

Åtgärder mot höga halter av partiklar (PM10) på platser där människor vistas intill hårt trafik- belastade vägar i Stockholms län



Titel: Åtgärder mot höga halter av partiklar (PM10) på platser där människor vistas intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län
Författare: Kristina Eneroth och Christer Johansson
Publikation: 2014:034
ISBN: 978-91-7467-557-3
Utgivningsdatum: Januari 2014
Utgivare: Trafikverket
Kontaktperson: Michelle Benyamine, michelle.benyamine@trafikverket.se
Layout omslag: Grafisk form, Trafikverket
Produktion: SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm

Förord

Denna utredning är genomförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys är operatör för Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds system för övervakning och utvärdering av luftkvalitet i regionen. Uppdragsgivare för utredningen är Trafikverket.

Uppdragsnummer:	201369
Daterad:	2013-10-25
Handläggare:	Kristina Eneroth, 076-122 81 78 Christer Johansson, 076-122 89 31
Status:	Granskad

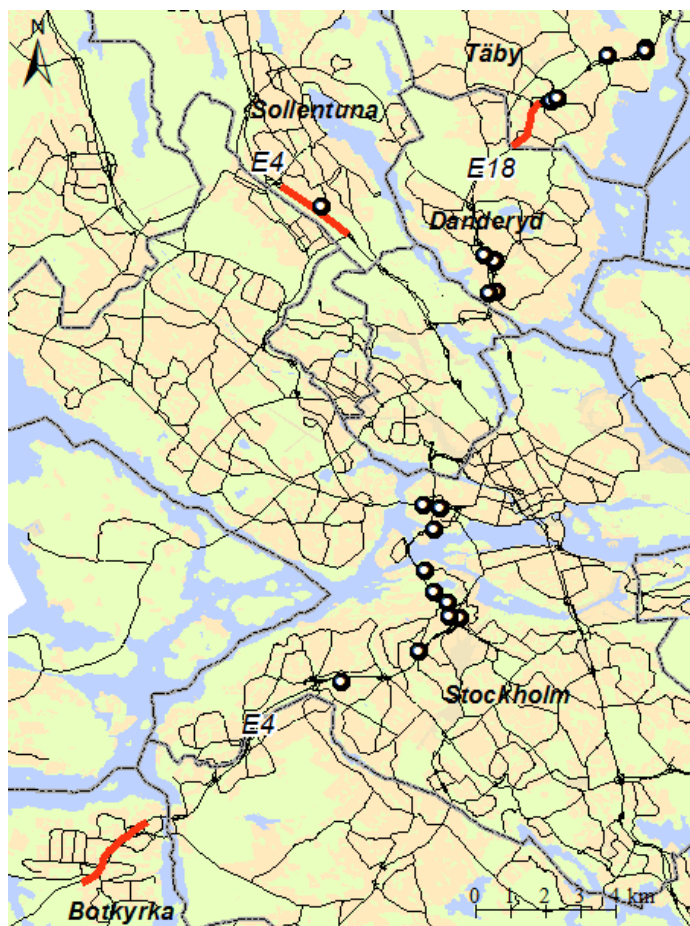
Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Inledning.....	9
Beräkningsförutsättningar	11
Spridningsmodeller.....	11
Emissioner	12
Osäkerhet i beräkningarna	13
Beskrivning av åtgärder mot höga PM10-halter.....	14
Sänkt hastighet.....	14
Dammbindning	14
Minskad dubbdäcksandel	15
Minskad trafik	16
Beskrivning av mätningar av PM10 vid skolor	17
Miljö kvalitetsnormer	18
Partiklar, PM10.....	18
Resultat.....	19
Halter av PM10 vid skolor och förskolor	19
<i>Täby kommun</i>	20
<i>Danderyds kommun</i>	22
<i>Stockholms kommun</i>	31
<i>Sollentuna kommun</i>	43
Åtgärdsanalys vid Liljanskolan	45
Åtgärdsanalys i tre områden med bostadsbebyggelse	47
<i>E18, Täby kommun</i>	47
<i>E4, Sollentuna kommun</i>	52
<i>E4, Botkyrka kommun</i>	58
Referenser	62

Sammanfattning

SLB-analys har på uppdrag av Trafikverket genomfört beräkningar av halter av partiklar, PM10 i utomhusluft vid bostäder, skolor och förskolor som ligger intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län. En grundlig genomgång av samtliga förskolor och skolor i Stockholms län utmed det statliga vägnätet har gjorts i en tidigare utredning "*Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län*", LVF 2011:10 [1], även denna utförd av SLB-analys på uppdrag av Trafikverket. Resultat och slutsatser från den utredningen utgör grunden i denna rapport. För de skolor som ligger på en höjd i förhållande till intilliggande väg har kompletterande beräkningar gjorts som också redovisas här för att bättra belysa hur dessa höjdskillnader inverkar på haltbidraget från vägtrafiken. Utöver detta tillkommer i denna rapport beräkningar av PM10-halter samt åtgärdsanalyser för tre vägsträckor längs med E18 i Täby, E4:an i Sollentuna och E4:an i Botkyrka. Dessa tre vägsträckor har i första hand valts ut eftersom de har höga halter av PM10 och närliggande bostadsområden. Sträckorna valdes dessutom ut då de har en skyltad hastighet på 90 km/h och då förutsättningar finns för en hastighetsminskning till 80 km/h. I den tidigare utredningen av skolor och förskolor åtgärdsanalyserades däremot även områden intill vägsträckor med skyltade hastigheter på 70 km/h baserat på en hastighetsminskning till 60 km/h.

Syftet med utredningen är att samlat redogöra för platser utmed det statliga vägnätet med hög befolkningsexponering av PM10 samt undersöka möjliga åtgärder för att sänka halterna. De åtgärder som utreds är förutom sänkt hastighet även dammbindning. Ett scenario med minskad dubbdäckandel samt ett scenario med mindre trafik utreds också.



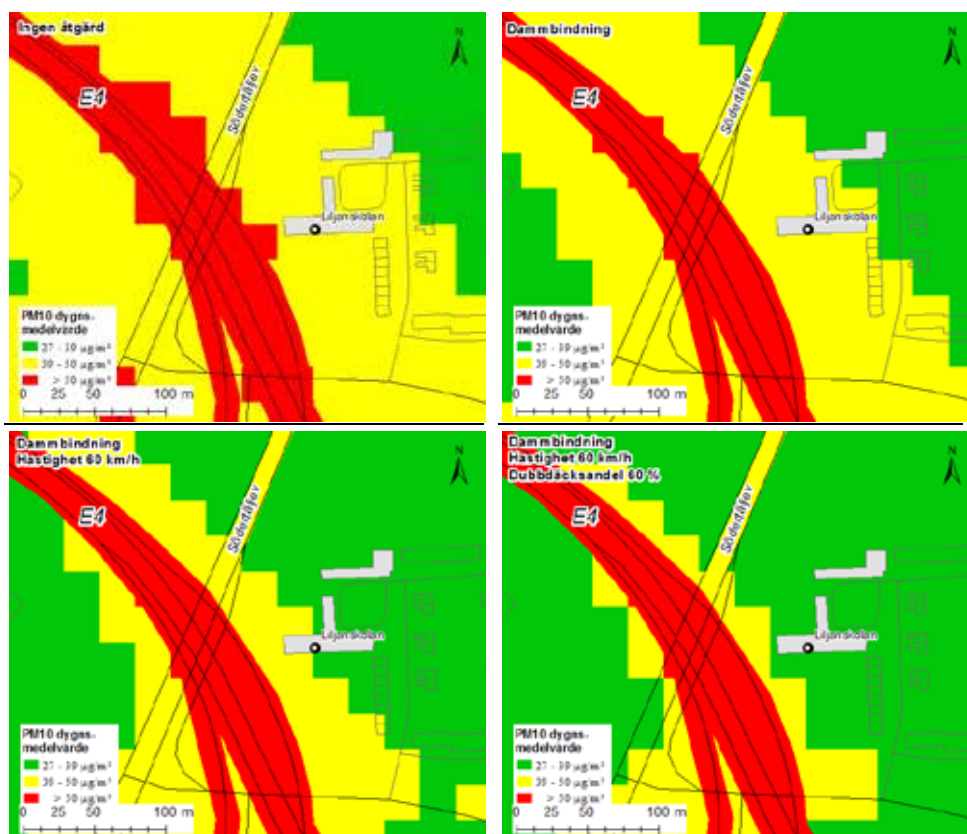
Figur A. Översiktskarta över de skolor och förskolor (vita cirklar) samt vägsträckor (röda linjer) som granskas i denna utredning.

Åtgärdsanalys vid skolor och förskolor

Sammantaget utreddes i den tidigare utredningen "*Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län*", halten av PM10 vid nitton skolor och förskolor i kommunerna Täby, Danderyd, Sollentuna och Stockholm längs med E18 respektive E4:an. Dessa skolor och förskolor valdes ut i samråd med Trafikverket utifrån Trafikverkets inventering av bullerstörda skolor utmed det statliga vägnätet i Stockholms län. Utredningen genomfördes i tre delsteg: (1) Bedömning och urval, (2) Spridningsberäkningar av PM10 samt (3) Analys av åtgärder. En sammanfattande tabell över resultaten från delsteg 1 och 2 hittas i bilaga 2. En analys av åtgärder genomfördes vid en av skolorna, Liljanskolan i Stockholms kommun. De åtgärder som utreddes var dammbindning, minskad hastighet samt minskad dubbdäckandel från 70 % till 60 %

Liljanskolan ligger nordost om E4:an på Nybodahöjden i södra Stockholm, ca 30 meter från närmsta körfält. E4:an trafikeras av ca 125 200 fordon/dygn och den skyltade hastigheten är 70 km/h. Södertäljevägen passerar under E4:an ca 50 meter från skolbyggnaden. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av föroreningar är relativt god, dock ligger skolan i förhärskande vindriktning vilket gör att föroreningar blåser mot skolan. Skolgården ligger skyddad. Figur B visar beräknad PM10-halt vid Liljanskolan för tre olika åtgärdsscenarioer: dammbindning, dammbindning och hastighetsminskning samt dammbindning, hastighetsminskning och minskad dubbdäckandel. I beräkningarna har haltbidraget

från Södertäljevägen satts till noll och haltbidraget från E4:an har beräknats på 10 meters höjd.



Figur B. Beräknade PM10-halter vid Liljanskolan för ett nollalternativ och tre åtgärds-scenarier. I nollalternativet har en hastighet på 70 km/h och en dubbdäcksandel på 70 % använts. PM10 som medelhalt det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

För att utvärdera hur de olika åtgärderna påverkar halterna intill E4:an på sträckan förbi Liljanskolan beräknades även åtgärdsscenarioer med ett haltbidrag från E4:an på två meters höjd. Tabell A visar beräknad maximal haltminskning för olika åtgärder i höjd med Essingeledens körbanor. Haltminskningen i beräkningsrutorna på E4:s vägbanor och dess närhet (< 5 meter) har inte beaktats. Störst teoretisk haltminskning ger en sänkning i hastighet från dagens 70 km/h till 60 km/h.

Tabell A. Beräknad maximal haltminskning¹ av PM10 för tre åtgärdsscenarioer jämfört med ett nollalternativ, intill E4:an på sträckan förbi Liljanskolan. PM10 som medelhalt det 36:e värsta dygnet.

Scenario	Minskning av PM10
Damm bindning	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hastighetsminskning från 70 km/h till 60 km/h	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Minskad dubbdäcksandel från 70 % till 60 %	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

¹ Beräkningsrutorna på vägbanan och dess närhet (< 5 meter) har exkluderats.

Åtgärdsanalys vid bostadsbebyggelse

Spridningsberäkningar av PM10-halter och tillhörande åtgärdsanalyser har gjorts för E18:s sträckning från Roslags Näsby trafikplats i norr och kommungränsen mellan Täby och Danderyd i söder, E4:s sträckning mellan trafikplats Tureberg och trafikplats Kista i Sollentuna samt E4:s sträckning mellan trafikplats Fittja och trafikplats Hallunda i Botkyrka. Alla tre vägsträckorna kantas av områden med

mycket bostadsbebyggelse och har i nuläget PM10-halter som överskrider miljö kvalitetsnormen. Detta innebär en hög befolkningsexponering av trafikgenererade luftföroreningar i dessa områden. Spridningsberäkningarna har gjorts för ett nollalternativ som beskriver nuvarande situation, samt fyra åtgärdsscenarioer; sänkt hastighet från 90 km/h till 80 km/h, dammbindning, minskad dubbdäckandel från 65 % till 50 % samt ett scenario med ett minskat trafikflöde på 10 000 fordon/dygn. Det minskade trafikflödet motsvarar ca 16 % minskad trafik på E18 i Täby och ca 11 % minskad trafik på E4 i Sollentuna och Botkyrka. Denna trafikminskning kan jämföras med Trafikverkets planeringsunderlag för klimat som räknar med ett minskat bilresande med 20 % till år 2030 för att nå riksdagens beslutade klimatmål om en fossiloberoende fordonsflotta till år 2030. Tabell C visar årsdygnstrafik och tung trafik för de tre vägsträckorna.

Tabell C. Årsdygnstrafik (ÅDT) samt tung trafik för de vägsträckor för vilka PM10-halter har beräknats.

	E18 Täby	E4 Sollentuna	E4 Botkyrka
ÅDT	62 090	88 600	90 100
varav tung trafik	4 410	7 500	9 010

Spridningsberäkningarna visar att ingen enskild åtgärd är tillräcklig för att de beräknade halterna ska klara normgränsen för PM10 på de tre vägsträckorna. Störst haltminskning ger en sänkning av dubbdäckandelen från 65 % till 50 %. En hastighetsminskning från dagens 90 km/h till ett scenario med 80 km/h skulle ge den näst största minskningen. Ungefär lika stor effekt som en hastighetsminskning skulle åstadkommas med ett minskat trafikflöde på 10 000 fordon/dygn. Av de fyra åtgärder som har studerats är dammbindning den åtgärd som ger minst effekt på PM10-halterna. Haltminskningen är som störst på vägbanan och avtar sedan successivt med avståndet med vägen.

Tabell D visar en översikt över den maximala minskningen av PM10-halt för de olika åtgärdsscenarioerna. I analysen har beräkningsrutor som ligger i vägområdet (< 5 meter från vägbanans mitt) exkluderats. Den absoluta haltminskningen för de olika åtgärderna beräknas vara störst längs med E4:an i Sollentuna eftersom de beräknade totalhalterna av PM10 är högre där jämfört med vägsträckorna i Täby och Botkyrka.

För att uppnå samma haltminskning som scenariot med 50 % dubbdäckandel på E18 i Täby skulle man behöva sänka hastigheten till ca 78 km/h alternativt sänka trafikflödet med ca 19 - 24 %. För E4 i Sollentuna och Botkyrka skulle hastigheten behöva sänkas till ca 76 km/h eller trafikflödet minska med ca 14 - 23 %.

Tabell D. Beräknad haltminskning av PM10 för fyra åtgärdsscenarioer jämfört med nuläget. Vid beräkningen av maximala haltminskningen i tabellen har beräkningsrutor som ligger i vägområdet närmast E4/E18 exkluderats.

Scenario	Botkyrka	Sollentuna	Täby
Dubb från 65 % till 50 %	6 µg/m	11 µg/m	8 µg/m ³
Minskad hastighet med 10 km/h	4 µg/m	8 µg/m	6 µg/m ³
Dammbindning	2 µg/m	3 µg/m	3 µg/m ³
Minskad ÅDT 10 000	3 µg/m	6 µg/m	6 µg/m ³

Inledning

Den dominerande källan till luftföroreningar i Stockholm är vägtrafik. I avgaserna finns bland annat kväveoxider, bensen och små partiklar från förbränningen. Vägdamm som bilarna virvlar upp innehåller också mycket små partiklar som uppstår när vägbanor, bromsar och däck slits. Även vid andra typer av förbränning som t ex vedeldning bildas partiklar och dessutom förs partiklar hit med vindar från andra länder. Den största källan till partiklar, PM10 i Stockholms län är partikelgenereringen vid slitaget av vägbanorna på grund av användningen av dubbdäck.

Av alla luftföroreningar betraktas partiklarna i luften som mest farliga för hälsan. För de flesta är dock risken liten att bli sjuk eller dö på grund av luftföroreningar. Ändå beräknas föroreningar i luften påverka befolkningens medellivslängd mer än trafikolyckor gör. Att bo vid en väg eller gata med mycket trafik ökar risken för att få lungcancer eller dö i hjärtinfarkt, men även låga halter påverkar hälsan. Det finns tydliga samband mellan hur mycket föroreningar som finns i luften och effekter på människors hälsa. Barn är mer utsatta än vuxna, bland annat för att de andas in mer luft i förhållande till sin kroppsvikt. Luftföroreningar ökar risken för infektioner i luftvägarna och kan störa utvecklingen av barnens lungor, vilket kan ge sämre lungfunktion även senare i livet.

De miljö kvalitetsnormer som enligt lag ska följas och som är satta för att skydda människors hälsa, överskrids idag längs många vägar i Stockholms län. Halterna är högst längs de mest trafikerade vägarna men sjunker med avståndet från trafiken. Var bostäder, förskolor och skolor är lokaliserade har därför stor betydelse för befolkningsexponeringen av luftföroreningar.

I denna rapport redovisas halter av PM10 vid bostäder, skolor och förskolor som ligger intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län. En grundlig genomgång av samtliga trafiknära förskolor och skolor i Stockholms län har gjorts i en tidigare utredning "*Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län*", LVF 2011:10 [1], även denna utförd av SLB-analys på uppdrag av Trafikverket. Resultat och slutsatser från den utredningen utgör grunden för denna rapport. För de skolor som ligger på en höjd i förhållande till intilliggande väg har kompletterande beräkningar gjorts för att bättre belysa hur dessa höjdskillnader inverkar på haltbidraget från vägtrafiken. Utöver detta tillkommer i denna rapport beräkningar av PM10-halter samt åtgärdsanalyser för tre vägsträckor längs med E18 i Täby, E4 i Sollentuna och E4 i Botkyrka. Dessa tre vägsträckor har i första hand valts ut eftersom de har höga halter av PM10 och närliggande bostadsområden. Sträckorna valdes dessutom ut då de har en skyltad hastighet på 90 km/h och då förutsättningar finns för en hastighetsminskning till 80 km/h. I den tidigare utredningen av skolor och förskolor åtgärdsanalyserades däremot även områden intill vägsträckor med skyltade hastigheter på 70 km/h baserat på en hastighetsminskning till 60 km/h.

Syftet med utredningen är att samlat redogöra för platser utmed det statliga vägnätet med hög befolkningsexponering av PM10 samt undersöka möjliga åtgärder för att sänka halterna. De åtgärder som utreds är sänkt hastighet och dammbindning. Ett scenario med minskad dubbdäckandel samt ett scenario med mindre trafik utreds också. Halterna av PM10 jämförs med gällande miljö kvalitetsnormer.

Figur 1 visar en översiktskarta där de skolor och förskolor samt vägsträckor som ingår i denna utredning är inritade. Tabell 1 visar en förteckning över de ingående skolorna och förskolorna.



Figur 1. Översiktskarta över de skolor och förskolor (vita cirklar) samt vägsträckor (röda linjer) som granskas i denna utredning.

Tabell 1. Förteckning över de skolor och förskolor som ingår i denna utredning.

Namn	Adress	Kommun
Hägernässkolan	Pilotv 1	Täby
Waldorf Lilla Freja	Hägernäsvägen 1D	Täby
Viggbyskolan	Järnvägsallen 2	Täby
Engelska skolan	Nytorpsv 5A och 36	Täby
Fribergaskolan	Mörbyhöjden 24	Danderyd
Mörbyskolan	Vendev 94	Danderyd
Prästkragens förskola	Mörbylund 1	Danderyd
Förskolan Villa Solvi	Skolgårdsvägen 5	Danderyd
Kullskolan	Nordenflychtsvägen 20	Stockholm
Thorildsplans gymnasium	Drottningholmsvägen 82	Stockholm
Klastorpskolan	Atterboms väg 1	Stockholm
Gröndalsskolan	Matrosbacken 14	Stockholm
Blommensbergsskolan	Blommensbergsv 116	Stockholm
Nybohovsskolan	Nybohovsbacken 57-59	Stockholm
Brännkyrka gymnasium	Tellusborgsvägen 10	Stockholm
Liljanskolan	Nybodaringen 37	Stockholm
Västbergaskolan	Klensmedsvägen 2	Stockholm
Förskola Elsa Brändströms väg	Elsa Brändströms gata 60	Stockholm
Eriksbergsskolan	Svalgången 31	Sollentuna

Beräkningsförutsättningar

Spridningsmodeller

Beräkningar av halter av PM10 har utförts med hjälp av SMHI-Airviro gaussmodell [2]. SMHI-Airviro vindmodell har använts för att generera ett representativt vindfält över gaussmodellens beräkningsområde.

SMHI-Airviro vindmodell

Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med miljö kvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till SMHI-Airviro vindmodell används därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1993-2010). De meteorologiska mätningarna hämtas från en 50 meter hög mast i Högdalen i Stockholm och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer samt solinstrålning. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i lokala topografiska förhållanden.

SMHI-Airviro gaussmodell

SMHI-Airviro gaussiska spridningsmodell används för att beräkna den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. En

gridstorlek, d v s storleken på beräkningsrutorna, på 25 meter x 25 meter har använts för planområdet. För att beskriva haltbidragen från utsläppskällor som ligger utanför det aktuella området har beräkningar gjorts för hela Stockholms och Uppsala län. Haltbidragen från källor utanför länen har erhållits genom mätningar.

Flera av skolorna som utvärderas i denna rapport ligger på en höjd alternativt ligger nedsänkt i förhållande till vägtrafiken på E4:an och E18. Detta innebär att vägtrafikens haltbidrag är mindre jämfört med om skolan och vägen legat i höjd med varandra. För att få ett mått på hur stor denna minskning är har utsläppen från vägtrafiken på E18 och E4:an beräknats på 10 meters höjd förbi fem av skolorna, Fribergaskolan i Danderyds kommun samt Thorildsplans gymnasium, Gröndalskolan, Brännkyrka gymnasium och Liljanskolan i Stockholms kommun. Höjdskillnaden på 10 meter ska ses som en schablon då den är en uppskattad höjdskillnad som har applicerats på samtliga fem skolor. Hur gaussmodellen klarar av att beskriva denna utspädningen i vertikal led från linjekällor är inte validerat mot mätningar, vilket innebär större osäkerheter i beräkningar jämfört med då utsläppen från vägtrafiken placeras 2 meter ovan mark.

