförs eftersom övriga år inte har komplett data för ett helt kalenderår. Essingeledens riktning vid de båda stationerna skiljer sig en aning från varandra, se Figur 1. Effekten av detta kan ses i vindrosorna i Figur 21 och 22, där Figur 21 visar medelvärdet av NO_x för varje vindriktning och Figur 22 visar medelvärdet av PM₁₀ för varje vindriktning. I allmänhet har Skonertvägen betydligt högre halter av NO_x och PM₁₀ för alla vindriktningar som kommer från Essingeleden medan halterna är lägre än Brännkyrka för övriga vindriktningar. Detta innebär att Skonertvägen bättre isolerar Essingeledens utsläpp än Brännkyrka och är därför en bättre mätplats för fortsatta studier och analyser av t.ex. emissionsfaktorer av olika föroreningar från trafik.

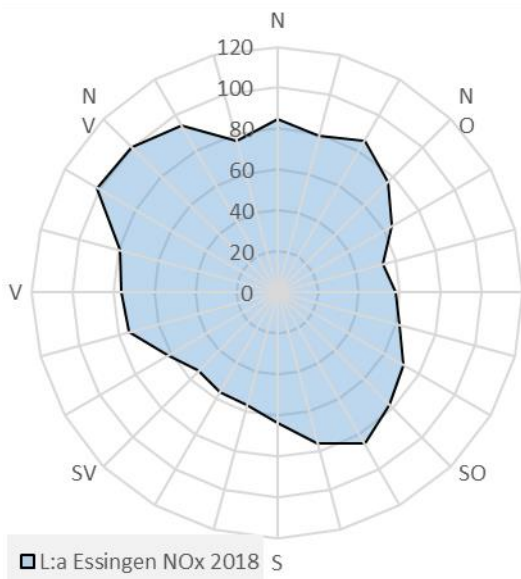


Figur 21. Vindros som visar årsmedelvärdet av NO_x (µg/m³) för varje vindriktning à 15° för Brännkyrka år 2016 (gul) och Skonertvägen år 2018 (blå).

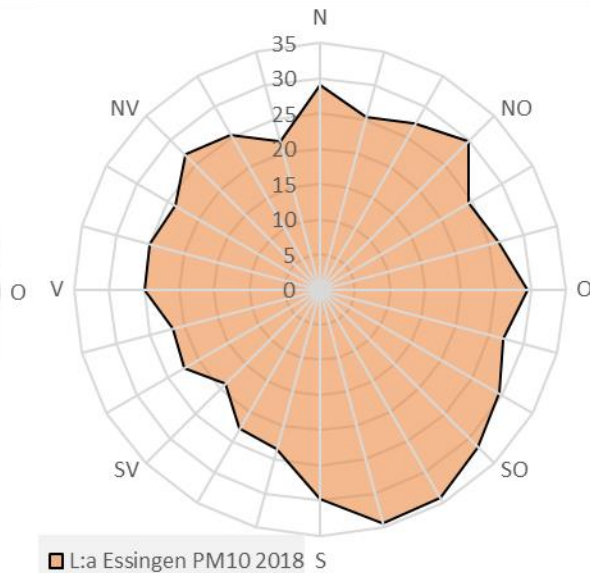


Figur 22. Vindros som visar årsmedelvärdet av PM₁₀ (µg/m³) för varje vindriktning à 15° för Brännkyrka år 2016 (gul) och Skonertvägen år 2018 (blå).

Vindrosor för mätstationen på Lilla Essingen, Figur 23 och 24, visar höga halter av NO_x och PM_{10} från alla vindriktningar till skillnad från Skonertvägen och Brännkyrka. Högst halter kommer från nordväst vilket är riktningen som för med sig luftföroreningar från Essingeleden till mätstationen, se Figur 1. Höga halter av NO_x och PM_{10} från sydost beror troligen mer på att mätstationen befinner sig dels bakom ett större bostadshus men även precis bakom en bergsknalle, vilket kan ge upphov till virvlar som för med luftföroreningar från vägen till mätstationen.



Figur 23. Vindros som visar medelvärdet av NO_x i varje vindriktning à 15° för Lilla Essingen år 2018.



Figur 24. Vindros som visar medelvärdet av PM_{10} i varje vindriktning à 15° för Lilla Essingen år 2018.

Slutsatser

Mätstationerna Lilla Essingen och Skonertvägen vid Essingeleden klarade miljökvalitetsnormerna för PM₁₀ 2017, men inte miljökvalitetsmålen. Lilla Essingen hade troligen överskridit miljökvalitetsnormen för PM₁₀ (max 35 dygn över 50 µg/m³) om inte dammbindning hade utförts, medan Skonertvägen hade klarat normen även utan dammbindning. Dammbindningen beräknades ha hindrat 7 dygn från att överskrida gränsvärdet. Ytterligare 15–22 dygn skulle kunna ha hindrats från att överskrida gränsvärdet vid optimalt utförande, d.v.s. om alla dygn med överskridande skulle ha dammbundits. Det finns utrymme för optimering av dammbindningen, utan att drastiskt behöva öka antalet dammbindningstillfällen.

Miljökvalitetsnormen för NO₂ dygn (max 7 dygn över 60 µg/m³) klarades inte vid Lilla Essingen eller Skonertvägen 2017. Däremot klarades miljökvalitetsnormen för årsmedelvärde (max 40 µg/m³) och timmar (max 175 timmar över 90 µg/m³) vid båda stationerna 2017. Inget utav miljökvalitetsmålen för NO₂ klarades vid någon av mätstationerna.