Emissioner

Emissionsdata, d v s utsläppsdata, utgör indata för spridningsmodellerna vid framräkning av halter av luftföroreningar. För beräkningarna med gaussmodellen har Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds (SULVF) länstäckande emissionsdatabas använts [3, 4]. Där finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl a vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Stockholmsregionen är vägtrafiken den största källan till luftföroreningar. Utsläppen innehåller bl a kväveoxider, kolväten samt avgas- och slitagepartiklar. I de tidigare beräkningarna för skolor och förskolor användes SULVF:s länstäckande emissionsdatabas för år 2008, medan de nya beräkningarna för E18 och E4 i Täby, Sollentuna och Botkyrka baseras på emissionsdatabasen för år 2011.

Vägtrafikens utsläpp av kvävedioxid och avgaspartiklar är beskrivna med emissionsfaktorer för olika fordons- och vägtyper. Emissionsdatabasen för år 2008 är kopplad till Artemis-modellen medan 2011 års databas är kopplad till HBEFA-modellen (ver. 3.1) [5, 6]. Både Artemis och HBEFA är gemensamma europeiska emissionsmodeller för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden. Artemis är den emissionsmodell som företrädde HBEFA. Utsläppen av avgaspartiklar skiljer sig mycket lite åt mellan de två emissionsmodellerna. Trafiksammanställningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) har beräknas utifrån prognoser. Enligt Artemis och HBEFA kommer fordonens utsläpp av avgaspartiklar och kväveoxider minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU. Den förväntade ökade dieselandelen kommer dock att dämpa minskningen.

Slitagepartiklar i trafikmiljö orsakas främst av dubbdäckens slitage på vägbanan men bildas också vid slitage av bromsar och däck. Längs starkt trafikerade vägar utgör slitagepartiklarna huvuddelen av PM10-halterna. Under perioder med torra vägbanor vintertid kan haltbidraget från dubbdäckslitaget vara 80 - 90 % av totalhalten PM10. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar har bestämts utifrån kontinuerliga mätningar på Hornsgatan i centrala Stockholm. Korrektion har gjorts för att slitaget och uppvirvlingen ökar med vägtrafikens hastighet [7].

SLB-analys utför kontinuerligt räkningar av andel dubbdäck i Stockholms innerstad. Andelen dubbdäck beräknades vintern 2012/2013 till ca 41 - 50 % på gator utan dubbförbud i Stockholms innerstad [8]. Under perioden januari - mars 2013 genomfördes räkning av dubbdäcksandelen i flertalet kommuner i Stockholms, Uppsala och Gävleborgs län. Resultaten visar en tydlig gradient med 80 - 89 % dubbandel i de norra delarna och 60 - 70 % i södra Stockholms län [9]. För att beräkna PM10-halter i trafiknära bostadsområden har vi använt en dubbdäcksandel på 65 % på E18 och E4, vilket överstämmer med den andel dubbdäck som har uppmätts av Trafikverket i Region Stockholm [10]. I beräkningarna av PM10-halter vid skolor och förskolor användes en dubbdäckandel på 70 % på E18 och E4 [1]. Detta innebär att emissionerna av PM10 var något högre i dessa beräkningar jämfört med de nya beräkningarna för trafiknära bostadsområden.

Osäkerhet i beräkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. I denna utredning har trafikflöden på de statliga vägnätet hämtats från NVDB (Nationell vägdatabas) medan trafiken på de kommunala vägnätet baseras på kommunernas egna trafikmätningar. Trafikflödena uppdateras inte varje år, vilket innebär att för vissa vägar är trafiksiffrorna över tio år gamla. På de statliga vägarna i denna utredning är de äldsta trafiksiffrorna från år 2000 och de senaste från år 2009. I tabellen i bilaga 2 finns information om trafikflödenas årtal för respektive väg. En annan osäkerhet i indata till modellerna är hastigheten på vägarna. På E18 i Täby och Danderyd kommun har den reella (uppmätta) hastigheten använts som indata till beräkningarna. För övriga vägar har sådan information saknas, istället har den skyltade hastigheten använts för att beräkna emissionerna från vägarna. Om den skyltade hastigheten är lägre än den reella hastigheten innebär det är emissionerna av PM10 underskattas, och därmed även de beräknade PM10-halterna.

För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången dvs emissionsberäkningar, vind- och stabilitetsberäkningar samt spridningsberäkningar har modellberäkningarna jämförts med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar i länet [11]. Jämförelserna visar att beräknade halter av PM10 gott och väl uppfyller kraven på överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av miljö kvalitetsnormer för utomhusluft [12].

Beskrivning av åtgärder mot höga PM10-halter

För att klara gällande miljö kvalitetsnormer och sänka halterna av PM10 längs det statliga vägnätet i Stockholms län krävs det åtgärder. På många platser finns det ingen enskild åtgärd som ger tillräcklig effekt utan det krävs en kombination av olika åtgärder för att normerna ska klaras. I ett led att minska den totala befolkningsexponeringen är det viktigt att undersöka möjliga åtgärder även på de sträckor där halterna av PM10 ligger under normen. Detta gäller i synnerhet i närheten av skolor, förskolor och bostadsområden.

De åtgärder som utreds är sänkt hastighet och dammbindning. Ett scenario med minskad dubbdäckandel samt ett scenario med mindre trafik utreds också.

Sänkt hastighet

Ett flertal studier dels i laboratoriemiljö dels i verklig trafikmiljö har visat att PM10-emissionerna vid användning av dubbdäck ökar med fordonshastigheten [13, 14]. I samband med försök med variabla hastigheter längs E18 i Danderyds kommun utförde SLB-analys mätningar av PM10-halter på uppdrag av Trafikverket [15, 16, 17]. Detta för att analysera hur minskad hastighet påverkar halterna av PM10, och därmed finna ett samband mellan fordonshastighet och PM10-halt att användas i t ex åtgärdsanalyser. Utöver mätningar och hastighet längs med E18 analyserades mätdata från Södra Länken och Essingeleden. Studien fastslog det genomsnittliga hastighetssambandet 68 ± 8 mg PM10/fkm per 10 km/h ändrad fordonshastighet. För E18 i Danderyd var motsvarande hastighetssamband 79 ± 40 mg PM10/fkm per 10 km/h [17]. Det första hastighetssambandet har i denna studie använts för åtgärdsanalyser längs E4 i Sollentuna, Stockholm och Botkyrka. Det senare sambandet har använts för att analysera hur en hastighetsminskning på E18 i Täby och Danderyd skulle inverka på halten av PM10 i omgivningsluften. Osäkerheten i hastighetssambanden beror på att emissionerna av PM10 från slitage och uppvirvling från vägbanan varierar väldigt mycket beroende på vägens fuktighet. Även parametrar som vindhastighet och vindriktning spelar stor roll för hur höga halter av PM10 som uppmäts på en viss sida av vägen. Osäkerheten är större för hastighetssambandet för E18 eftersom den regressionsanalysen bygger på mindre mängd mätdata jämfört med då även inkluderar mätningarna vid Södra Länken och Essingeleden.

Mätningar har visat att även om den skyltade hastigheten sänkts, så följs det inte alltid med en reell hastighetsminskning [15, 16, 17].

Dammbindning

En åtgärd mot höga halter av vägdamm är dammbindning. Det innebär att en lösning sprids på vägbanan som därigenom hålls fuktig och dammet förhindras att virvla upp. Främst används kloridsalter (magnesium- och kalciumklorid) som traditionellt används för dammbindning av grusvägar men även andra mer miljövänliga alternativ har provats som t ex kalciummagnesiumacetat (CMA). Flera försök och utvärderingsprojekt av dammbindning med CMA och $MgCl_2$ har genomförts i Stockholms län [18, 19, 20, 21, 22]. CMA används kontinuerligt som en åtgärd sedan vintern 2011/2012 i Stockholms innerstad. CMA har även använts på det statliga vägnätet i Stockholms län [18, 19], men Trafikverket har därefter övergått till att använda $MgCl_2$ [20, 21]. Både CMA och $MgCl_2$ används numera i Stockholm med en spridning av 10 g/m². I en studie av Statens väg- och

transportforskningsinstitut, VTI på uppdrag av Trafikverket utvärderades dammbindningens effekter och olika dammbindningsmedel jämfördes [23]. Studien visade bland annat att CMA och $MgCl_2$ har mycket likartade effekter på halten av PM10.

I åtgärdsanalysen i denna rapport har vi använt resultat från försöket med dammbindning längs E4/E20 vid Lilla Essingen år 2007. I dessa försök konstaterades en genomsnittlig sänkning av dygnsmedelvärdena mellan 25 - 35 % vid behandling av vägbanan med $MgCl_2$ [21]. Sammanlagt utfördes behandling av vägbanan vid 21 tillfällen från februari till början av april. Försöken avbröts i april p g a rapporterad nedsättning av friktionen på den behandlade vägsträckan. Samtidigt som försöken avbröts innan dubbdäcksäsongen var över och därmed fick färre antal behandlingstillfällen än om försöken hade fortsatt under hela april, var år 2007 ett år med ovanligt torra vägbanor vilket i sin tur innebar fler antal behandlingstillfällen jämfört med ett år med mer fuktiga vägbanor. Om man antar att dygnsmedelhalten vid Lilla Essingen minskade med 30 % de dagar som vägbanan behandlades med $MgCl_2$ så innebär det att den uppmätta årsmedelhalten 2007 minskade med ca $1,4 \mu g/m^3$, vilket motsvarar ca 5 %. Som jämförelse kan nämnas att under försöken med dammbindning i Stockholms innerstad våren 2008 var antalet dammbindningstillfällen på Sveavägen 18 stycken [22]. Under dessa försök konstaterades en sänkning av PM10-halterna med 20 - 25 % dagen efter dammbindningen samt en minskning av dygnmedelvärdet med ca 10 % två dagar efter behandlingstillfället. I den senaste utvärderade dammbindningsstudien lades CMA ut vid totalt 21 tillfällen under perioden januari-maj 2012 i centrala Stockholm. I linje med tidigare utvärderingar sågs en sänkning av PM10-halterna med 25 - 35 % dagen efter dammbindningen [24].

En sänkning av beräknad årsmedelhalt med 5 % vid behandling av vägbanorna med dammbindningsmedel i denna rapport ska ses som en schablon, som bygger på analys av mätdata vid Essingeleden år 2007 med 21 utläggningstillfällen. För att utvärdera hur känslig denna procentuella haltminskning är för antal behandlingstillfällen samt kriterierna för utläggning av dammbindningsmedel gjordes haltminskningsberäkningar av för två hypotetiska fall. Om vägbanorna vid Lilla Essingen skulle behandlas alla dagar med PM10-halter över $50 \mu g/m^3$ beräknas en sänkning av årsmedelhalten med ca 8 %. Om utläggning av dammbindningsmedel skulle ske två (fasta) dagar i veckan under perioden mars - maj beräknas en sänkning av årsmedelhalten med ca 4 %. Dessa beräkningar bygger på mätdata från Lilla Essingen under perioden 2008 - 2012 samt ett antagande om att dygnmedelhalten sänks 30 % dagen efter utläggningen av dammbindningsmedlet.

Minskad dubbdäcksandel

Dubbdäck är den enskilt viktigaste orsaken till höga PM10-halter i Stockholms län. Regeringen har beslutat om åtgärder för att minska partikelutsläppen från vägtrafiken som är kopplade till användningen av dubbdäck, se bilaga 1. Kommunerna har t ex getts möjlighet att i lokala trafikföreskrifter förbjuda fordon med dubbdäck att köra på vissa gator eller i vissa zoner. Regeringens beslut innebär också att dubbdäckperioden har förkortats med två veckor på våren. För dubbdäck tillverkade efter den 1 juli 2013 genomförs också en begränsning av antalet tillåtna dubbar. Detta ger enligt Transportstyrelsen en minskning av antalet

dubbar med ca 15 % och en motsvarande minskning av vägslitage och partiklar [25].

För länet har ett åtgärdsprogram antagits för att minska halten av PM10 och kvävedioxid [26]. Utöver åtgärder som dammbindning och städning har Länsstyrelsen tillskrivit regeringen att se över möjligheterna till ekonomiska styrmedel, i form av avgifter eller skatter, för att minska antalet bilar med dubbdäck.

Både SLB-analys och Trafikverket genomför kontinuerligt mätningar av trafikens dubbdäcksandel i Stockholmsregionen. Dessa mätningar visar en generell minskande trend de senaste åren, se bilaga 1. Hur denna trend kommer att se ut i framtiden är osäkert, men de beslutade åtgärder som beskrivs i bilaga 1 verkar alla för en fortsatt minskning av utsläpp från användningen av dubbdäck. För att utvärdera hur andelen fordon med dubbdäck på E4 och E18 inverkar på PM10-halterna har scenarier med minskad dubbdäcksandel analyserats i denna utredning.

- Scenario 1: en minskad dubbdäcksandel från 70 % till 60 %
- Scenario 2: en minskad dubbdäcksandel från 65 % till 50 %

Scenario 1 har använts för åtgärdsanalysen i den tidigare utredningen från år 2009 av höga PM10-halter vid skolor och förskolor [1]. En dubbdäcksandel på 60 % är i dagsläget redan uppfyllt på vissa statliga vägar i Stockholm [8, 10]. Scenario 2 har använts för åtgärdsanalysen för de tre vägsträckorna i Täby, Sollentuna och Botkyrka. Om man antar att fordon med dubbdäck i Stockholm kommer att fortsätta att minska i samma takt som senaste sjuårsperioden, skulle en dubbdäcksandel på 50 % uppnås kring år 2020, se bilaga 1.

Minskad trafik

Som jämförelse till de tre listade åtgärdsscenarierna; sänkt hastighet, dammbindning och minskad dubbdäckandel har även ett scenario med ett minskat trafikflöde med 10 000 fordon/dygn analyserats. Denna analys har endast genomförts för de tre vägsträckorna på E18 respektive E4 i Täby, Sollentuna och Botkyrka och inte vid förskolorna och skolorna. En sänkning med 10 000 ÅDT motsvarar ca 16 % minskad trafik på E18 i Täby och ca 11 % minskad trafik på E4:an i Sollentuna och Botkyrka.

Till skillnad de övriga tre åtgärderna, sänkt hastighet, dammbindning och minskad dubbdäckandel, skulle ett scenario med minskat trafikflöde inte bara ha en positiv effekt vad gäller halterna av PM10. Minskad trafik skulle även innebära lägre utsläpp av vägtrafikens avgaser av t ex NO_x och CO₂. Lägre utsläpp av NO_x är viktigt för att klara miljökvalitetsnormen och miljömålen för NO₂. I dagsläget överskrider både miljökvalitetsnormen och miljömålen för NO₂ i Stockholms län. CO₂ är en växthusgas och bidrar till en ökad växthuseffekt. Enligt Trafikverkets samlade planeringsunderlag för begränsad klimatpåverkan så behöver bilanvändningen minska med ca 20 % för att vi ska nå riksdagens beslutade klimatmål. Andra positiva effekter med minskad trafik är minskat buller och minskad trängsel på vägarna. Genom att öka framkomligheten och köbildningen på vägarna kan avgasutsläppen minskas ytterligare (denna effekt har inte tagits hänsyn till i denna utredning).

Beskrivning av mätningar av PM10 vid skolor

Spridningsberäkningarna av halter av luftföroreningar är behäftade med en rad osäkerheter. Det faktum av E4:an går i upphöjt läge i förhållande till vissa av skolorna samt att flera av skolorna ligger på en höjd i förhållande till E4:an och E18 gör att osäkerheten i beräkningarna ökar. Ett sätt att öka tillförligheten i de beräknade halterna är att komplettera spridningsberäkningarna med mätningar. Nedan listas den prioriteringslista över mätningar vid skolor som lades fram i rapporten "*Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län*", LVF 2011:10.

Tabell 2. Prioriteringslista över mätningar vid skolor.

Prio	Skola	Motivering
1	Fribergaskolan	Beräknade mycket höga halter och komplexa spridningsförhållanden.
1	Liljanskolan	Beräknade mycket höga halter och komplexa spridningsförhållanden.
2	Mörbyskolan	Beräknade höga halter samt uppmätta mycket höga halter (högre än vid E18). Mätningarna täcker dock bara några dagar.
2	Thorildplans gymnasium	Beräknade höga halter och komplexa spridningsförhållanden.
3	Gröndalskolan	Beräknade höga halter på lekplatsen ut mot E4:an. Komplexa spridningsförhållanden.
3	Blommenbergsskolan	Beräknade höga halter på skolgården. Komplexa spridningsförhållanden.
3	Nybohovskolan	Beräknade höga halter på skolgården. Komplexa spridningsförhållanden.
3	Brännkyrka gymnasium	Beräknade höga halter på basketplanen/skolgården. Komplexa spridningsförhållanden.

Utifrån denna prioriteringslista upprättade SLB-analys på uppdrag av Trafikverket två mätstationer; en vid Fribergaskolan och en vid Brännkyrka gymnasium under de två vintersäsongerna 2011/2012 och 2012/2013. Förutom PM10 mättes även NO_x, NO₂, vägbanefukt samt en rad meteorologiska parametrar. Anledningen till att Brännkyrka gymnasium valdes ut istället för Liljanskolan, som hade getts en högre prioritet var att det i efterhand kommit fram att inga barn vistas på skolans sida ut mot E4:an, eftersom passagen mellan husen är avstängd med en glasvägg. Vid Brännkyrka gymnasium fanns det dessutom en möjlighet att ställa upp en mätvagn i direkt anslutning till E4:an. Bedömningen var att en sådan mätning skulle kunna användas till att få en bättre uppskattning av PM10-halterna vid inte bara Brännkyrka gymnasium utan även övriga skolor ut med E4:an.

Mätningarna har ännu inte utvärderats utan detta kommer ske under hösten 2013 och kommer presenteras i en separat rapport till Trafikverket. I denna rapport presenteras preliminära resultat från mätningarna av PM10.

Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är bindande nationella föreskrifter som har utarbetats i anslutning till miljöbalken. Normvärden och begrepp grundas på gemensamma direktiv inom EU och ska spegla den lägsta godtagbara luftkvaliteten som människa och miljö tål enligt befintligt vetenskapligt underlag. I praktiken har dock de svenska miljökvalitetsnormerna närmast sig EU:s gränsvärden, som också tar hänsyn till praktiska möjligheter att uppnå normerna. Vid planering och planläggning ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljökvalitetsnormerna. I plan- och bygglagen anges bl a att planläggning inte får medverka till att en miljökvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly [27]. Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly är så låga att miljökvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela regionen [28, 29, 30, 31]. Den kartläggning av halter av PM2,5 som genomfördes av Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund under år 2010 visar att även miljökvalitetsnorm för partiklar, PM2,5 klaras i hela regionen [32]. Däremot är halterna av kvävedioxid och PM10 höga på många platser i Stockholm och miljökvalitetsnormen till skydd för hälsa överskrids [33].

I förordningen [27] om miljökvalitetsnormer framgår att normerna gäller för utomhusluften där människor vistas med undantag av arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.

Partiklar, PM10

Tabell 3 visar gällande miljökvalitetsnorm för partiklar, PM10 till skydd för hälsa. Normen omfattar dygnsmedelvärde och årsmedelvärde. I samtliga kontinuerliga mätningar som utförts i luftföroreningsbelastade miljöer i Stockholms och Uppsala län har normen för dygnsmedelvärde av PM10 varit svårast att klara [28, 34]. Kartläggningen av PM10-halter i Stockholms och Uppsala län år 2010 visade också att normvärdet för dygn var svårast att klara [33]. Normen för dygnsmedelvärden är således dimensionerande och överskrids om PM10-halten är högre än 50 µg/m³ fler än 35 dygn per kalenderår.

Tabell 3. Miljökvalitetsnorm för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [27].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Villkor
1 dygn	50	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per år
Kalenderår	40	Värdet får inte överskridas

Resultat

Halter av PM10 vid skolor och förskolor

Här presenteras en sammanfattning av resultaten från den tidigare utredningen *"Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län"*. Utredningen omfattade tre delsteg:

Delsteg 1: Bedömning och urval

Utifrån Trafikverkets inventering av bullerstörda skolor utmed det statliga vägnätet i Stockholms län valde SLB-analys ut de förskolor och skolor som bedömdes vara mest påverkade av PM10. Urvalet baserades på tidigare utredningar som SLB genomfört samt övrigt tillgängligt underlagsmaterial/beräkningar/analyser.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

För de skolor och förskolor som bedömdes som mycket påverkade av PM10 (dygnsmedelhalter över $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ det 36:e värsta dygnet) utfördes spridningsberäkningar.

Delsteg 3: Analys av åtgärder

För de skolor och förskolor som beräkningsresultatet i delsteg 2 visade att miljö kvalitetsnormen riskerar att överskridas utreddes hur olika åtgärder skulle påverka halterna av PM10. Åtgärder som utreddes var: minskad hastighet, minskad dubbdäckandel samt dammbindning.

Nitton skolor och förskolor analyserades i delsteg 1. Vid åtta skolor och två förskolor bedömdes PM10-halterna som mycket höga, och spridningsberäkningar utfördes. Spridningsberäkningarna visade att PM10-halten riskerar att överskridas vid tre av skolorna; Fribergaskolan i Täby kommun samt Thorildsplans gymnasium och Liljanskolan, båda i Stockholms kommun. För dessa tre skolor har endast analys av åtgärder genomförts för Liljanskolan.

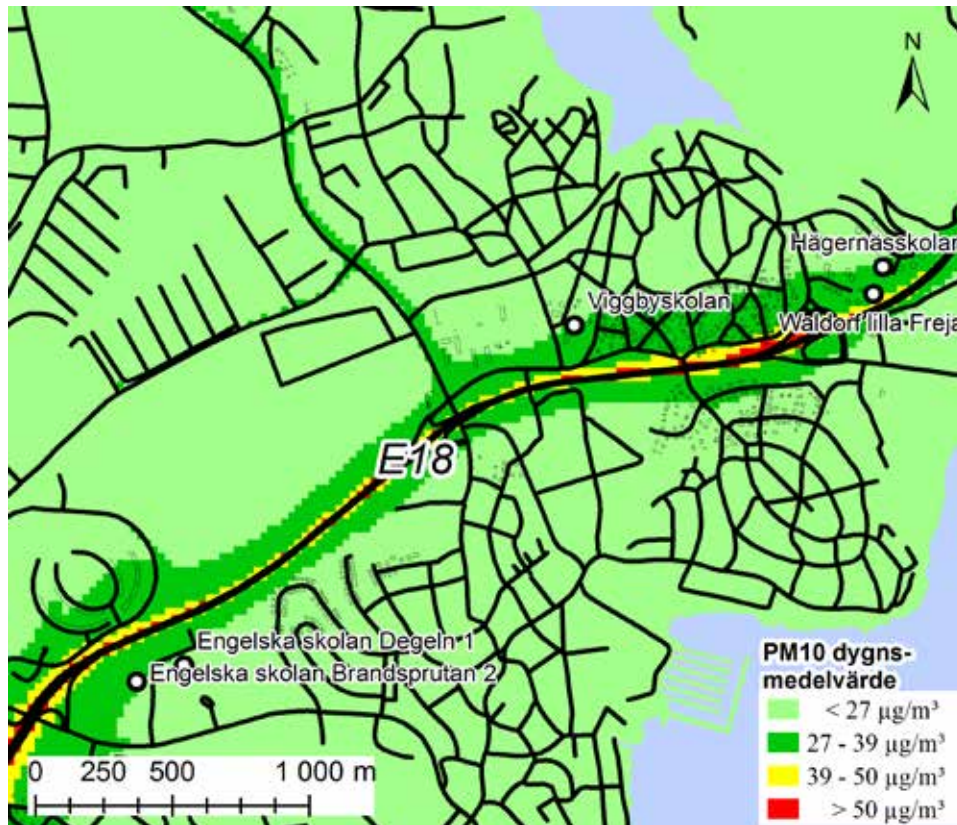
Spridningsberäkningarna vid Fribergaskolan visade på stora osäkerheter, varför de kompletterades med nya beräkningar av PM10 i nuvarande utredning. Detta för att bättre belysa hur höjdskillnader inverkar på E18:s haltbidrag vid skolan. Både dessa nya haltberäkningar samt de mätningar vid Fribergaskolan som utfördes under 2011/2012 och 2012/2013 visade att E18:s haltbidrag vid skolan är litet och att normen för PM10 klaras. Detta innebär att ingen åtgärdsanalys vid skolan var befogad.

Vid Thorildsplans gymnasium genomfördes inte någon åtgärdsanalys, eftersom normöverskridandet där till stor del beror på utsläpp från trafiken Drottningholmsvägen och inte på E4:an.

I denna rapport redovisas endast de tio skolor för vilka spridningsberäkningar har genomförts. I bilaga 2 finns en sammanfattande tabell av resultaten för samtliga nitton skolor och förskolor. För fullständig metodbeskrivning och analysresultat för de olika skolorna och förskolorna hänvisas till LVF-rapport 2011:10 [1]. För enkelhetens skull benämns både skolor och förskolor som skolor härnäst i rapporten.

Täby kommun

Halter av PM10 vid fyra skolor belägna utefter E18 i Täby kommun har utretts; Hägernässkolan, Waldorf lilla Freja, Viggbyskolan samt Engelska skolan (fastigheterna Degeln 1 och Brandsprutan 2). Figur 2 visar en översiktskarta över de fyra skolorna. I delsteg 1 bedömdes endast Waldorf lilla Freja behöva utredas närmre, eftersom halterna av PM10 det 36:e värsta dygnet vid de övriga tre skolorna bedömdes vara lägre än $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

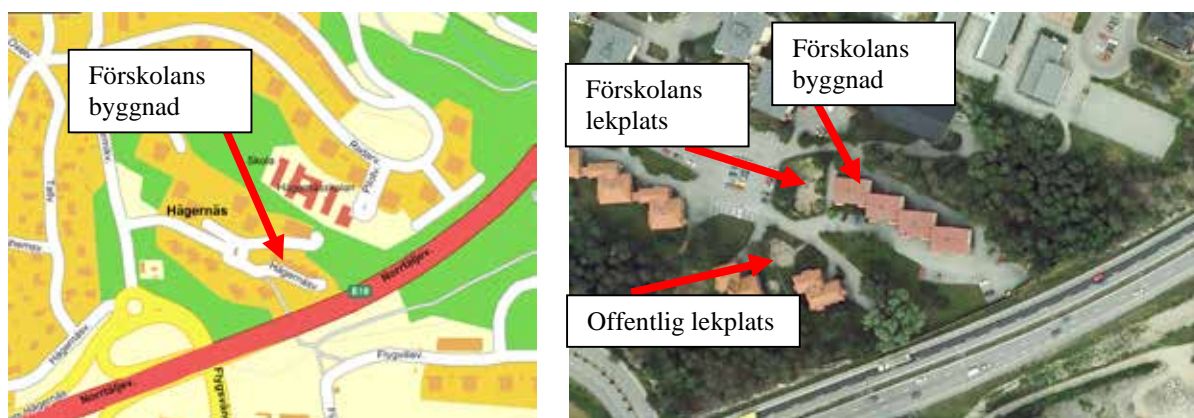


Figur 2. Översiktskarta över skolor och förskolor nära E18 i Täby kommun. Beräknade halter av PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Waldorf lilla Freja, Hägernäsvägen 2-4

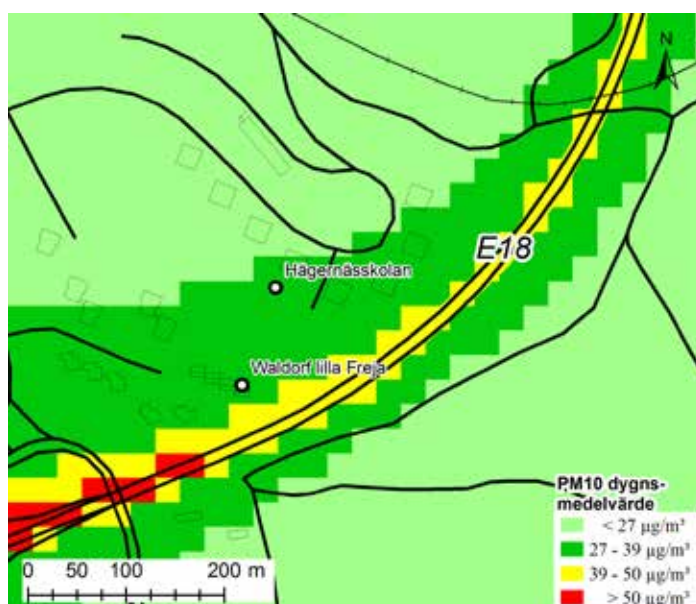
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	45 930	3 710	90	93

Waldorf lilla Freja ligger ca 70 meter nordväst om E18. Till följd av det relativt korta avståndet till E18 och det faktum att skolan ligger i förhärskande vindriktning från vägen bedömdes halterna av PM10 till relativt höga vid skolan och att det var motiverat att göra en spridningsberäkning. En lekplats/gård ligger i direkt anslutning till förskolebyggnaderna. Ca 30 meter söder om förskolan ligger en offentlig lekplats, som också frekvent nyttjas av förskolebarnen.



Figur 3. Kartor över förskolan Waldorf lilla Freja.

Spridningsberäkningen visar att vid fasaden på förskolebyggnaden och vid gården/lekplatsen utanför förskolan ligger halterna av PM10 i intervallet 29 - 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se figur 4. Vid den offentliga lekplatsen ca 30 meter bort från förskolan ligger halterna kring 32 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

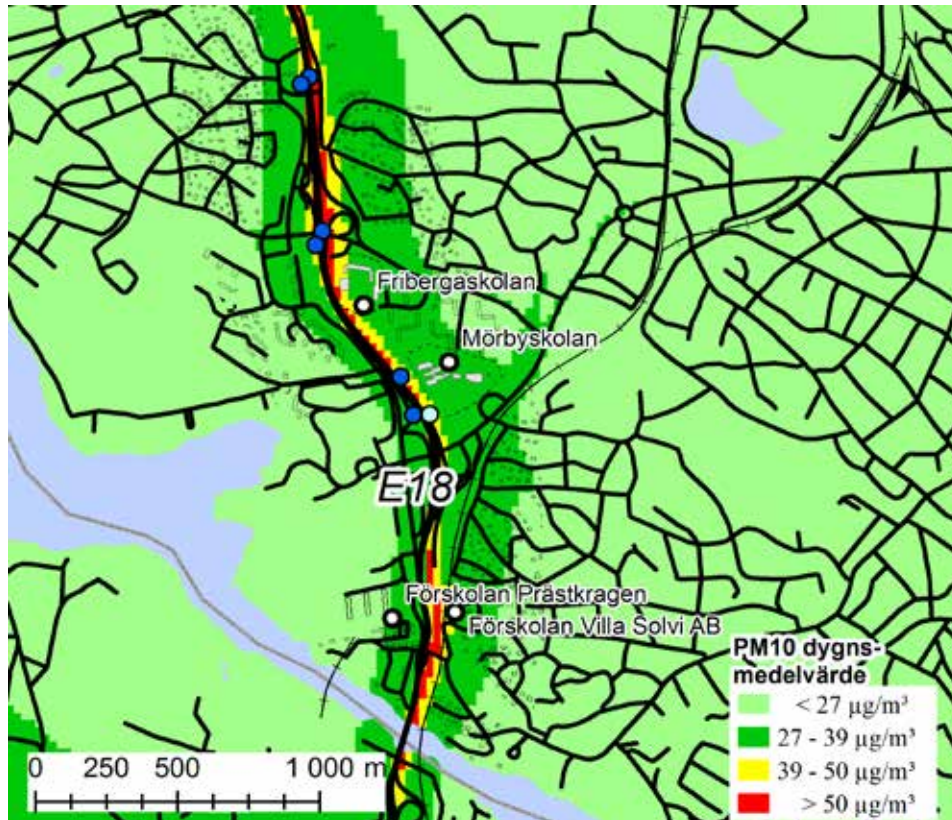


Figur 4. Beräknade halter av PM10 vid förskolan Waldorf lilla Freja. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beräknad halt: 29 - 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lekplatsen utanför förskolan
32 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ offentliga lekplatsen

Danderyds kommun

Fyra skolor belägna utefter E18 i Danderyds kommun har utvärderats: Fribergaskolan, Mörbyskolan, Förskolan Prästkragen samt Förskolan Villa Solvi. Figur 5 visar en översiktskarta över de fyra skolorna. I delsteg 1 bedömdes att alla skolor, utom Förskolan Prästkragen, bör utredas vidare med hjälp av spridningsberäkningar.



Figur 5. Översiktskarta över skolor och förskolor utmed E18 i Danderyds kommun. Beräknade halter av PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De blå punkterna visar placering av mätplatser i samband med försök av variabla hastigheter på E18 [15, 16 17].

Fribergaskolan, Mörbyhöjden 24

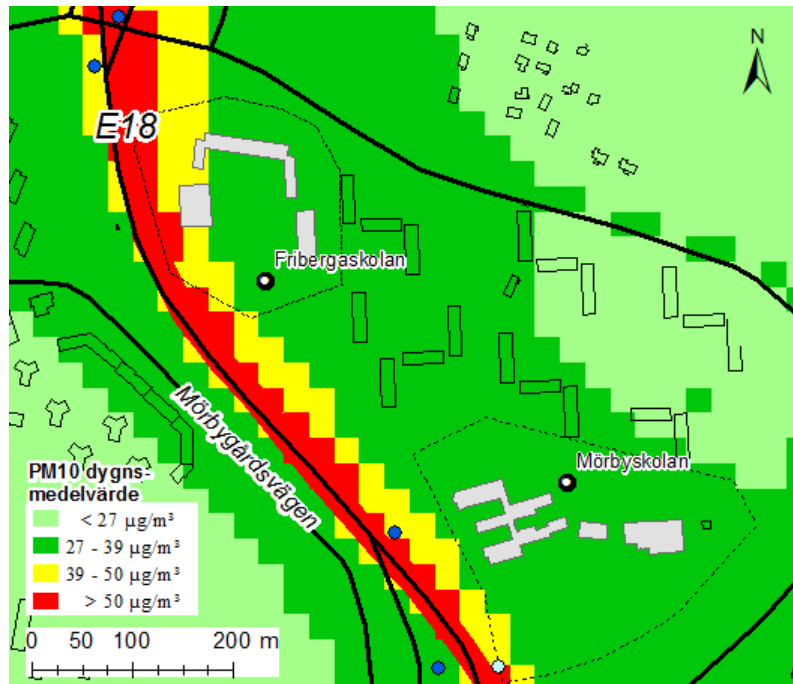
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	63 134		Norrgående: 70 Södergående: variabel	83

Fribergaskolans huvudbyggnad ligger drygt 50 meter från E18. Ca 25 meter från vägbanan ligger en sporthall. Halterna av PM10 vid Fribergaskolan har beräknats i två tidigare utredningar daterade år 2006 och 2008 [35, 36]. I den första av de två utredningarna bedömdes ca en tredjedel av skolområdet samt två skolbyggnader beröras av överskridanden av miljökvalitetetsnormen för dygnsmedelvärde av PM10. I denna utredning togs dock inte hänsyn till att skolan ligger uppe på en höjd, mer än 15 meter högre än E18:s körbanor. Eftersom föroreningshalterna avtar med höjden över marken är halterna i utredningen från år 2006 överskattade. I utredningen från år 2008 bedömdes normen överskridas vid vägbanan och i västra kanten av skolområdet, men klaras vid skolbyggnaderna. Trots att halterna har utretts tidigare anses det motiverat att göra en ny spridningsberäkning p g a skolans utsatta läge.



Figur 6. Kartor över Fribergaskolan.

Figur 7 visar resultatet från spridningsberäkningarna av PM10 vid Fribergaskolan. I beräkningarna har en reell hastighet på 83 km/h på E18 (medelvärde av norrgående och södergående trafik) använts. Liksom utredningen från år 2008 visar spridningsberäkningarna på halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i västra kanten av Fribergaskolans skolområde. Väster om sporthallen och skolan är det dock inte några människor som vistas. Söder om sporthallen ligger en veranda, och en skateboardramp är uppställd på den asfalterade gårdsplanen. Här ligger de beräknade halterna kring $42 - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med de högsta halterna närmast E18. På skolgården ligger den beräknade dygnsmedelhalten mellan 33 och $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medan halterna på bollplanen ligger i intervallet $34 - 41 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 7. Beräknade halter av PM10 vid Fribergaskolan år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De blå punkterna visar placering av mätplatserna Mörby centrum (MO och MV) och Danderyds sjukhus (SO och SV) i samband med försök av variabla hastigheter på E18 [15, 16, 17]. Den ljusblå punkten visar placering av mätplatsen SO under första mätsäsongen.

I haltkartan som visas i figur 7 har inte hänsyn tagits till att Fribergaskolan ligger uppe på en höjd. I ett alternativt beräkningsalternativ beräknades haltbidraget från E18 på tio meters höjd istället för två meter ovan vägbanorna, se figur 8. Beräkningarna visar då att haltbidraget från E18 på Fribergaskolans gård är drygt 30 % lägre, vilket skulle innebära dygnsmedelhalter på skolgården i intervallet $29 - 31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ännu större reduktion i haltbidraget från E18 ses vid bollplanen (30 - 40 %) och vid asfaltplanen söder om sporthallen (ca 50 %). Resonemanget ska ses som en grov uppskattning av verkligheten då spridningsförhållanden kring skolan är komplicerade.



Figur 8. Beräknade halter av PM10 vid Fribergaskolan år 2010, då inkluderat en höjdskillnad mellan E18:s vägbanor och skolområdet. Den lila punkten visar placering av mätplatsen för mätningarna under 2011/2012 och 2012/2013. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beräknad PM10-halt det 36:e värsta dygnet från olika modellberäkningar

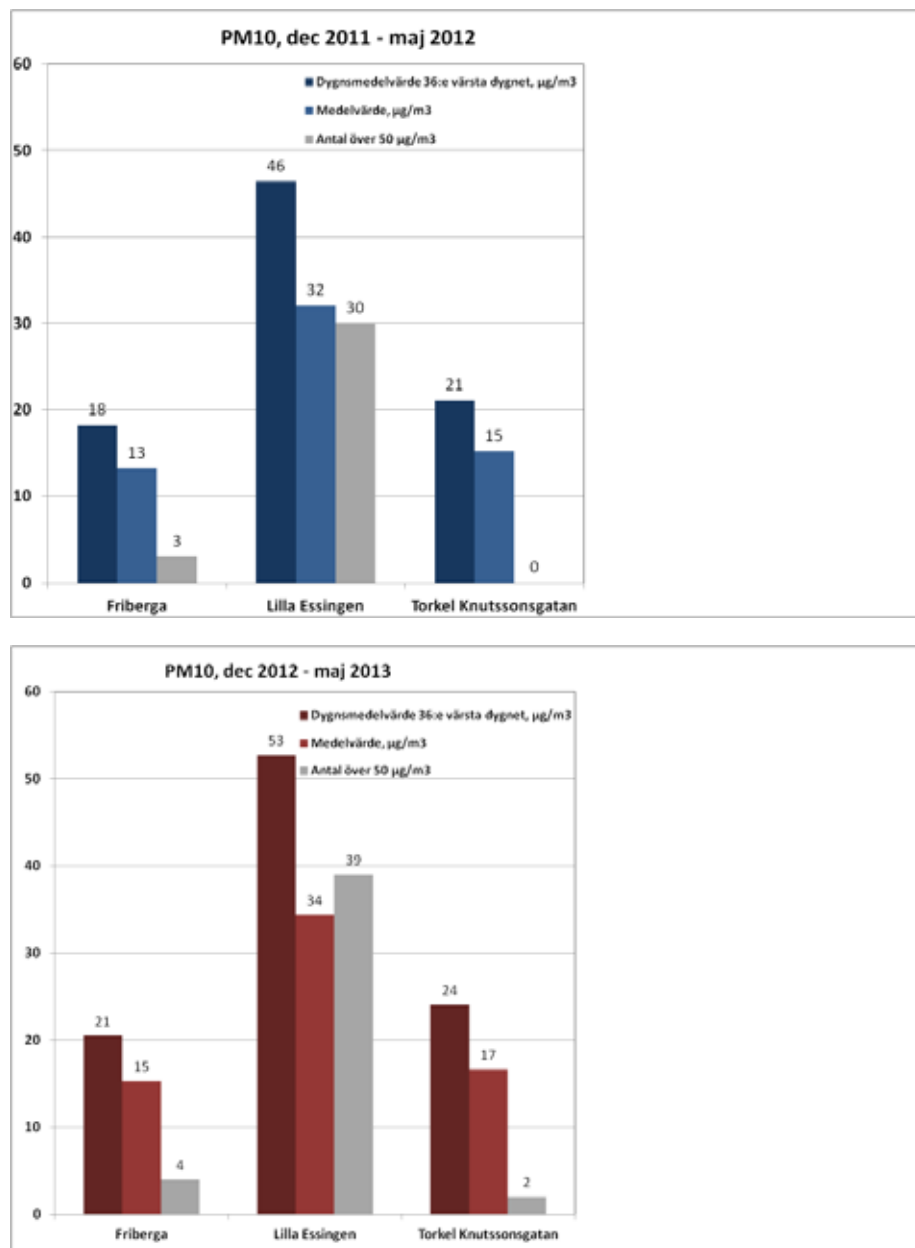
	Gauss	Gauss med höjdeffekt
Skolgård	33-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29-31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bollplan	34-41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29-31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asfalterad plan	42-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30-32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Slutsatsen från de olika modellberäkningarna är att miljö kvalitetsnormen inte överskrids vid Fribergaskolan. I och med höjdskillnaderna vid Fribergaskolan är spridningsförhållanden komplicerade, vilket gör att osäkerheterna i modellberäkningarna är stora.

Under vintersäsongen 2011/2012 och 2012/2013 har SLB-analys på uppdrag av Trafikverket utfört mätning av PM10, NO_x och NO₂ vid Fribergaskolan. Mätplatsen placerades på den asfalterade planen där spridningsberäkningarna visade på de högsta halterna av PM10, se figur 8. Mätningarna vid Fribergaskolan pågick mellan december 2011 och maj 2012 samt december 2012 och maj 2013. Under de två första månaderna utfördes mätningar med ett TEOM-instrument. Under resterande mätperiod användes en GRIMM OPC. Jämförelse mellan mätdata från de två instrumenten under en drygt månads överlappning visade på en god korrelation mellan de två instrumenten.

Figur 9 visar preliminära mätresultat från Fribergaskolan från första respektive andra mätperioden. Mätdata från Trafikverkets mätstation invid E4:an på Lilla Essingen samt Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds (SULVF) mätstation i taknivå på Torkel Knutssonsgatan är också inkluderade i diagrammen som jämförelse. Mätningarna på Torkel Knutssonsgatan representerar urban bakgrundshalt i Stockholmsområdet. Mätningarna visar att miljö kvalitetsnormen klaras vid Fribergaskolan med god marginal. Både medelvärdet och dygnsmedelvärdet det 36:e värsta dygnet under sex månadsperioden ligger i nivå med den uppmätta urbana bakgrundsluften på Torkel Knutssonsgatan på Södermalm. Däremot är antalet dygn med dygnsmedelvärden över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fler vid Fribergaskolan jämfört med vid Torkel Knutssonsgatan. Detta innebär att när vägbanorna är torra och vindriktningen är sådan att utsläppen från vägtrafiken blåser mot mätstationerna så kan halterna bli mycket höga vid Fribergaskolan.

Under både vintern 2011/2012 och vintern 2012/2013 behandlades E18 med dammbindningsmedel för att sänka halterna av PM10, vilket har inverkat på mätresultaten. Jämfört med de beräknade PM10-halterna visar mätningarna på lägre halter. Detta gäller speciellt för de gaussberäkningar där ingen hänsyn tagits till höjdskillnaden mellan E18 och skolan. Men även då en höjdskillnad mellan Fribergsskolan och utsläppen från vägtrafiken på E18 har implementerats i modellen visar beräkningarna något högre PM10-halter jämfört med mätningarna. Detta kan till viss del förklaras med att en dubbdäckandel på 70 % har använts i beräkningarna, vilket ska jämföras med en uppmätt andel på ca 60 - 65 % vintrarna 2012 och 2013 på det statliga vägnätet i Stockholm [10]. En ytterligare osäkerhet i spridningsberäkningarna är att haltbidraget från E18 har beräknats på 10 meters höjd, vilket är en schablon och inte någon uppmätt höjdskillnad.



Figur 9. Uppmätt PM10 vid Fribergaskolan, Lilla Essingen samt på takstationen på Torkel Knutssonsgatan december 2011 - maj 2012 samt december 2012 - maj 2013. Staplarna visar beräknat medelvärde, dygnsmedelvärde det 36:e värsta dygnet samt antal dygn med ett dygnsmedelvärde över 50 µg/m³.