Dubbdäcksandelarna på Ekerövägen har sjunkit från 75% år 2004–2007 till 50% år 2018, och anses vara samma på Essingeleden. Utifrån NORTRIP-modellen har dubbdäcksminskningen sänkt årsmedelvärdet av PM₁₀ med -3,2 µg/m³ och 90-percentilen av dygnsmedelvärden av PM₁₀ har sjunkit med -10,8 µg/m³. Flera år beräknas ha hindrats från att överskrida miljökvalitetsnormen för partiklar tack vare dubbdäcksminskningen.

Trafiken på Essingeleden släpper ut 30,3 ton NO_x/km/år, den tunga trafiken släpper ut 42% av all NO_x men står endast för 8% av trafikflödet. Personbilar diesel motsvarar 37% av trafikflödet och 38% av utsläppen. Utav alla dieselfordon, tunga som lätta, är det Euro 5 och Euro 0 (pre euro) som släpper ut mest NO_x. Förbättringen från Euro 5 till Euro 6 är som stort hos bussar och lastbilar och mindre betydande för personbilar och lätta lastbilar.

Mätstationernas placeringar påverkar de uppmätta halterna eftersom vindriktningen bestämmer vilken sida av vägen som kommer ha höga halter. Mätstationen vid Lilla Essingen är mer utsatt än både Skonertvägen och Brännkyrka och mäter höga halter av luftföroreningar oavsett vindriktning. Lilla Essingen är troligen inte representativ för hela östra sidan av Essingeleden, utan snarare en mätpunkt där luften är som värst. Mätplatsen påverkas av en nära belägen bergsknalle och bostadshus samt närheten till fredhällstunnelns mynning. Detta medför att Lilla Essingen har höga halter av luftföroreningar även i andra vindriktningar än de som kommer från vägen. Idag kanske inte Lilla Essingen är den värsta platsen sett från ett luftkvalitetsperspektiv, men fördelen av att ha ett långt sammanhållande data-set är nästintill ovärderligt när man ska analysera förändringar i luftkvaliteten. Ju fler år som analyseras desto mindre meteorologisk effekt.

Mätstationen vid Skonertvägen mäter endast höga halter av luftföroreningar när det blåser i vindriktningar från Essingeleden (ostlig vind). Mätplatsen är belägen långt ifrån andra föroreningskällor, vilket ger en hög representativiteten hos Skonertvägen. Uppmätta halter på Skonertvägen kan vara en god indikator på hur luften är på västra sidan av större motorleder på samma avstånd från vägbanan om det blåser ostlig vind från vägen mot mätstationen. Halterna kan då antas vara linjära mot trafikflödet. En till mätstation med samma förutsättningar som Skonertvägen fast på östra sidan av vägen hade givit stora möjligheter för att kunna analysera överensstämmelser och/eller skillnader mellan observerade halter och beräknade halter utifrån emissionsdatabaser (t.ex. HBEFA), och modellberäkningar.

Referenser

Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477).
Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.

Länsstyrelsen i Stockholms Län, rapport 2012:34. *Åtgärdsprogram för kvävedioxid och partiklar i Stockholms län.*

Miljökvalitetsmål: <http://www.miljomal.se>

SLB 2015:6, Stjernberg, A.-C., Johansson, C., Norman, M., Sjövall, B., Brydolf, M., Törnquist, L., Norberg, B., Strömberg, P. *Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med Essingeleden och E18 i Danderyd.*

SLB-rapport 10:2013, Norman, M., Johansson, C. *Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med E4/E20 och E18 i Danderyd.*

SLB-rapport 4:2008, Norman, M. *Försök med dammbindning med CMA mot höga partikelhalter i Stockholms innerstad 2007 och 2008.*

SLB-rapport 6:2006, Johansson, C., Norman, M., Westerlund, K.-G. *Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad 2006.*

SLB-rapport 3:2007, Norman, M., Johansson, C. *Försök med dammbindning längs E4/E20 vid L:a Essingen 2007.*

SLB-rapport 4:2004, Johansson, C., Norman, M., Omstedt, G., Swietlicki, E. *Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM₁₀.*
Slutrapportering av FoU projekt.

SLB-rapport 10:2005, Johansson, C., Norman, M., Westerlund, K.-G. *Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad.*

Trafikverket 2018:229, Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2018 (januari-mars)

Trafikverket PM 2016-06-03, Ivarsson, E., Strömblad, E., Brundell-Freij, K., Jonsson, L., Jiang, S., Samuelsson, S., Landén, E., Nilsson, C. och Rahmani, M., *Trafikförändringar efter att trängselskatten förändrats i Stockholm.*

VTI rapport 2016:897, Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Norman, M. Johansson, C. *Driftåtgärder mot PM₁₀ i Stockholm.* Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, Linköping.

VTI rapport 2014:802, Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Johansson, C., Norman, M. *Driftåtgärder mot PM₁₀ i Stockholm – utvärdering av vintersäsongen 2012–2013.* Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, Linköping.

VTI rapport 2012:767, Gustafsson, M., Blomqvist, G., Johansson, C., Norman, M. *Driftåtgärder mot PM₁₀ på Hornsgatan och Sveavägen i Stockholm,* Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, Linköping.

VTI-rapport 2010:666. Gustafsson, M., Blomqvist, G., Jonsson, Per. *Effekter av dammbindning av belagda vägar,* Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, Linköping.

Kloog, I., Ridgway, B., Koutrakis, P., Coull, B. A., & Schwartz, J. D. (2013). *Long-and short-term exposure to PM_{2.5} and mortality: using novel exposure models.* Epidemiology (Cambridge, Mass.), 24(4), 555.

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
www.slb.nu