Mätresultaten vid Fribergaskolan 2011/2012 och 2012/2013 är preliminära, men det går ändå att dra slutsatsen att avståndet till vägbanan och att höjdskillnader spelar en mycket stor för halten av PM10. Mätningarna vid Fribergaskolan, på en höjd en bit från vägbanan visar på mycket lägre halter jämfört med de mätningar som gjordes i direkt anslutning till E18 i samband med försöket med variabla hastigheter i Danderyd [15, 16, 17]. Halter av PM10 mättes under 2009 och 2010 på tre ställen längs E18 på båda sidor av vägen, vilket resulterade i total sex mätplatser i direkt anslutning till vägbanan. Andra mätsäsongen mättes dock bara på fyra av de sex mätplatserna, vid den nordligaste vid Danderyds kyrka och den sydligaste vid Danderyds sjukhus (i höjd med Mörbyskolan). Mätningarna vid den mittersta mätplatsen strax norr om Mörby centrum och Fribergaskolan genomfördes bara under våren 2009. Trots mätperioden bara vara drygt två månader visade mätningarna 15 mars - 25 maj 2009 på överskridanden av dygnsnormen för fyra av de sex mätplatserna, se tabell 4. Mätplatsen SO flyttades längre norrut till mätsäsongen 2009/2010. Mätningarna 2009/2010 visade på överskridande på båda sidor av E18 vid Danderyds kyrka. Även vid Danderyds sjukhus pekade mätningarna på överskridande på östra sidan, dock ej på västra sidan, se tabell 5.

Tabell 4. *Fördelningen av antalet dagar med PM10-halter över 50 µg/m³ vid E18 under mätperioden 15 mars-25 maj 2009. Siffran inom parantes visar antal dagar med tillgängliga data. ¹15 mars-25 maj, ²15 mars-31 mars, ³1 maj- 25 maj. Max antalet tillåtna dygn över 50 µg/m³ för ett kalenderår är 35.*

	NV	NO	MV	MO	SV	SO
Mars²	12 (18)	14 (18)	14 (15)	14 (15)	13 (14)	13 (15)
April	19 (30)	19 (30)	21 (30)	16 (25)	15 (21)	22 (30)
Maj³	4 (24)	4 (24)	0 (21)	0 (24)	2 (24)	3 (24)
Mars- Maj¹	35 (72)	37 (72)	35 (66)	30 (64)	30 (59)	38 (69)

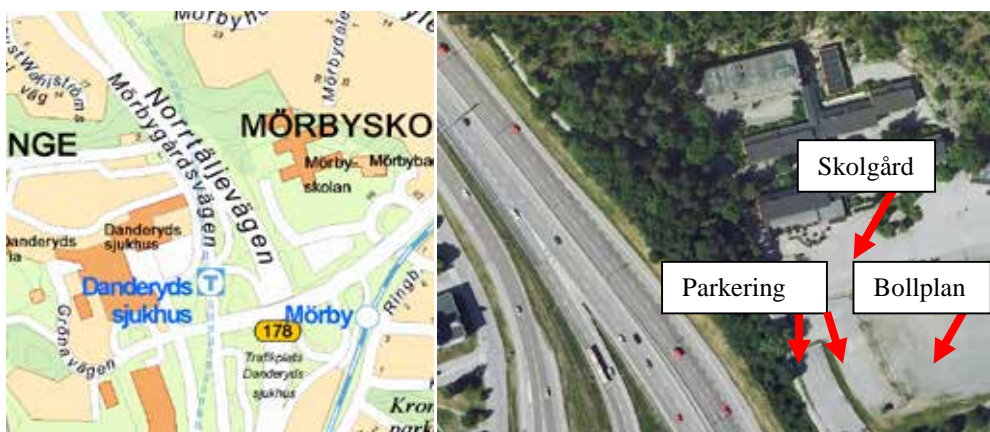
Tabell 5. *Fördelningen av antalet dagar med PM10-halter över 50 µg/m³ vid E18 samt vid Lilla Essingen som jämförelse under mätperioden november 2009 - maj 2010. Siffran inom parantes visar antal dagar med tillgängliga data. Max antalet tillåtna dygn över 50 µg/m³ för ett kalenderår är 35.*

	NV	NO	SV	SO	L:a Essingen
November	0 (16)	-	-	-	1 (30)
December	4 (27)	0 (30)	-	-	5 (31)
Januari	1 (31)	3 (31)	-	-	1 (31)
Februari	0 (26)	0 (28)	-	-	1 (26)
Mars	7 (31)	17 (31)	-	5 (23)	14 (31)
April	14 (30)	21 (30)	4 (5)	12 (30)	14 (30)
Maj	9 (31)	6 (24)	4 (26)	9 (23)	6 (31)
Totalt	35 (192)	47 (174)	8 (31)	26 (76)	42 (210)

Mörbyskolan, Vendevägen 94

Väg	ÅDT	Lb	Skyldad hast	Reell hast
E18	63 134		Norrgående: 70 Södergående: variabel	83

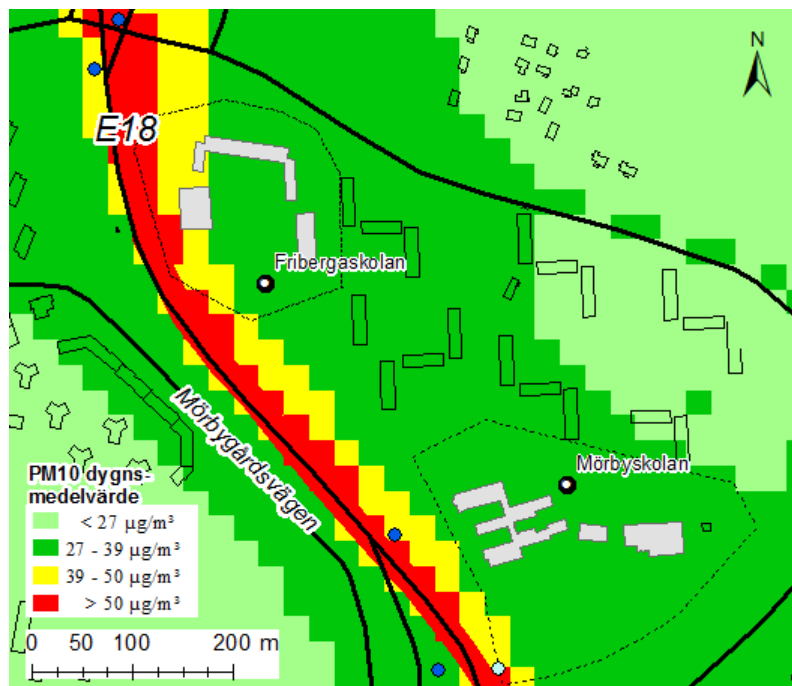
Mörbyskolans närmsta byggnad ligger ca 60 meter från E18, medan skolområdet sträcker sig i princip ända fram till vägkanten, se figur 9 och 10. I området närmast E18 i skolområdets södra del vistas dock inga skolelever utan det används som parkeringsplats för skolans personal. Skolan ligger något lägre jämfört med E18. Liksom för Fribergaskolan har halterna av PM10 vid skolan beräknats i två tidigare utredningar daterade år 2006 och 2008 [35, 36]. I utredningen från år 2006 visade beräkningarna överskridande på skolområdet, men inte vid själva byggnaderna. I utredningen från år 2008 överskreds normen precis i kanten av skolområdet mot E18. I ett examensarbete vid Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM) år 2009 "Luftburna partiklar från E18 i Danderyd och dess påverkan på närliggande skolor" mättes halter av partiklar vid Kyrkskolan och Mörbyskolan [37]. Mätningarna vid Mörbyskolan gjordes 21 - 24 april 2009 och jämfördes med de pågående mätningarna i projektet med variabla hastigheter öster och väster om E18 i höjd vid Danderyd sjukhus (E18 SO och E18 SV) [15, 16, 17]. Den 24 april när det blåste sydvästliga vindar visade mätningarna vid Mörbyskolan högre halter än både vid E18 SO och E18 SV. Även vid ostliga vindar (den 22 april) uppmättes högre halter vid Mörbyskolan jämfört med E18 SO. Detta indikerar att skolan är påverkad av lokala källor (andra än E18). En hypotes är att denna lokala källa skulle vara suspenderade partiklar genererade av bilar eller mopeder på den oasfalterade personalparkeringen strax söder om skolan. I beräkningsmodellen är sådana typer av lokala källor inte inlagda. Trots att halterna har utretts tidigare motiverade skolans utsatta läge att göra en ny spridningsberäkning.



Figur 10. Kartor över Mörbyskolan.

Spridningsberäkningarna i figur 11 visar på dygnsmedelhalter av PM10 i intervallet 29 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Mörbyskolans skolgård. På bollplanen ligger halterna mellan 29 och 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De högsta halterna återfinns på personalparkeringen där halterna ligger mellan 36 och 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detta är lägre halter än vad tidigare utredningar från år 2006 och år 2008 har visat [35, 36]. Skillnaden från tidigare utredningar är att vi i denna utredning använt en reell hastighet på 83 km/h på E18 förbi Mörbyskolan istället för 90 km/h. Vidare har den urbana bakgrundshalten i Stockholm minskat. En avgörande faktor i denna utredning är hur halterna av

luftföroreningar avtar med avståndet från vägen. Vi vet genom mätningar att halterna är mycket höga vid vägbanan, men för halterna vid skolorna måste vi lita på resultaten från spridningsmodellen. I en nyligen publicerad rapport av SLB-analys utreddes just denna fråga genom att bl a jämföra spridningsberäkningar mot uppmätta halter av kväveoxider (NO_x) på olika avstånd från en öppen väg (E4 vid Vallstanäs) [38]. Mätningarna visade att NO_x-halterna avtar snabbt med avståndet; en halvering på mellan 25 och 50 meters avstånd från vägen. Jämförelserna mellan uppmätta och beräknade halter visade att gaussmodellen mycket väl beskriver NO_x-halternas avtagande med avståndet till vägen. Dock tenderar beräkningarna att resultera i något långsammare avtagande av halterna med avståndet från vägen, vilket innebär att halterna av PM10 vid personalparkeringen snarar är överskattade än underskattade.



Figur 11. Beräknade halter av PM10 vid Mörbyskolan år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De blå punkterna visar placering av mätplatserna Mörby centrum (MO och MV) och Danderyds sjukhus (SO och SV) i samband med försök av variabla hastigheter på E18 [15, 16, 17]. Den ljusblå punkten visar placering av mätplatsen SO under första mätsäsongen.

Beräknad halt:

- 29 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mörbyskolans skolgård**
- 29 - 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bollplanen**
- 36 - 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ personalparkeringen**

Ingen åtgärdsanalys har gjorts för Mörbyskolan då beräkningarna bara visar risk för överskridanden för en mycket liten del av personalparkeringen. Även om inte beräkningarna visar på överskridanden av miljökvalitetsnormen vid skolgården och bollplanen gör mätresultaten från examensarbetet "Luftburna partiklar från E18 i Danderyd och dess påverkan på närliggande skolor" att det finns skäl till att göra nya mätningar vid skolan. Detta för undersöka eventuella andra källor till PM10 vid Mörbyskolan än trafiken på E18.

Förskolan Villa Solvi, Skolgårdsvägen 5

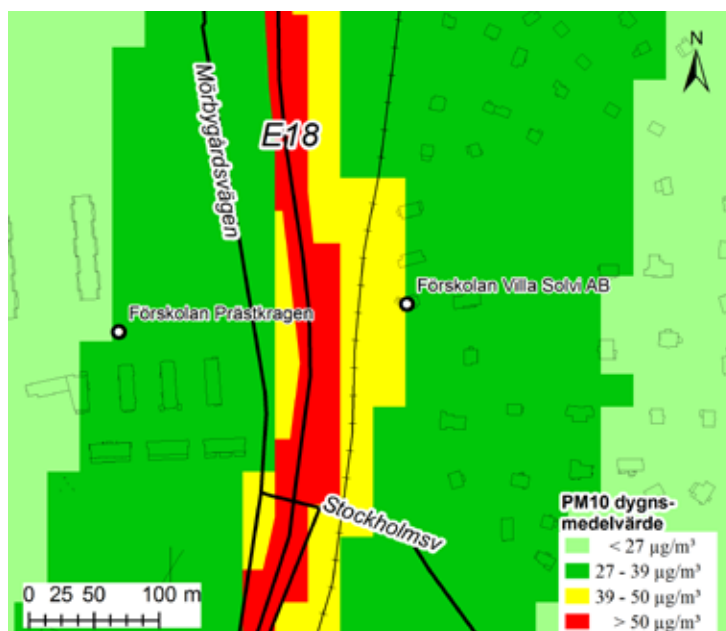
Väg	ÅDT	Lb	Skyldad hast	Reell hast
E18	63 134		Norrgående: 70 Södergående: variabel	83

Förskolan Villa Solvi ligger ca 50 meter öster om E18. Skolan ligger i ett utsatt läge och det bedöms att en spridningsberäkning behövs göras för att kunna avgöra om miljö kvalitetsnormen för PM10 överskrids eller inte.



Figur 12. Kartor över Förskolan Villa Solvi.

Spridningsberäkningarna i figur 13 visar på dygnsmedelhalter av PM10 i intervallet 36 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Förskolan Villa Solvi. I beräkningarna har en reell hastighet på 83 km/h på E18 använts.

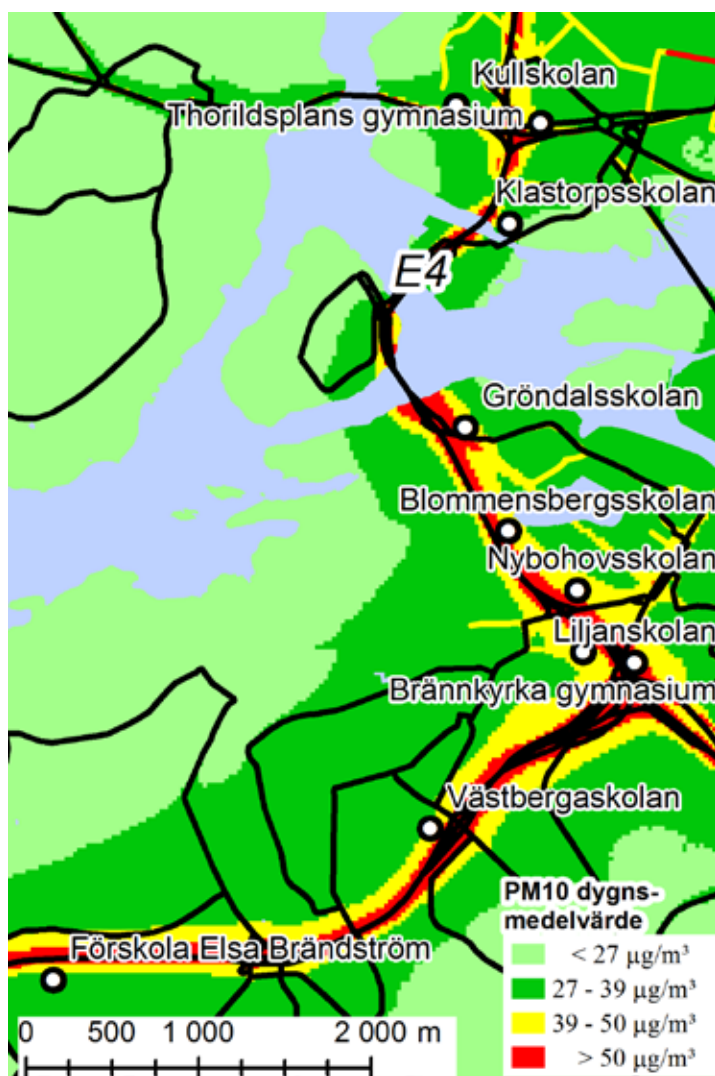


Figur 13. Beräknade halter av PM10 vid Förskolan Villa Solvi år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beräknad halt: Ca 36 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kring förskolans byggnader

Stockholms kommun

Halter av PM10 vid tio skolor belägna utefter E4 i Stockholms kommun har utretts: Kullskolan, Thorildsplans gymnasium, Klastorpskolan, Gröndalsskolan, Blommenbergsskolan, Nybohovsskolan, Brännkyrka gymnasium, Liljanskolan, Västbergaskolan samt Förskola Elsa Brändströms väg. Figur 14 visar en översiktskarta över de tio skolorna. I delsteg 1 bedömdes läget för hälften av skolorna sådant att vidare utredning i form av spridningsberäkningar ansågs motiverat. För resultat för samtliga skolor hänvisas till bilaga 2 och till LVF-rapport 2011:10 [1]. Vid Blommenbergsskolan, Nybohovsskolan och Västbergaskolan grundades bedömningen av PM10-halterna på tidigare utförda spridningsberäkningar [39, 40, 41].

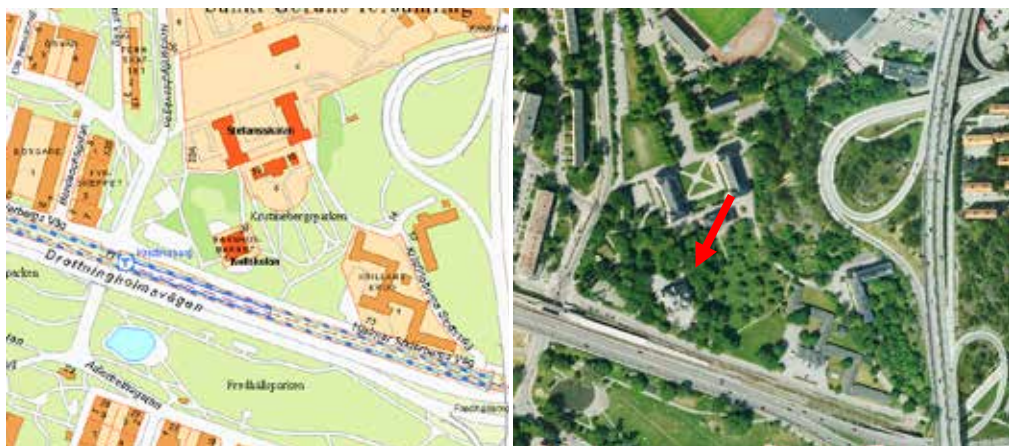


Figur 14. Översiktskarta över skolor och förskolor i Stockholms kommun intill E4. Beräknade halter av PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

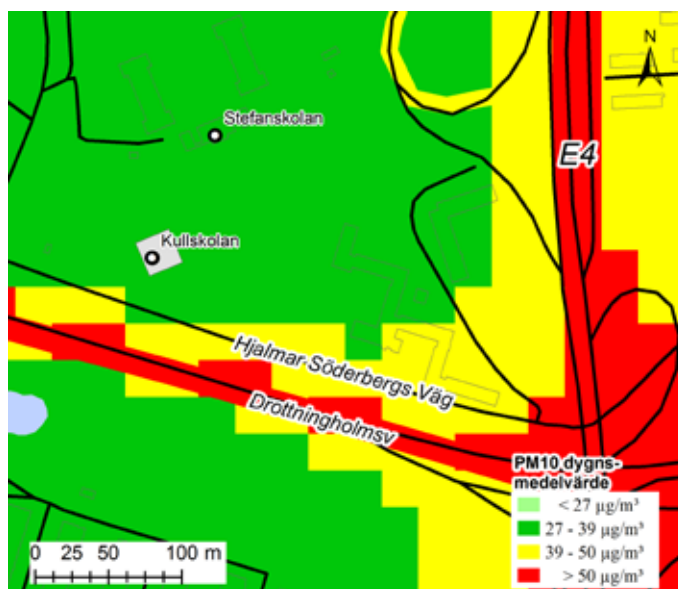
Kullskolan, Nordenflychtsvägen 20

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
275 Drottningholmsvägen	58 000		70	
E4	98 470	8 450	70	

Kullskolan ligger ca 50 meter från Drottningholmsvägen. En lokalgata samt tunnelbanan ligger mellan skolan och Drottningholmsvägen. Avståndet till E4:an är ca 260 meter. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av föroreningar är relativt god. Dock ligger skolan i förhärskande vindriktning från Drottningholmsvägen, vilket gör att föroreningar blåser mot skolan. De spridningsberäkningar som utfördes för skolan visade på dygnsalter av PM10 kring 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kullskolan, se figur 16.



Figur 15. Kartor över Kullskolan.



Figur 16. Beräknade halter av PM10 vid Kullskolan år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beräknad halt: Ca 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kring skolans byggnader

Thorildsplans gymnasium, Drottningholmsvägen 82

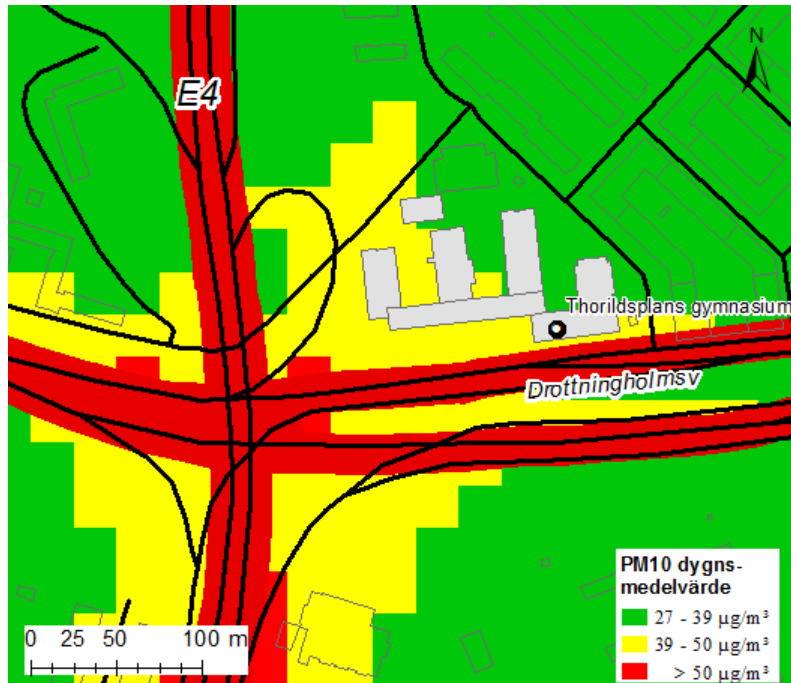
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
275 Drottningholmsvägen	53 000 - 63 000		50	
E4	98 470	8 450	70	

Thorildsplans gymnasium ligger intill Drottningholmsvägen med ca 53 000 - 63 000 fordon per dygn. Väster om skolan passerar E4:an med ca 100 000 fordon per dygn samt en avfartsramp med ca 11 000 fordon per dygn. E4:an går i upphöjt läge förbi skolan. Skolbyggnadernas fasad mot Drottningholmsvägen bildar ett enkelsidigt gaturum. Den östra byggnaden ligger närmast vägen och är mest utsatt. Den förhärskande vindriktningen från syd-sydväst gör att föroreningarna blåser mot skolan. Bedömningen är att miljökvalitetsnormen för PM10 överskrids vid Thorildsplan gymnasium, och att en spridningsberäkning måste göras för att utreda haltnivåerna vid skolan.



Figur 17. Kartor över Thorildsplans gymnasium.

Spridningsberäkningarna i figur 18 visar att miljö kvalitetsnormen för PM10 överskrids vid Thorildsplans gymnasium. Beräkningar gjorda med SMHI-Simair gaturumsmodell visar på halter strax över $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid östra byggnadens fasad ut mot Drottningholmsvägen. Dygnsmedelhalterna vid skolans fasad ut mot E4:an ligger kring $43 - 47 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I spridningsberäkningarna har till viss del tagits hänsyn till att Essingeleden går i upphöjt läge förbi Thorildsplans gymnasium. Utsläppen från trafiken på Essingeleden lades in på 10 meters höjd i spridningsmodellen, medan avfartsrampen behölls i marknivå.



Figur 18. Beräknade halter av PM10 vid Thorildsplans gymnasium år 2010. Observera att det i beräkningarna har tagits hänsyn till att Essingeleden går i upphöjt läge förbi skolan. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beräknad halt:

- $43 - 47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnadens västra fasad ut mot E4:an**
- $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ östra skolbyggnadens fasad ut mot Drottningholmsvägen**

Överskridanden av miljö kvalitetsnormen för PM10 vid östra skolbyggnadens fasad ut mot Drottningholmsvägen beror på trafiken på Drottningholmsvägen. Även med lägre utsläpp från Essingeleden skulle normen överskridas.

Gröndalsskolan, Matrosbacken 14

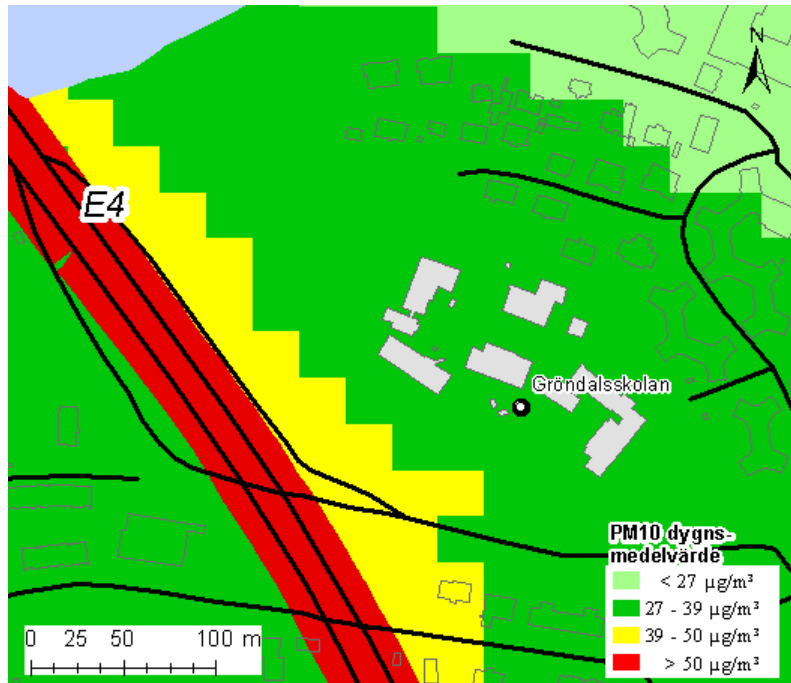
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	132 630	10 000	70	

Gröndalsskolan ligger på en höjd intill E4:an/Essingeleden. Avståndet från Essingeleden till närmaste skolbyggnad är ca 75 meter. I en tidigare utredning från år 2006 bedömdes dygnsmedelhalten av PM10 vid denna skolbyggnad till 50 - 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [42]. Detta värde är troligen överskattat med hänsyn till nivåskillnaden mellan skolan och E4:an. Sydväst om den skolbyggnad som ligger närmast Essingeleden ligger en lekplats. Denna lekplats har stängts och är inte längre i bruk.



Figur 19. Kartor över Gröndalsskolan.

Om man inte tar hänsyn till höjdskillnaden visar spridningsberäkningarna på halter kring 38 - 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ invid de skolbyggnader som ligger närmast Essingeleden. Detta är en överskattning av de verkliga halterna. För att få en bättre skattning av halterna vid skolan gjordes en ny beräkning där haltbidraget från Essingeleden beräknades på 10 meters höjd istället för 2 meter ovan mark, se figur 20. Detta resulterade i drygt 20 % lägre haltbidrag från E4:an vid skolbyggnaderna närmast Essingeleden, och PM10-halter i intervallet 35 - 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid lekplatsen och fasaden närmast Essingeleden räknat som dygnsmedelhalt det 36:e värsta dygnet.



Figur 20. Beräknade halter av PM10 vid Gröndalsskolan år 2010. Observera att det i beräkningarna har tagits hänsyn till att skolan ligger på en höjd. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beräknad halt: 35 - 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid lekplatsen och fasad ut mot E4 för skolbyggnaderna närmast vägen

Brännkyrka gymnasium, Tellusborgsvägen 10

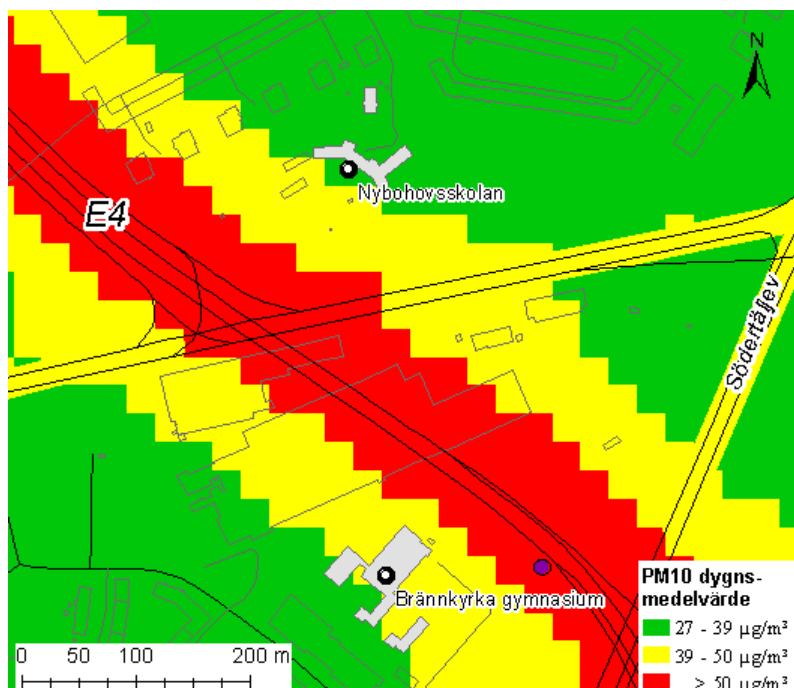
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	125 220	9000	70	

Brännkyrka gymnasium ligger sydväst om E4:an och nordväst om Södertäljevägen. Närmaste skolbyggnad ligger ca 50 m från E4:an. Skolan ligger på en höjd, men E4:an går i upphöjt läge förbi platsen. Skolan ligger dock något högre än vägbanan. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av luftföroreningar är relativt goda men avståndet till vägen är litet.

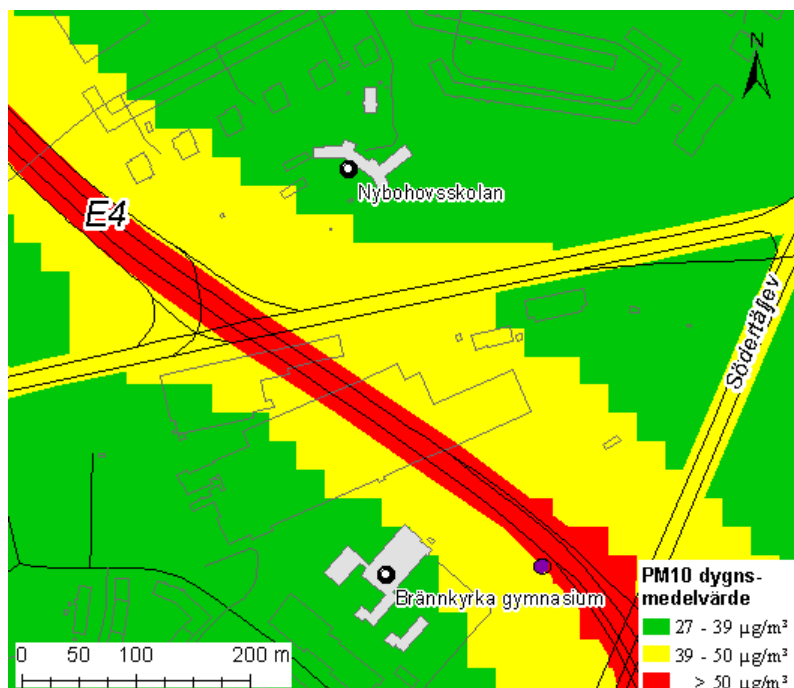


Figur 21. Kartor över Brännkyrka gymnasium.

Beräknade halter av PM10 vid Brännkyrka gymnasium visas i figur 22 och 23. Spridningsberäkningarna visar att miljö kvalitetsnomen för PM10 klaras vid skolan. I figur 22 har haltbidraget från E4:an beräknats 2 meter ovan mark, medan i figur 23 har E4:s bidrag till PM10-halterna vid skolan beräknats på 10 meters höjd. Vid skolbyggnaden närmast E4:an är haltbidraget från trafiken ca 25 % lägre på 10 meters höjd jämfört med 2 meter.



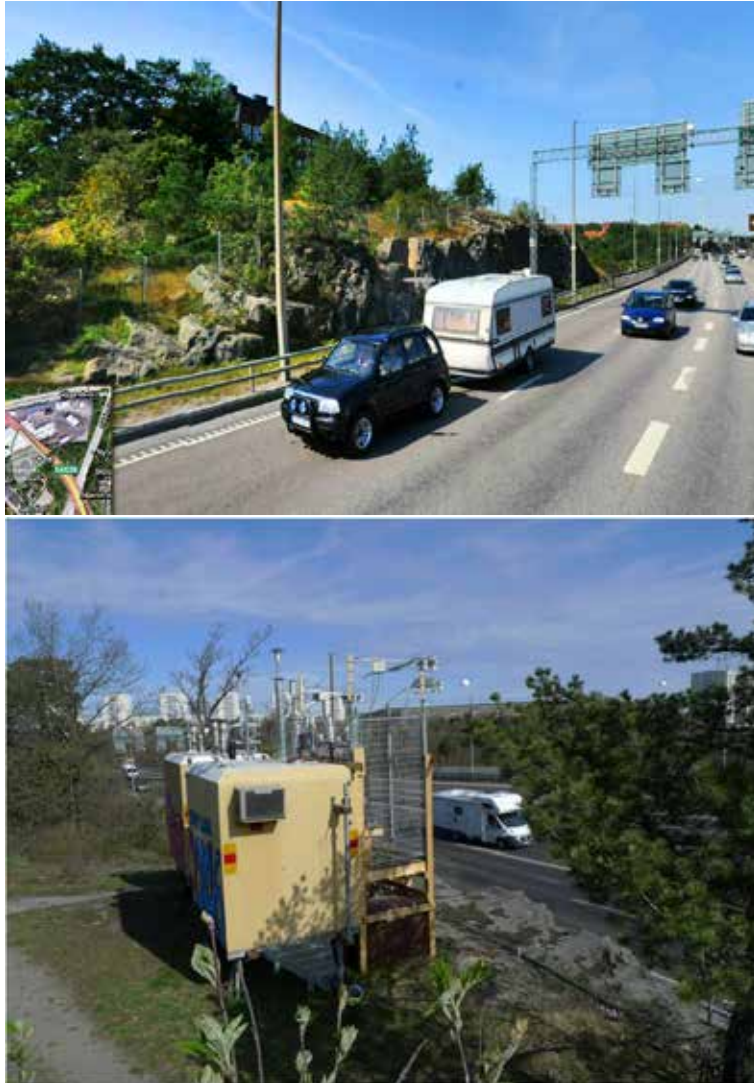
Figur 22. Beräknade halter av PM10 vid Brännkyrka gymnasium år 2010. Observera att det i beräkningarna har tagits hänsyn till att trafiken på Södertäljevägen inte påverkar halten upp vid skolan. Den lila punkten visar placeringen av mätplatsen under mätningarna 2011/2012 och 2012/2013. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 23. Samma som figur 22, men haltbidraget från E4:an har beräknats på 10 meters höjd istället för 2 meter ovan mark.

Beräknad halt: Ca $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid skolbyggnadens fasad ut mot E4

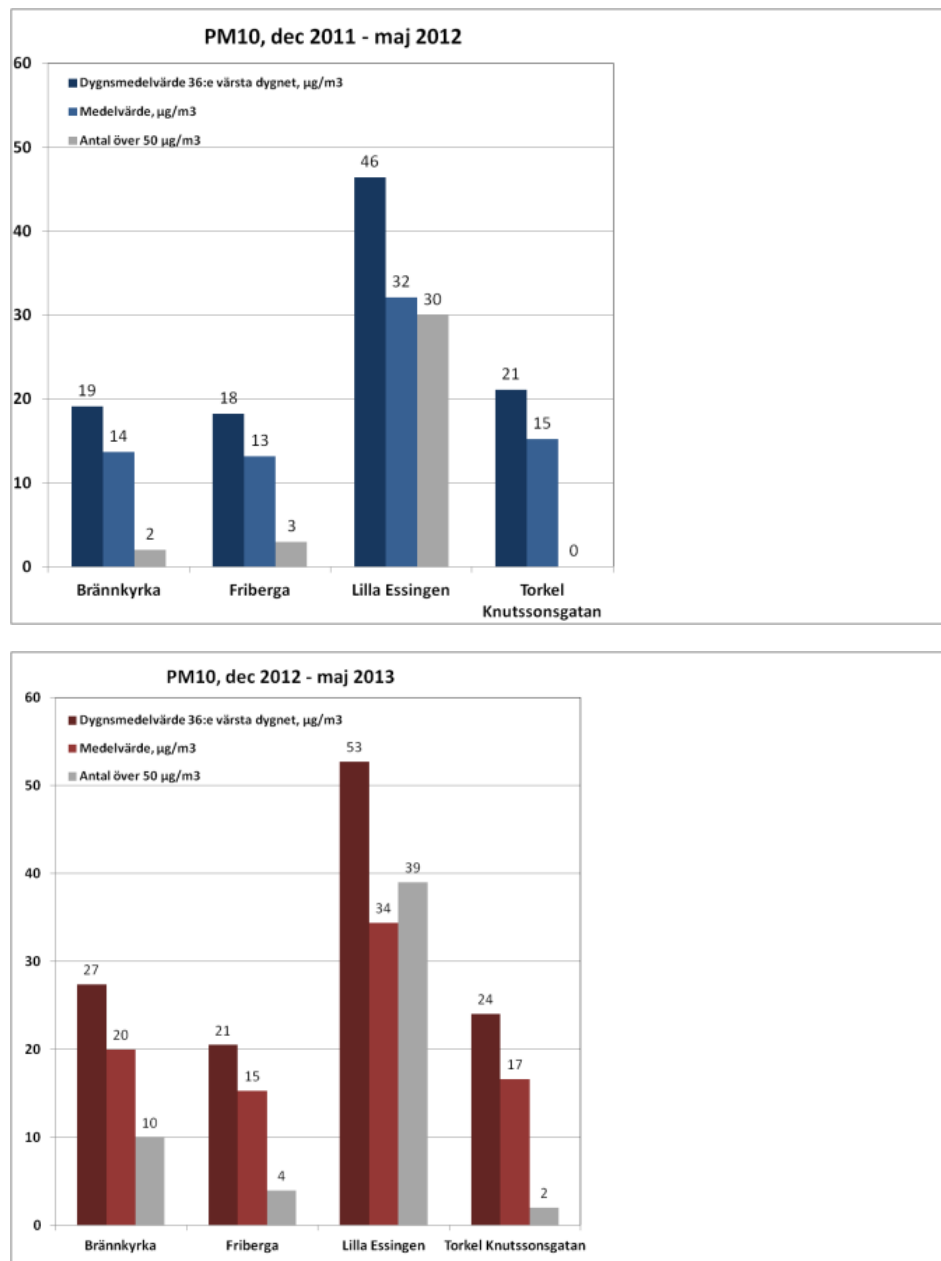
Under vintersäsongen 2011/2012 och 2012/2013 har SLB-analys på uppdrag av Trafikverket utfört mätning av PM₁₀, NO_x och NO₂ vid Brännkyrka gymnasium. Mätningarna utfördes intill E4:an, en bit upp från dess vägbanor, se figur 24. Liksom vid Fribergaskolan pågick mätningarna under två dubbdäckssäsonger; december 2011 - maj 2012 och december 2012- 2013.



Figur 24. Utsikt från E4:an upp mot Brännkyrka gymnasium (övre bilden) samt utsikt från mätvagnen mot E4:an (undre bilden).

Figur 25 visar preliminära mätresultat från Brännkyrka gymnasium från båda mätperioderna. Mätdata från mätningarna vid Fribergaskolan, Trafikverkets mätstation på Lilla Essingen samt SULVF:s takmätningar på Torkel Knutssongatan är också inkluderade i diagrammen som jämförelse. Mätningarna visar att miljö kvalitetsnormen klaras vid mätplatsen vid Brännkyrka gymnasium. Två dygn med dygnsmedelvärden över 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uppmättes 2011/2012 medan tio dygn över gränsvärdet uppmättes året därpå. Liksom vid Fribergaskolan visar mätningarna på lägre halter jämfört med spridningsberäkningarna. Uppmätt halt det 36:e värsta dygnet ligger mellan 19 och 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ medan spridningsberäkningarna ligger kring 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (då haltbidraget från E4:an har beräknats på 10 meters höjd). En del av skillnaderna mellan uppmätt och beräknad halt kan förklaras med att beräkningarna har gjorts med en dubbdäckandel på 70 %, vilket är högre än vad

som har uppmätts under senare år [10]. En sänkning av dubbdäckandelen från 70 % till 60 % motsvarar en minskad emissionsfaktor av PM10 med ca 14 %. Vidare har E4:s vägbanor behandlats med dammbindningsmedel under de perioder som mätningarna har pågått, vilket har bidragit till lägre uppmätta halter av PM10. Till detta tillkommer en osäkerhet i att haltbidraget från E4 har beräknats på 10 meters höjd. Detta är en schablon, och inte någon uppmätt höjdskillnad.



Figur 25. Uppmätt PM10 vid Brännkyrka gymnasium, Fribergaskolan, Lilla Essingen samt på takstationen på Torkel Knutssonsgatan december 2011 - maj 2012 samt december 2012 - maj 2013. Staplarna visar beräknat medelvärde, dygnsmedelvärde det 36:e värsta dygnet samt antal dygn med ett dygnsmedelvärde över 50 µg/m³.

Liljanskolan, Nybodaringen 37

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	125 220	9 000	70	
Södertäljevägen	32 000	1300	70	

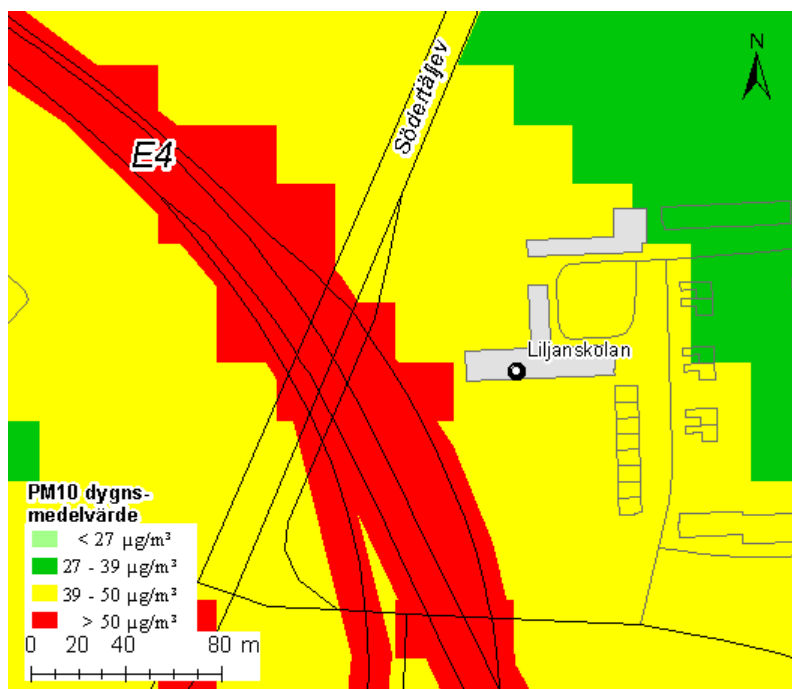
Liljanskolan ligger nordost om E4:an/Essingeleden och öster om Södertäljevägen. Skolan ligger på en höjd och ligger ca 30 meter från närmsta körfält på Essingeleden. Södertäljevägen passerar under Essingeleden ca 50 meter från skolbyggnaden. Höjdskillnaden innebär att trafiken på Södertäljevägen har marginell inverkan på halterna uppe vid Liljanskolan. Även haltbidraget från trafiken på Essingeleden är reducerat på grund av skolans läge. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av föroreningar är relativt god. Skolan ligger däremot i förhärskande vindriktning vilket gör att föroreningar blåser mot skolan. Skolgården ligger skyddad. Halterna av PM10 bedömdes vara höga vid skolan, och en spridningsberäkning behövdes utföras för att klargöra om normen klaras eller inte.



Figur 26. Kartor över Liljanskolan.

Om ingen hänsyn tas till att Liljanskolan ligger högre än Essingeleden visar spridningsberäkningarna att miljö kvalitetsnormen för PM10 överskrids vid Liljanskolans fasad ut mot E4:an. Men liksom för Gröndalskolan och Brännkyrka gymnasium gjordes även beräkningar där haltbidraget från Essingeleden beräknades på 10 meters höjd, se figur 27. Dessa beräkningar visade på halter mellan 42 och 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Liljanskolans fasad ut mot E4:an. Skolgården ligger skyddad från utsläpp från trafiken på E4:an, vilket innebär att normen klaras på

skolgården. I spridningsberäkningarna har utsläpp från Södertäljevägen inte inkluderats p g a att dess vägbana ligger så långt nedanför skolan.



Figur 27. Beräknade halter av PM10 vid Liljanskolan år 2010. Observera att det i beräkningarna har tagits hänsyn till att trafiken på Södertäljevägen inte påverkar halten uppe vid skolan, samt att haltbidraget från Essingeleden är beräknat på 10 meters höjd. PM10 som medelhalt (µg/m³) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 µg/m³.

Beräknad halt:

- < 50 µg/m³ skolgård
- 42 - 47 µg/m³ skolbyggnadernas fasad ut mot E4:an

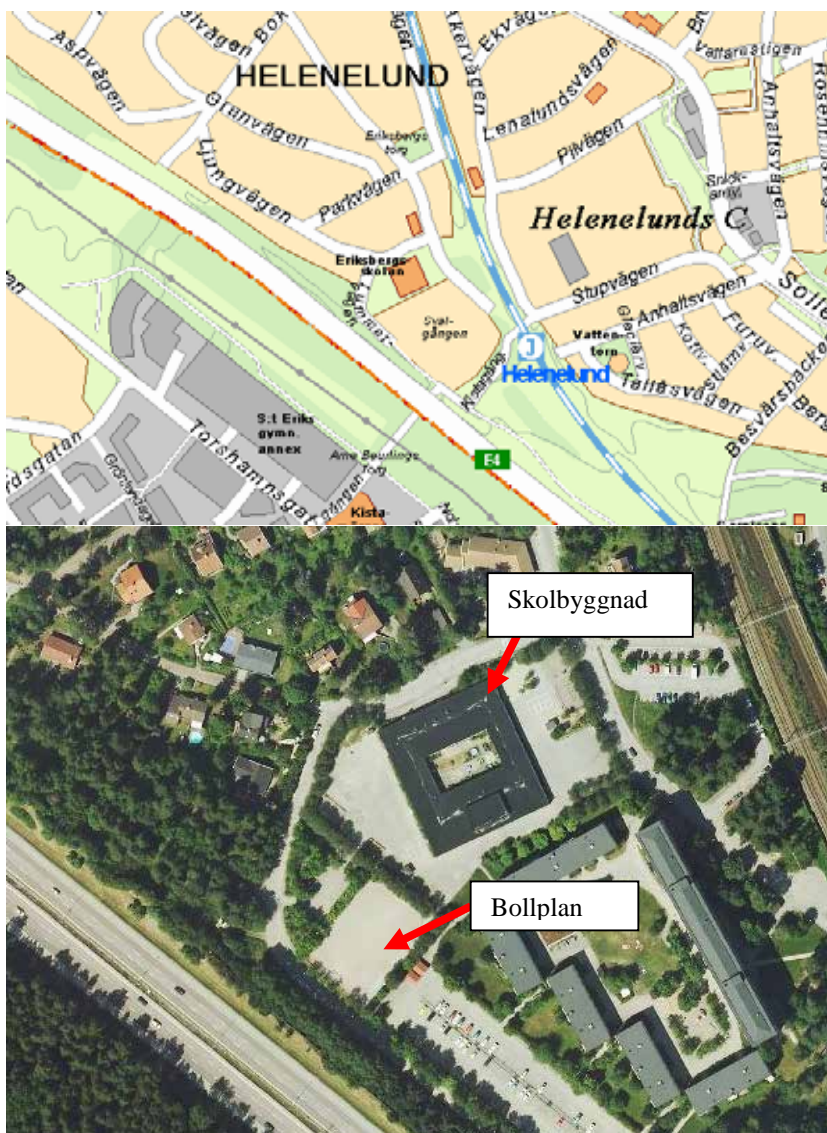
Då spridningsberäkningarna av PM10-halter vid Liljanskolan visade på mycket höga halter av PM10 vid dess fasad ut på E4:an gjordes i rapporten "*Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor vid hårt trafikbelastade vägar i Stockholm län*" en åtgärdsanalys för skolan. Det har sedan dess uppdagats att öppningen mellan skolans byggnader är igenstängd med en glasvägg, och inga barn vistas på skolans sida ut mot E4:an. Glasväggen innebär också att skolgården är skyddad från trafikens utsläpp från E4:an. Resultaten från åtgärdsanalysen redovisas ändå i denna rapport i avsnittet "Åtgärdsanalys vid Liljanskolan" s. 44.

Sollentuna kommun

Eriksbergskolan, Svalgången 31

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	88 600	7 500	90	

Halter av PM10 vid en skola, Eriksbergsskolan, belägen utefter E4:an i Sollentuna kommun har utretts. Eriksbergsskolan ligger i närheten av Helenelunds järnvägsstation, nordost om E4:an. E4:ans vägbanor ligger högre än skolgården. Skolbyggnaden ligger ca 100 meter från väkant. Ca 40 meter från E4:an ligger det en bollplan.

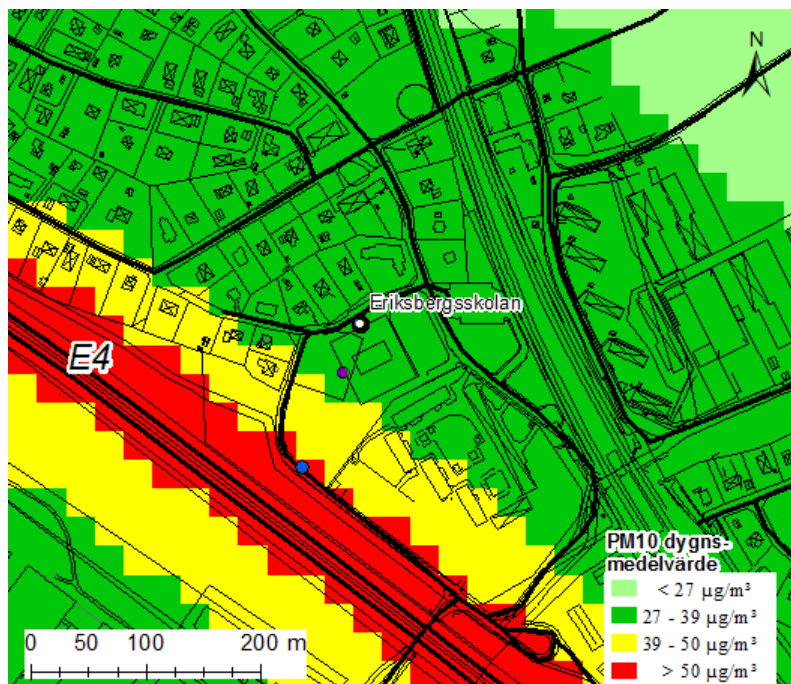


Figur 28. Kartor över Eriksbergsskolan.

Spridningsberäkningen visar att miljö kvalitetsnomen för PM10 klaras vid Eriksbergsskolan. Den beräknade dygnmedelhalten vid skolan och skolgården ligger i intervallet 33 - 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se figur 29. Vid bollplanen ligger halterna mellan 44 och 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De beräkningsrutur med halter över 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ går bara in på en mycket liten del av bollplanen och om man interpolerar beräkningen till en finmaskigare beräkningsnät så klaras normen på bollplanen.

Sollentuna kommun har utfört mätningar av NO₂ vid bollplanens sydvästra hörn d v s den del som ligger närmast E4:an (se figur 30). Under 2008 - 2009 uppmättes årsmedelhalter av NO₂ på 21 - 22 µg/m³ vid bollplanen, vilket kan jämföras med uppmätta halter på 32- 33 µg/m³ vid Trafikverkets mätstation på Lilla Essingen under samma period. Om man antar att förhållandet mellan uppmätt årsmedelhalt av NO₂ och uppmätt dygnsmedelhalt av PM10 är detsamma vid Eriksbergsskolan som på Lilla Essingen skulle en årsmedelhalt av NO₂ på 21 - 22 µg/m³ motsvara en dygnsmedelhalt av PM10 på 40 - 46 µg/m³ vid bollplanens sydvästra hörn för åren 2008 och 2009. Detta är liksom spridningsberäkningarna en indikation på att miljö kvalitetsnormen klaras på bollplanen vid Eriksbergsskolan.

Sedan slutet av juni 2012 har Sollentuna kommun utfört mätningar av partiklar (både PM10 och PM2,5) med en GRIMM OPC vid Eriksbergsskolan. Mätplatsen är markerad i figur 30 med en lila punkt. Under perioden 1 juli 2012 och 1 juli 2013 vad det uppmätta dygnsmedelvärdet det 36:e värsta dygnet ca 25 µg/m³. Detta kan jämföras med det beräknade värdet på ca 37 µg/m³. En del till förklaringen till den lägre uppmätta halten är att E4:an har behandlats med dammbindning under vintersäsongen 2012/2013 samt att användningen av dubbdäck har sjunkit de senaste åren, se bilaga 1. Detta innebär att den nuvarande dubbdäcksandelen på E4 troligtvis är lägre än den använda dubbdäcksandelen på 70 % för beräkningarna år 2010.



Figur 29. Beräknade halter av PM10 vid Eriksbergsskolan år 2010. PM10 som medelhalt (µg/m³) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 µg/m³. Den blå punkten visar mätplats för NO₂, den lila punkten visar mätplats för pågående mätningar av partiklar vid Eriksbergsskolan.

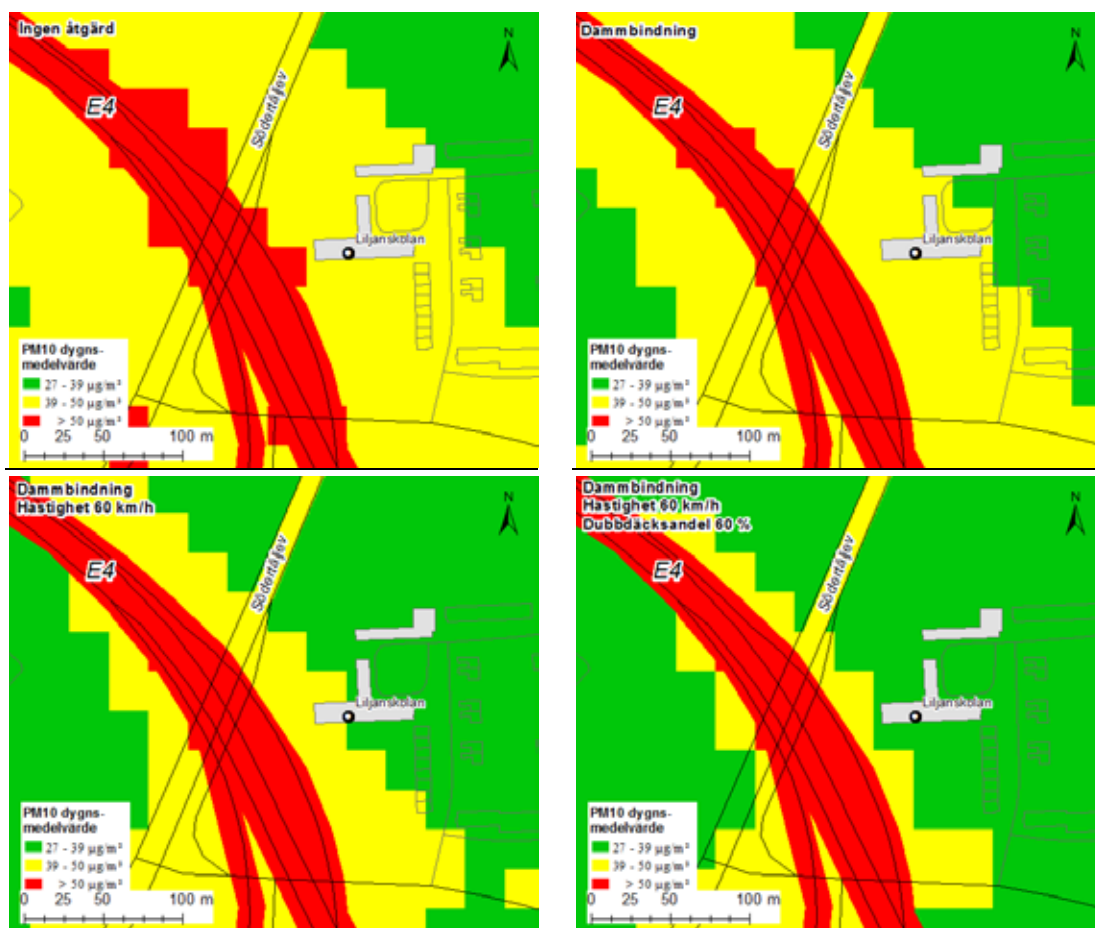
Beräknad halt: < 50 µg/m³ bollplanen
33 - 41 µg/m³ skolbyggnaderna och skolgården

Åtgärdsanalys vid Liljanskolan

Spridningsberäkningarna visade på höga halter av PM10 vid Liljanskolan intill E4:an i Stockholms kommun. En åtgärdsanalys har genomförts vid skolan för att utreda möjligheten att minska barnens exponering för PM10. De åtgärder som har utretts:

- Dammbindning
- Hastighetsminskning från 70 km/h till 60 km/h
- Minskad dubbdäcksandel från 70 % till 60 %

Figur 30 visar beräknad PM10-halt vid Liljanskolan för tre olika åtgärdsscenarioer: dammbindning, dammbindning och hastighetsminskning samt dammbindning, hastighetsminskning och minskad dubbdäcksandel. Behandling med dammbindning på E4:an skulle innebära en haltminskning av dygnsmedelvärdet det 36:e värsta dygnet på ca 2-3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Liljanskolans fasad ut mot E4:an. Ytterligare åtgärder i form av hastighetsminskning från dagens 70 km/h till 60 km/h och minskning av andelen dubbdäck från 70 % till 60 % skulle minska halterna ytterligare.



Figur 30. Beräknade PM10-halter vid Liljanskolan för ett nollalternativ och tre åtgärds-scenarier. Observera att utsläpp på Södertäljevägen är exkluderat och haltbidraget från Essingeleden är beräknat på 10 meters höjd. PM10 som medelhalt det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

För utvärdera hur de olika åtgärderna påverkar halterna intill E4:an beräknades även åtgärdsscenarioer med ett haltbidrag från E4:an på två meters höjd. Tabell 6 visar beräknad maximal haltminskning för olika åtgärder i höjd med Essingeledens körbanor. Haltminskningen i beräkningsrutor på E4:s vägbanor och dess närhet (< 5 meter) har inte beaktats. Störst haltminskning ger en sänkning i hastighet från dagens 70 km/h till 60 km/h.

Tabell 6. Beräknad maximal haltminskning¹ av PM10 för tre åtgärdsscenarioer jämfört med ett nollalternativ, intill E4:an på sträckan förbi Liljanskolan. PM10 som medelhalt det 36:e värsta dygnet.

Scenario	Minskning av PM10
Dammbindning	3 µg/m ³
Hastighetsminskning från 70 km/h till 60 km/h	7 µg/m ³
Minskad dubbdäcksandel från 70 % till 60 %	5 µg/m ³

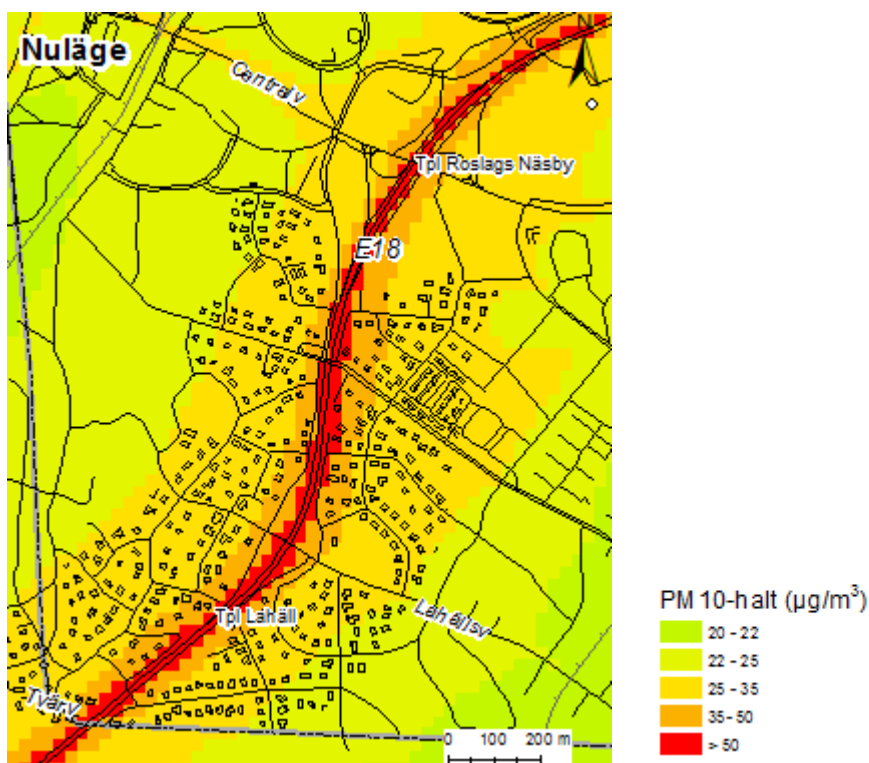
¹ Beräkningsrutor på vägbanan och dess närhet (< 5 meter) har exkluderats.

Åtgärdsanalys i tre områden med bostadsbebyggelse

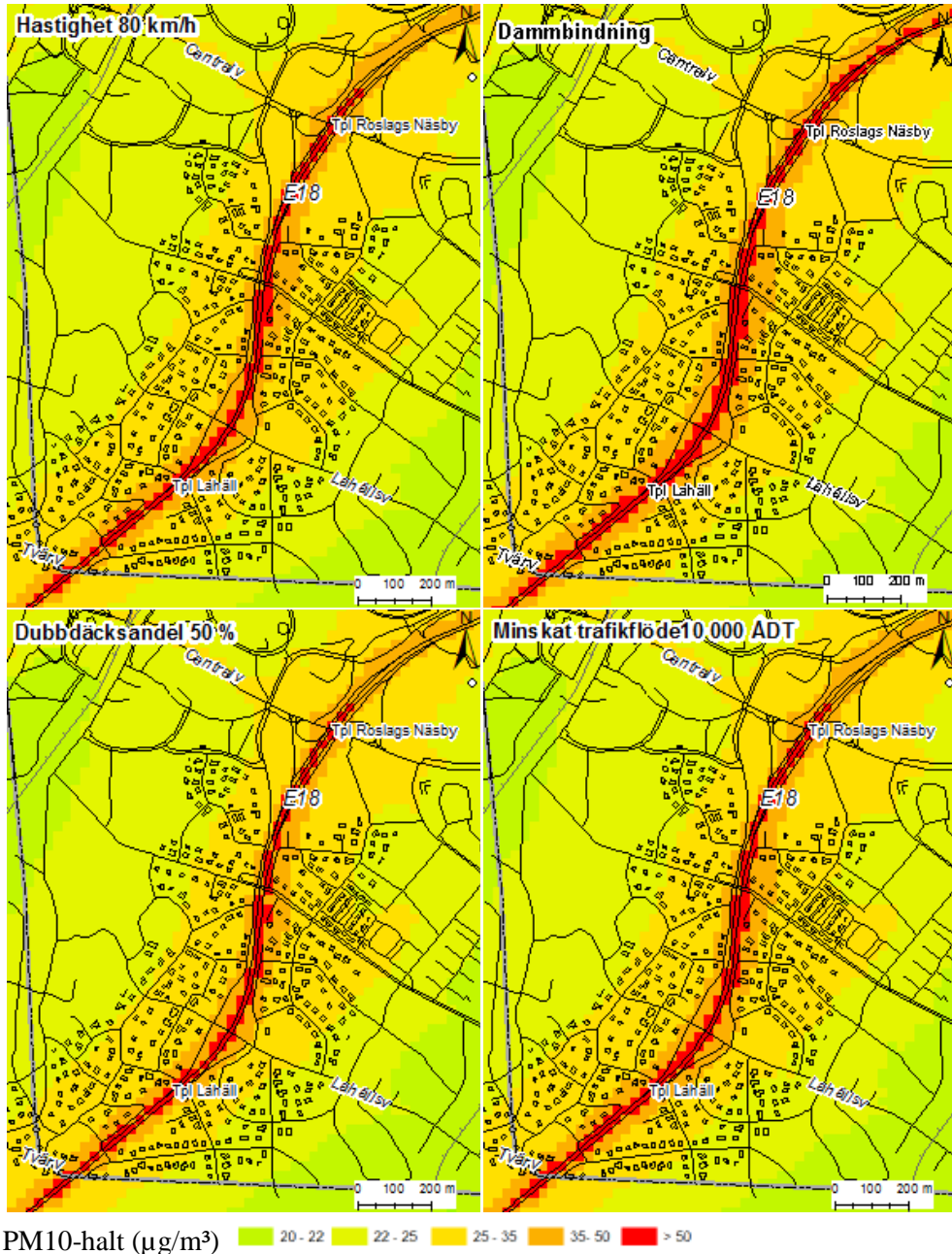
I den tidigare utredningen "Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län" utreddes bara halter av PM10 vid trafiknära skolor och förskolor. För att komplettera denna utredning analyseras i denna rapport även halter av PM10 i tre områden i Täby, Sollentuna och Botkyrka där E18 respektive E4 passerar nära bostadsbebyggelse. Sträckorna valdes ut då de har en skyltad hastighet på 90 km/h och då förutsättningar finns för en hastighetsminskning till 80 km/h. Fokus i denna analys har varit att undersöka vilka möjliga åtgärder det finns att sänka de höga halterna av PM10. Observera att haltintervall och färgerna på haltkartorna i analysen skiljer sig från figurerna över PM10-halter vid skolor och förskolor. Ändringen har gjorts för att haltintervallen ska stämma överrens med övre och undre utvärderingströsklarna för PM10 (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) enligt luftkvalitetsförordningen 2010:477. De nya haltintervallen och färgerna är desamma som i den kartläggning av PM10-halter i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommuner år 2010 som SLB-analys utförde på uppdrag av SULVF, och som var klar i februari 2012 [33].

E18, Täby kommun

En åtgärdsanalys har gjorts för E18:s sträckning från Roslags Näsby trafikplats i norr och kommungränsen mellan Täby och Danderyd i söder. Vägsträckan passerar ett område med mycket bostadsbebyggelse, vilket innebär att det är många som blir exponerade för vägtrafikens utsläpp från E18. Spridningsberäkningar har gjorts för ett nuläge som beskriver nuvarande situation, samt fyra åtgärdsscenarioer: sänkt hastighet med 10 km/h, dammbindning, minskad dubbdäckandel från 65 % till 50 % samt ett scenario med ett minskat trafikflöde med 10 000 fordon/dygn. Figur 31 visar beräknad PM10-halt med en hastighet på 90 km/h, ingen dammbindning, en dubbdäcksandel på 65 % och ett trafikflöde på 62 090 ÅDT (årsdygnstrafik, år 2002).



Figur 31. Beräknade halter av PM10 vid E18 mellan Tvärvägen och tpl Roslags Näsby, Täby kommun för ett nuläge år 2013. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet. Figur 32 visar beräknad halt för de fyra åtgärdsscenarierna. Alla fyra scenarier har halter som överskrider miljö kvalitetsnormen för PM10 längs med E18. För att klara miljö kvalitetsnormen på vägbanan så krävs en kombination av de tre åtgärdsscenarierna; minskad dubbdäckandel till 50 %, minskad hastighet till 80 km/h samt minskat trafikflöde med 10 000 fordon/dygn. Dammbindning skulle ytterligare minska halten av PM10.

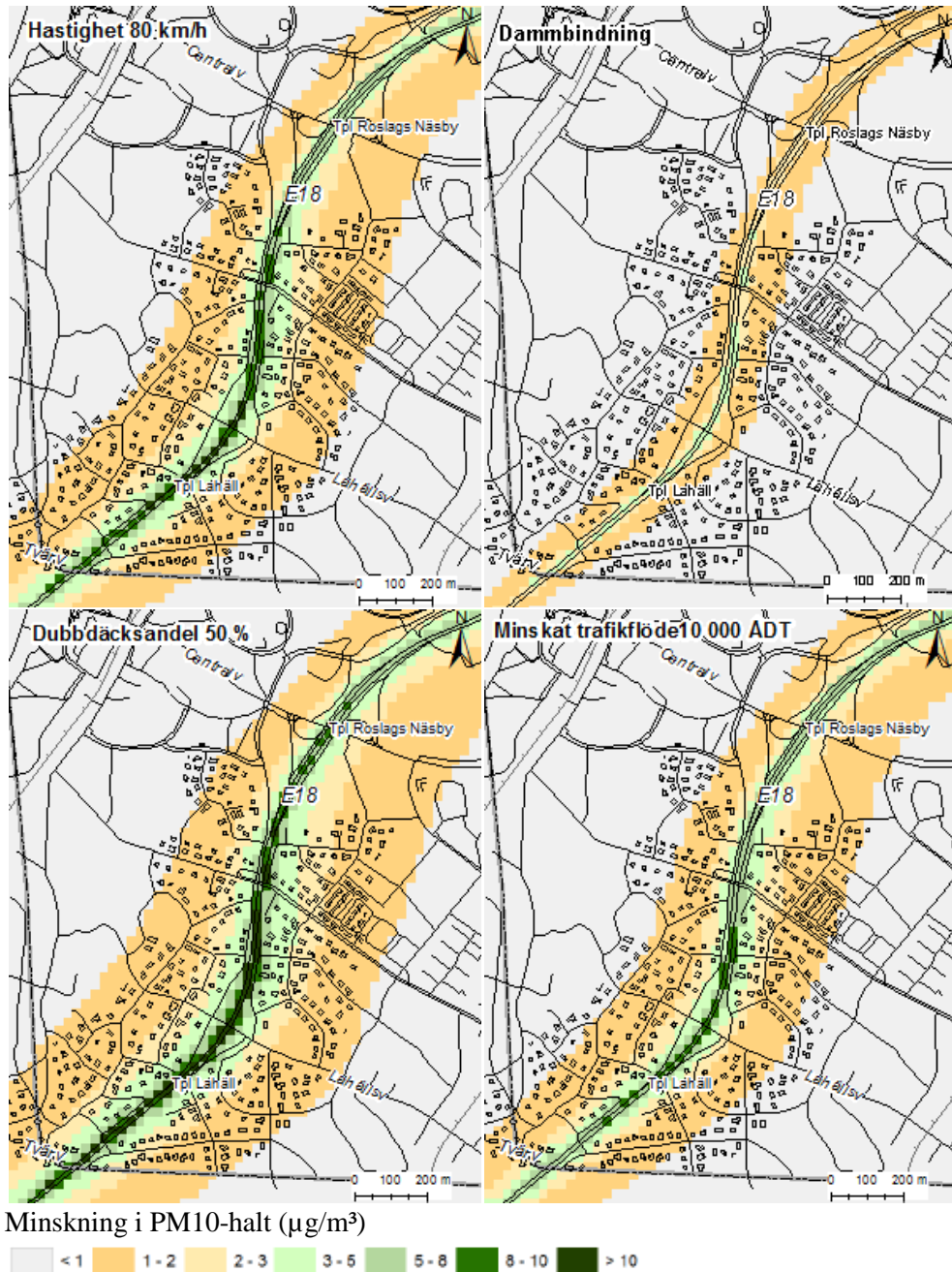


Figur 32. Beräknade halter av PM10 vid E18 mellan Tvärvägen och tpl Roslags Näsby, Täby kommun år 2013 för fyra åtgärdsscenarier. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

För att bättre kunna se vilken åtgärd som ger den största sänkningen av PM10 beräknades skillnaden i halt mellan de olika åtgärdsscenarierna och nuläget, vilket visas i figur 33. Beräkningarna visar att en minskning av andelen dubbdäck från

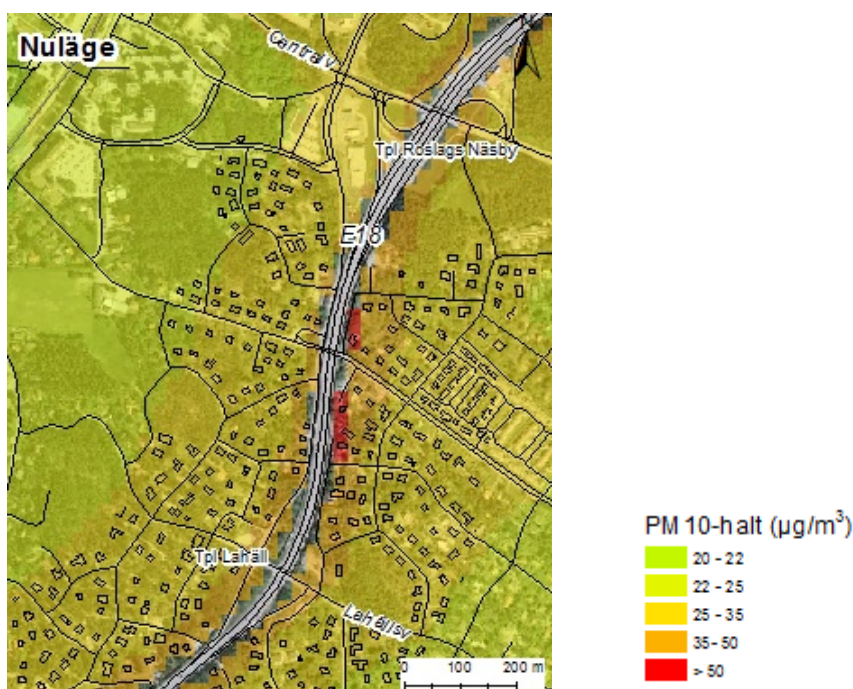
dagens 65 % till 50 % skulle ge den största minskningen av PM10-halten. En hastighetsminskning från dagens 90 km/h till ett scenario med 80 km/h skulle ge den näst största minskningen. Ungefär lika stor effekt som en hastighetsminskning skulle åstadkommas med ett minskat trafikflöde på 10 000 fordon /dygn. Dammbindning är den åtgärd som ger minst effekt på PM10-halterna.

För att uppnå samma haltminskning som scenariot med 50 % dubbdäckandel skulle man behöva sänka hastigheten till ca 78 km/h alternativt sänka trafikflödet med 12 000 - 15 000 fordon/dygn (19 - 24 %). Denna trafikminskning kan jämföras med Trafikverkets planeringsunderlag för klimat som räknar med en minskad bilanvändning på 20 % för att nå riksdagens beslutade klimatmål.



Figur 33. Samma som figur 32, men istället för totalhalter visas förändrad halt PM10 jämfört med nuläget för de fyra åtgärdsscenierna. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

På platser där människor normalt inte vistas som t ex vägområden längs med större vägar anser Naturvårdsverket att miljö kvalitetsnormerna till skydd för människors hälsa inte ska tillämpas [12]. Detta gäller förutsatt att det inte finns några gång- och cykelbanor längs med vägbanorna. Inte heller bör normerna tillämpas på vägbanorna där endast fordonsresenärer exponeras för vägtrafikens utsläpp av luftföroreningar. För att undersöka hur de beräknade halterna av PM10 förhåller sig till miljö kvalitetsnormen ifall man bortser från halterna på vägbanan och dess närhet så exkluderades beräkningsrutor som ligger inom fem meter från E18 (i emissionsdatabasen är E18 representerad som en linjekälla, en linje för varje körriktning). Då varje beräkningsruta är 25 meter x 25 meter innebär det att exkluderade halter av PM10 ligger max 29 meter bort från vägbanan. Figur 34 visar beräknade PM10-halter längs med E18 för ett nuläge där beräkningsrutor med PM10-halter närmast E18 är borttagna. Även om man bortser från PM10-halterna på vägbanan och dess närhet så överskrids miljö kvalitetsnormen intill E18, som mest med ca $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För att normen ska klaras krävs därmed en kombination av minst två åtgärdsscenarioer. De två kombinationerna dammbindning och hastighetsminskning samt dammbindning och minskat trafikflöde ger dock för liten minskning av PM10-halterna för att normen ska klaras. Beräknad haltminskning av PM10 utanför E18:s vägområde för de olika åtgärdsscenarioerna visas i tabell 8.



Figur 34. Samma som figur 31 (något inzoomad) men klippt bort beräkningsrutor inom E18:s vägområde.

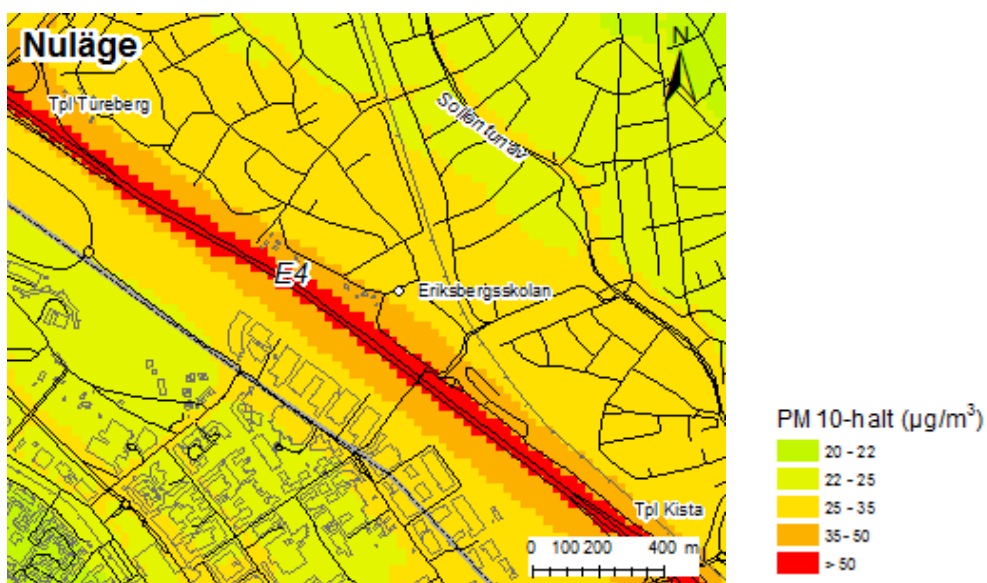
Tabell 8. Beräknad maximal haltminskning av PM10 för fyra åtgärdsscenarioer jämfört med nuläget. Vid beräkningen av maximala haltminskningen i tabellen har beräkningsrutor som ligger i vägområdet närmast E18 exkluderats.

Scenario	Minskning av PM10
Dubb från 65 % till 50 %	$8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Minskad hastighet med 10 km/h	$6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning	$3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Minskad ÅDT 10 000	$6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

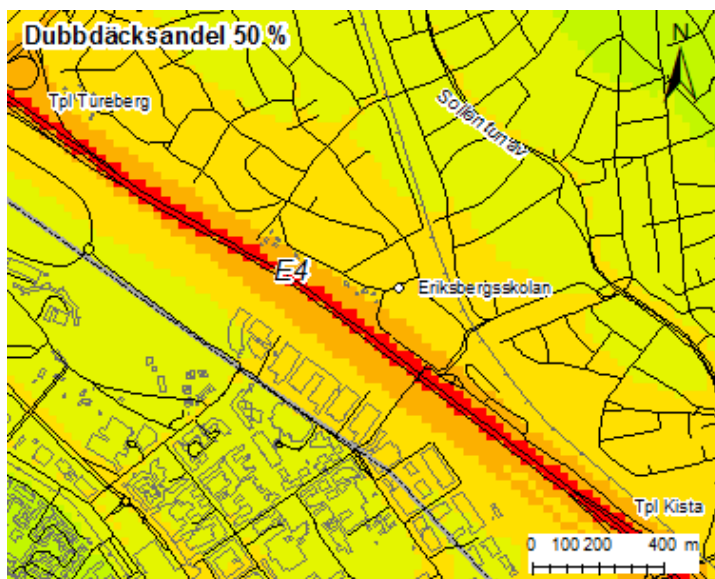
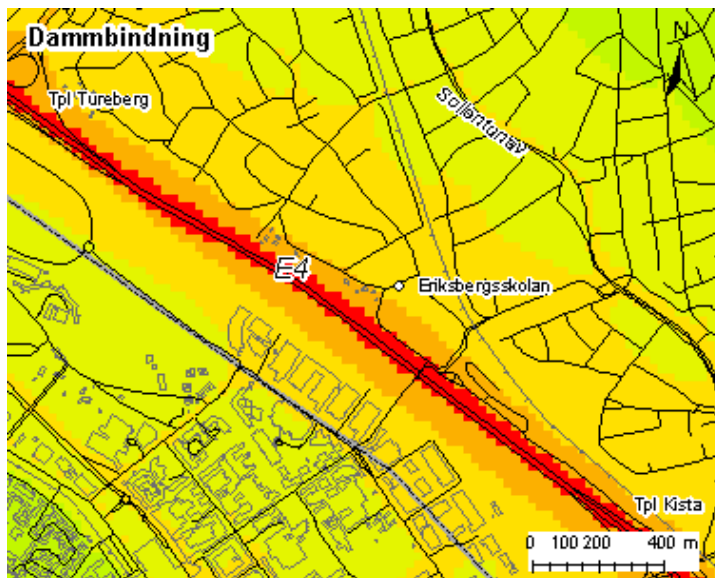
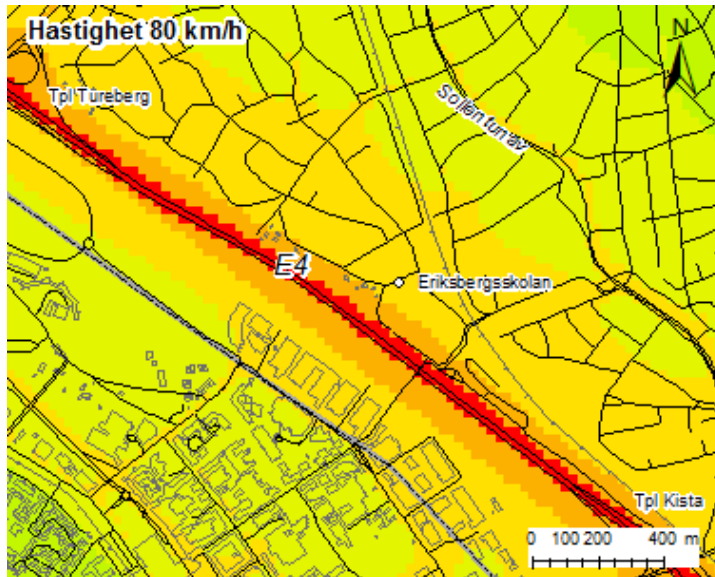
E4, Sollentuna kommun

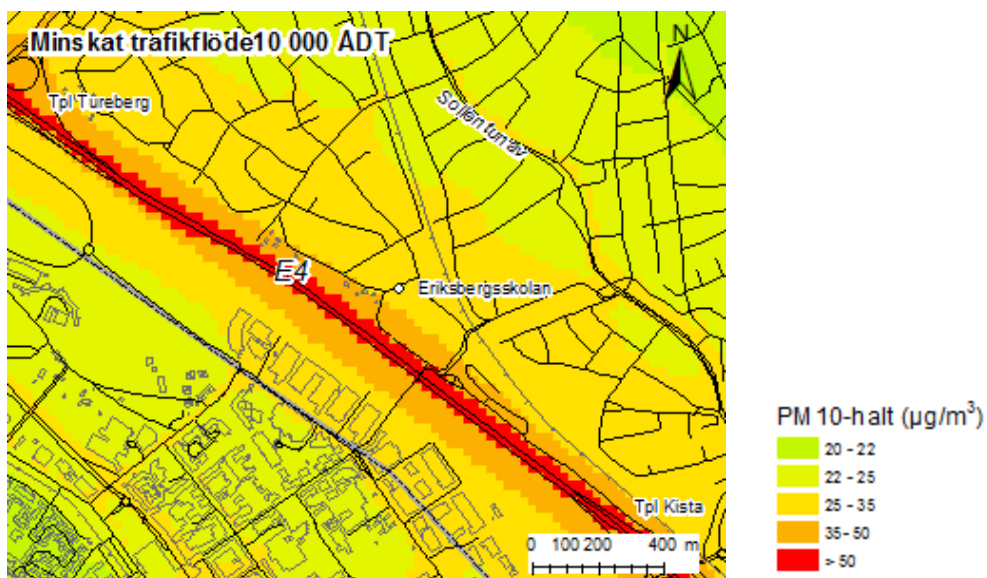
I Sollentuna har åtgärder analyserats för E4 på sträckan mellan trafikplats Tureberg och trafikplats Kista. Sträckan passerar förbi Eriksbergsskolan där halter av PM10 beräknats under avsnittet "Halter av PM10 vid skolor och förskolor". Liksom för E18 i Täby gjordes beräkningar för ett nulägesalternativ och fyra åtgärdsscenarioer.

Figur 35 visar beräknad PM10-halt med en hastighet på 90 km/h, ingen dammbindning, en dubbdäcksandel på 65 % och ett trafikflöde på 88 600 fordon/dygn (år 2006). Figur 36 visar beräknad halt för de fyra åtgärdsscenarioerna. Alla fyra scenarierna har halter som överskrider miljö kvalitetsnormen för PM10 längs med E4. Även om man kombinerar alla åtgärdsscenarioerna visar beräkningarna på överskridanden av dygnsnormen för PM10 på vägbanan.



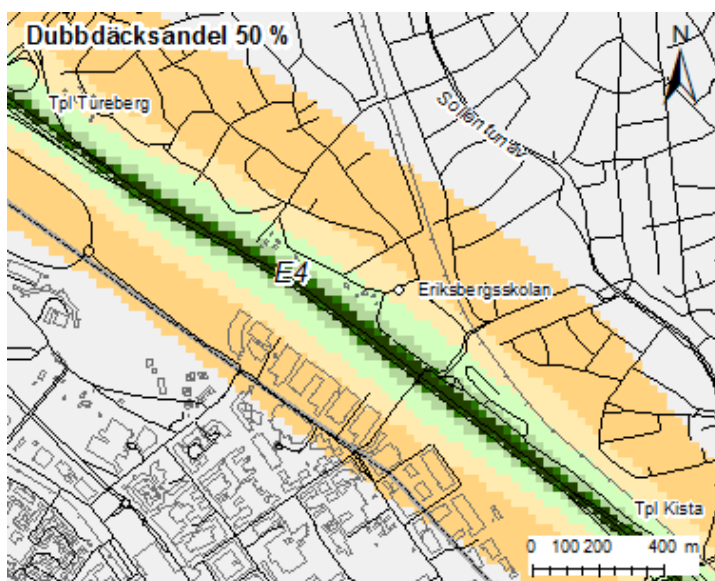
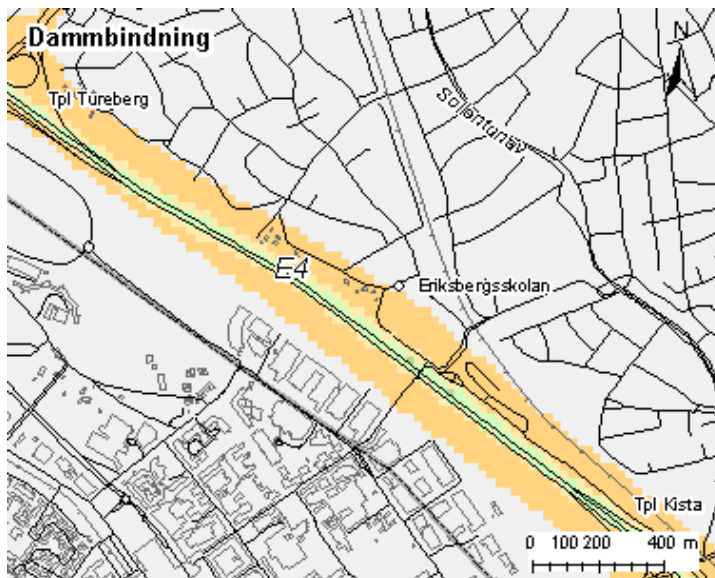
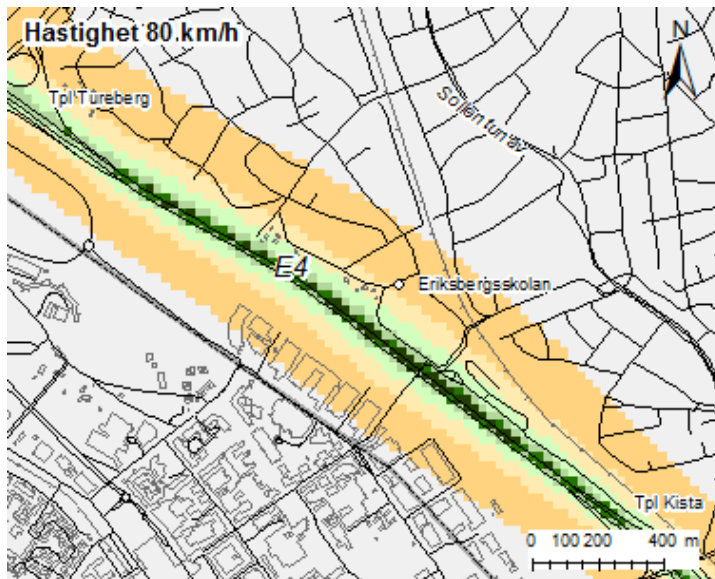
Figur 35 Beräknade halter av PM10 vid E4 mellan tpl Tureberg och tpl Kista, Sollentuna kommun för ett nuläge år 2013. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

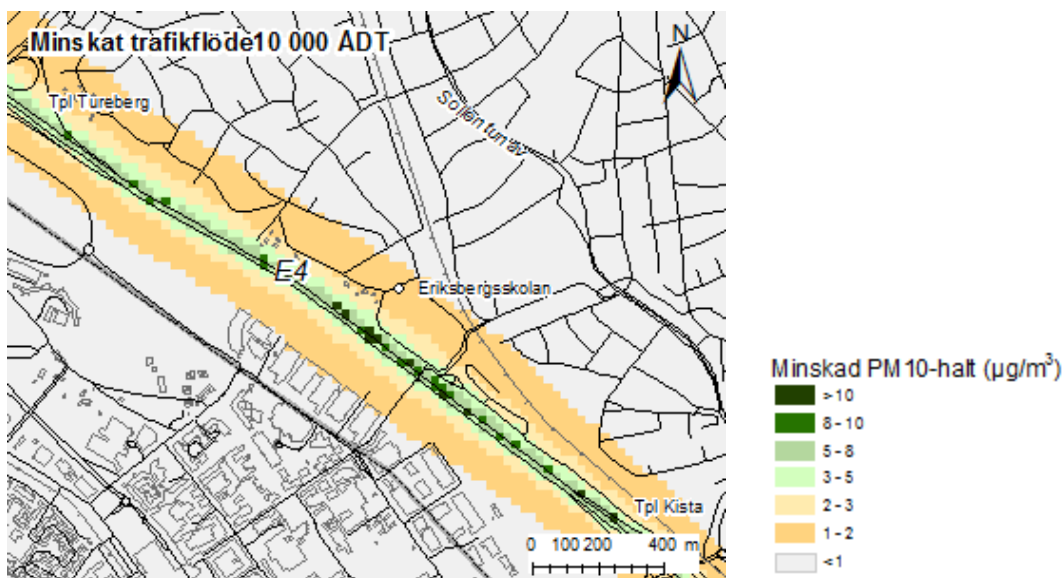




Figur 36. Beräknade halter av PM10 vid E4 mellan tpl Tureberg och tpl Kista, Sollentuna kommun för fyra åtgärdsscenarioer. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

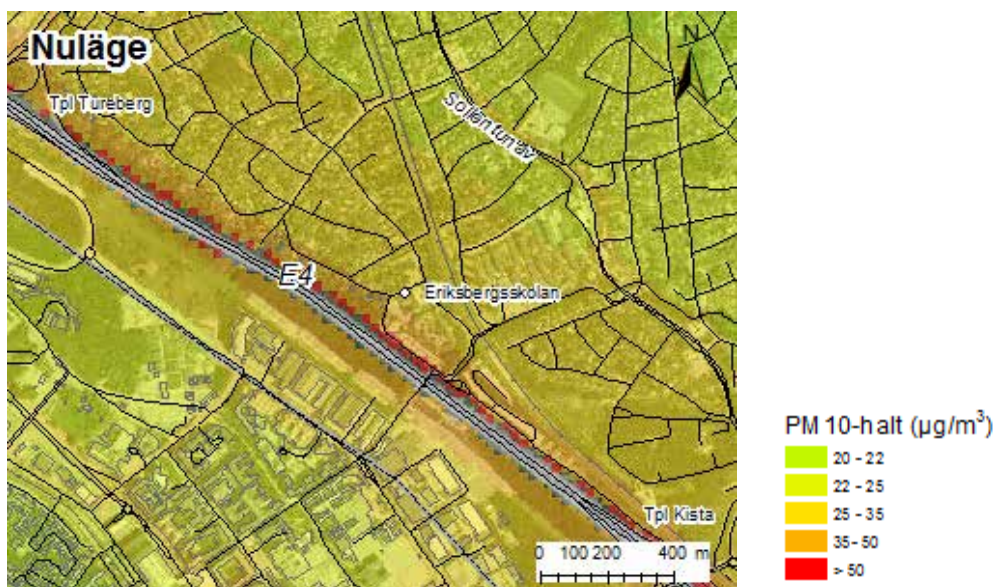
Figur 37 visar förändrad halt jämfört med nuläget för de fyra åtgärdsscenarioerna. Resultatet är analogt med E18 i Täby, d v s en minskning av dubbdäckandelen till 50 % ger den största effekt på PM10-halten, medan dammbindning ger minst effekt. För att uppnå en haltminskning som motsvarar den för en minskad dubbdäcksandel till 50 %, behövs hastigheten sänkas till ca 76 km/h alternativt trafikflödet minskas med 15 000 - 20 000 fordon/dygn (17 - 23 %).





Figur 37. Samma som figur 36, men istället för totalhalter visas förändrad halt PM10 jämfört med nuläget för de fyra åtgärdsscenarierna. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

Figur 38 visar beräknade PM10-halter längs med E4 för ett nuläge då exkluderat beräkningsrutor med PM10-halter närmast E4:an. Även om man bortser från PM10-halterna på vägbanan och dess närhet så överskrider miljö kvalitetsnormen intill E4:an, som mest med ca $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För att normen ska klaras krävs en kombination av flera åtgärdsscenarier. Beräknad haltminskning av PM10 utanför E4:s vägområde för de olika åtgärdsscenarierna visas i tabell 9.



Figur 38. Samma som figur 35 men klippt bort beräkningsrutor inom E4:s vägområde.

Tabell 9. Beräknad maximal haltminskning av PM10 för fyra åtgärdsscenarier jämfört med nuläget. Vid beräkningen av maximala haltminskningen i tabellen har beräkningsrutor som ligger i vägområdet närmast E4:an exkluderats.

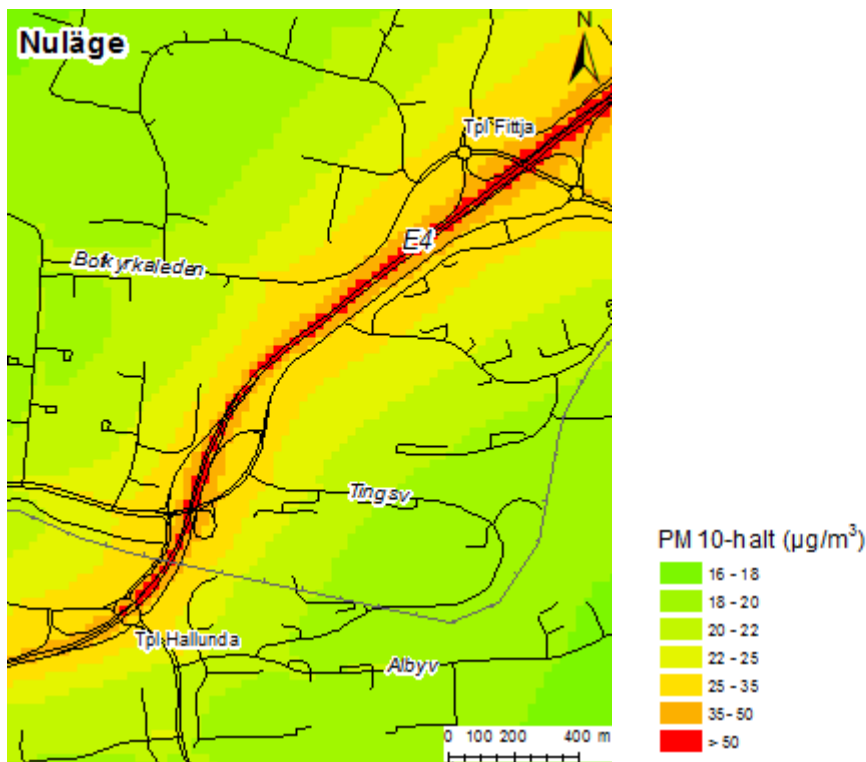
Scenario	Minskning av PM10
Dubb från 65 % till 50 %	$11 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Minskad hastighet med 10 km/h	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Minskad ÅDT 10 000	6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

E4, Botkyrka kommun

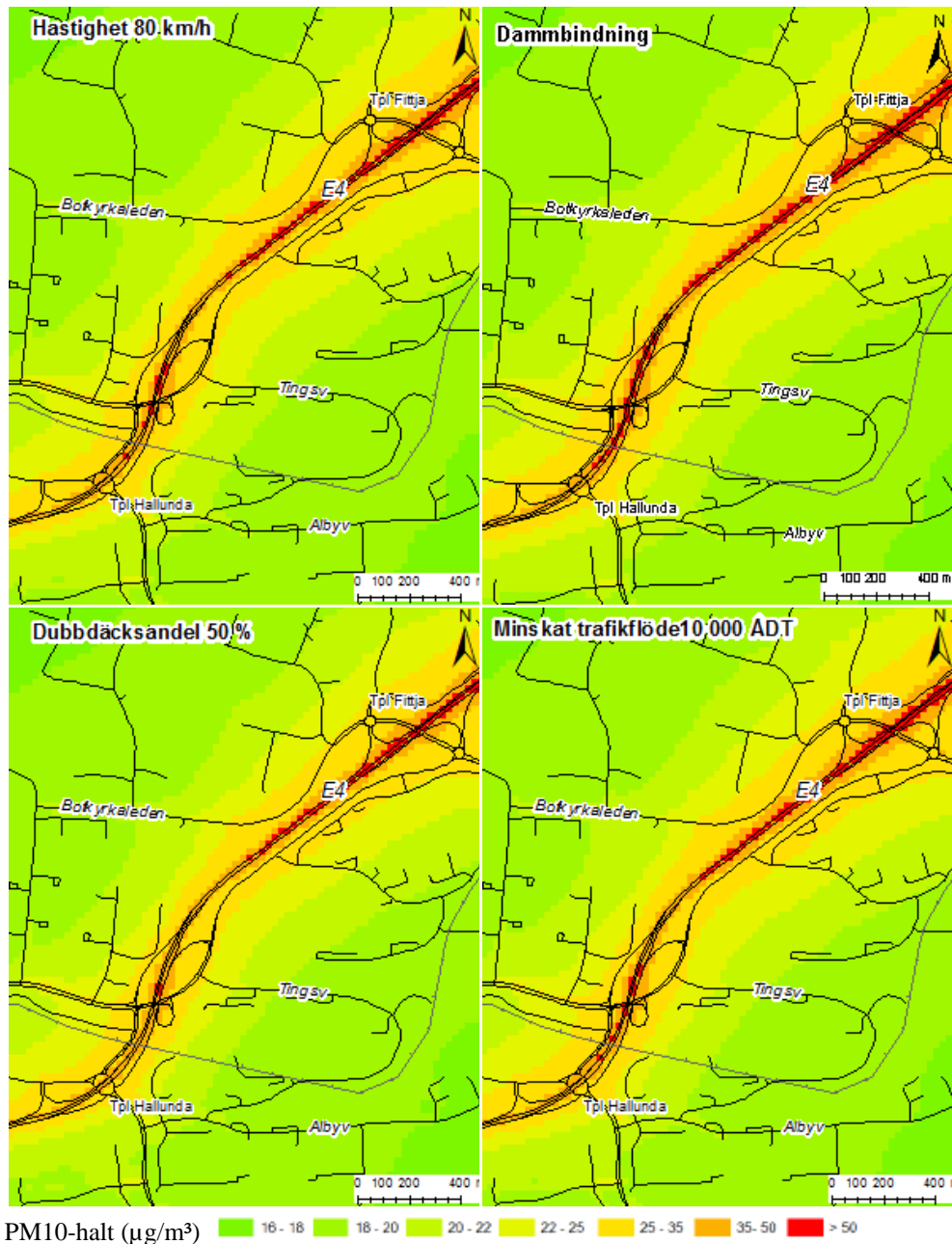
I Botkyrka har åtgärder analyserats för E4:an på sträckan mellan trafikplats Fittja och trafikplats Hallunda. Precis som i Täby och Sollentuna gjordes beräkningar för ett nulägesalternativ och fyra åtgärdsscenarioer.

Figur 39 visar beräknad PM10-halt med en hastighet på 90 km/h, ingen dammbindning, en dubbdäcksandel på 65 % och ett trafikflöde på 90 100 fordon/dygn (år 2006).



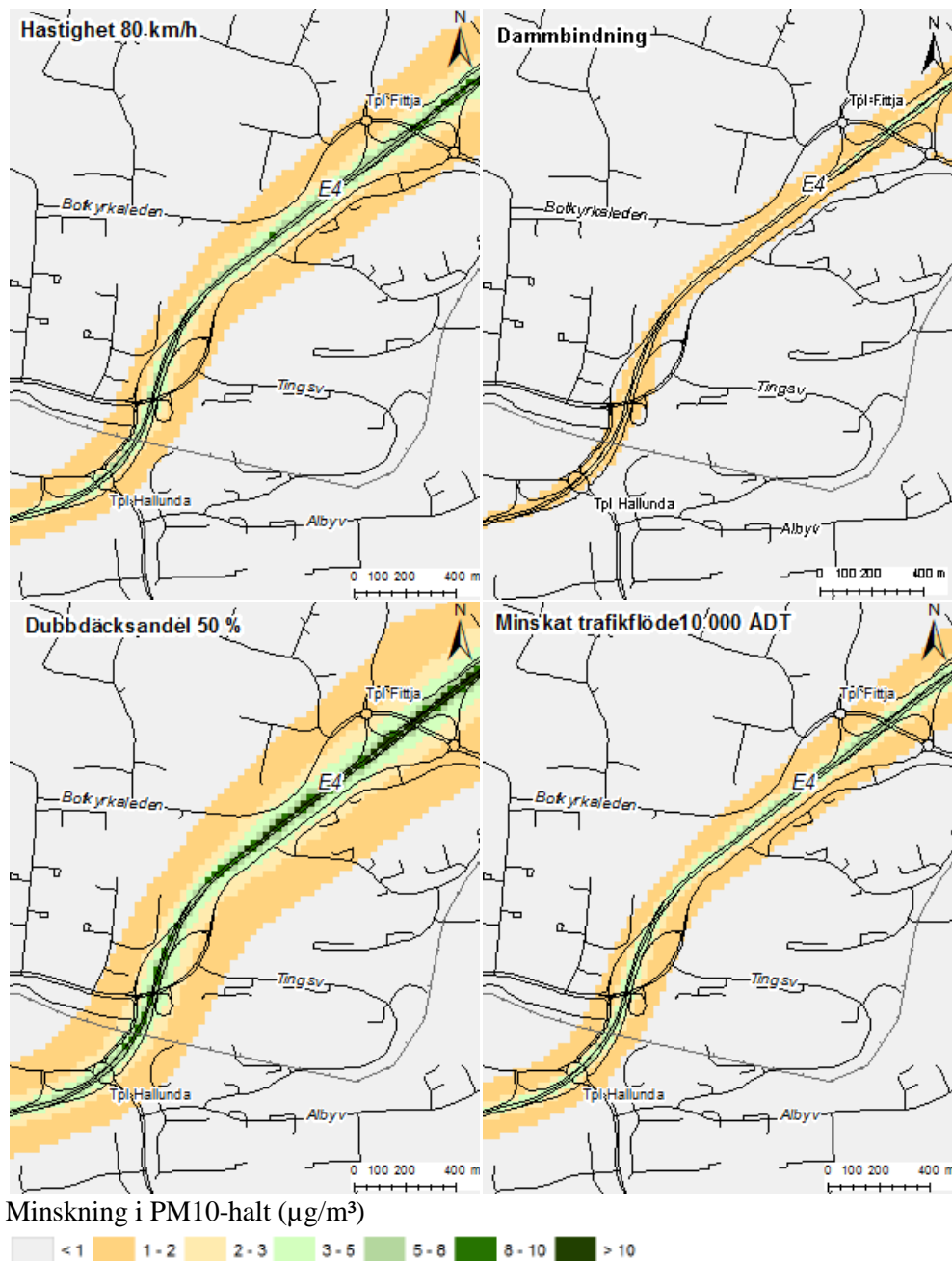
Figur 39. Beräknade halter av PM10 vid E4 mellan tpl Fittja och tpl Hallunda, Botkyrka kommun för ett nuläge år 2013. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

Figur 40 visar beräknad halt för de fyra åtgärdsscenarioerna. Alla fyra scenarierna visar på lägre halter jämfört med nuläget, men halterna överskrider fortfarande miljökvalitetsnormen på stora delar av E4:an. Med en dubbdäcksandel på 50 % klaras normen på E4 i princip hela vägen från trafikplats Hallunda halvvägs upp till trafikplats Fittja. Även med en hastighetsminskning till 80 km/h och ett minskat trafikflöde syns en markant minskning av PM10-halten längs med E4:an.



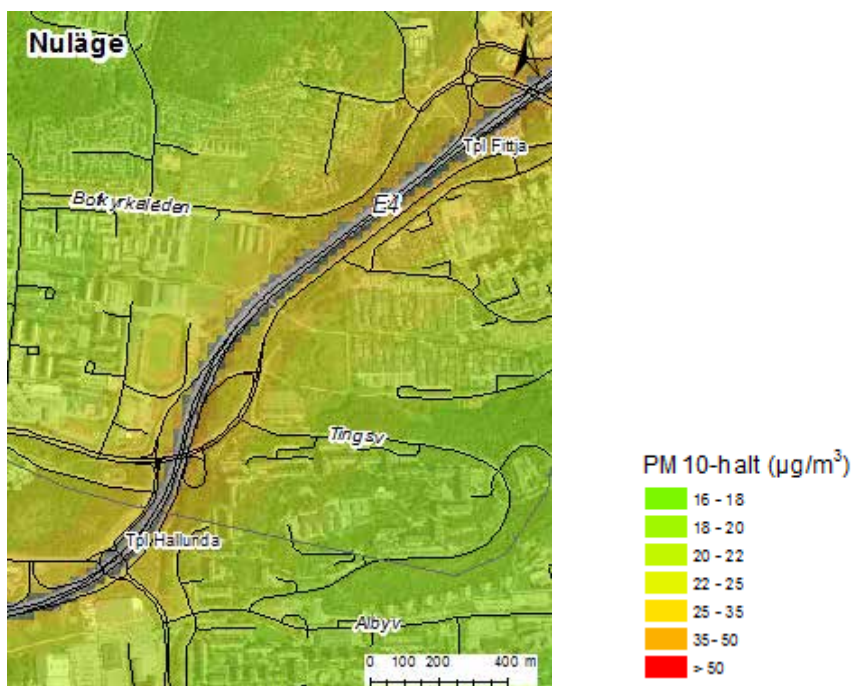
Figur 40. Beräknade halter av PM10 vid E4 mellan tpl Fittja och tpl Hallunda, Botkyrka kommun för fyra åtgärdsscenarioer. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

Figur 41 visar förändrad halt längs med E4 i Botkyrka jämfört med nuläget för de fyra åtgärdsscenarioerna. Beräkningarna visar på samma resultat som i Täby och Sollentuna. En minskning av andelen dubbdäck från dagens 65 % till 50 % skulle ge den största minskningen av PM10-halten, medan dammbindning är den åtgärd som ger minst effekt. För att uppnå samma haltminskning som scenariot med 50 % dubbdäckandel måste antingen hastigheten sänkas till ca 76 km/h eller trafikflödet minska med 13 000 - 20 000 fordon/dygn (14 - 22 %).



Figur 41. Samma som figur 40, men istället för totalhalter visas förändrad halt PM10 jämfört med nuläget för de fyra åtgärdsscenarioerna. PM10 som medelhalt under det 36:e värsta dygnet.

Figur 42 visar beräknade PM10-halter längs med E4 i Botkyrka för ett nuläge då beräkningsrutur med PM10-halter närmast motorvägen har klippts bort. Om man bortser från PM10-halterna på vägbanan och dess närhet så klaras miljö kvalitetsnormen intill E4:an. Halterna är dock mycket höga, de tangerar gränsvärdet för dygnsnormen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För att minska PM10-halterna och därmed befolkningsexponeringen är det möjligt att sätta in åtgärder så som dammbindning och hastighetssänkning. Tabell 10 visar beräknad haltminskning av PM10 utanför E4:s vägområde för de olika åtgärdsscenarioerna.



Figur 42. Samma som figur 39 (något inzoomad) men klippt bort beräkningsrutor inom E4:s vägområde.

Tabell 10. Beräknad maximal haltminskning av PM10 för fyra åtgärdsscenarier jämfört med nuläget. Vid beräkningen av maximala haltminskningen i tabellen har beräkningsrutor som ligger i vägområdet närmast E4:an exkluderats.

Scenario	Minskning av PM10
Dubb från 65 % till 50 %	6 µg/m ³
Minskad hastighet med 10 km/h	4 µg/m ³
Dammbindning	2 µg/m ³
Minskad ÅDT 10 000	3 µg/m ³

Referenser

1. Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, LVF rapport 2011:10.
2. SMHI Airviro Dispersion:
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>.
3. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun –Utsläppsdata för år 2008. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, LVF rapport 2010:12.
4. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun –Utsläppsdata för år 2011. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, LVF rapport 2013:10.
5. SVARTEMIS - Implementering av ARTEMIS Road Model i Sverige. EMFO Emissionsforskningsprogrammet, IVL rapport B1831, februari 2009.
6. HBEFA, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
7. Genomsnittliga emissionsfaktorer för PM10 i Stockholmsregionen som funktion av dubbdäcksandel och fordonshastighet. SLB-analys, Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM), Väg och transportforskning institutet (VTI). SLB rapport 2:2008.
8. Andel fordon med dubbade vinterdäck räkningar under vintersäsongen 2012/2013 vid Hornsgatan, Södermälarstrand, Ringvägen, Folkungagatan, Sveavägen, Fleminggatan, Valhallavägen och Nynäsvägen. SLB-analys, SLB rapport 6:2013.
9. Dubbdäcksandelar i Stockholms, Uppsala och Gävleborgs läns kommuner. Räkning på parkerade personbilar januari-mars 2013 samt jämförelse med räkningar på rullande personbilar. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2013:13.
10. Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2013 (januari–mars). Trafikverket, rapport 2013:112.
http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7171/2013_112_undersokning_av_dacktyp_i_sverige_vintern_2013_januari_mars.pdf
11. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
12. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdverket, NFS 2010:8.
13. Inandningsbara partiklar från interaktionen mellan däck, vägbanan och friktionsmaterial. Slutrapport av WearTox projektet. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, VTI-rapport 520:2005.
<http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/inandningsbara-partiklar-fran-interaktion-mellan-dack-vagbana-och-friktionsmaterial-slutrapport-av-weartox-projektet.pdf>
14. Kristensson, A., Johansson, C. Westerholm, R. Swietlicki, E., Gidhagen, L., Wideqvist, U. and Vesely, V., 2004. Real-World Traffic Emission Factors of Gases and Particles Measured in a Road Tunnel in Stockholm, Sweden. Atmospheric Environment, 38, 657-673.
15. Miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen. Mät rapport 2009, SLB-analys, SLB rapport 6:2009.

16. Miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen. Utvärderingsrapport 2009, SLB-analys, SLB rapport 7:2009.
17. Miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen. Utvärdering av mätdata från E18 och Södra länken, SLB-analys, SLB rapport 5:2010.
18. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10. Slutrapportering av FoU projekt, SLB-analys, SLB rapport 2004:4.
19. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad, SLB-analys, SLB rapport 10:2005.
20. Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad 2006, SLB-analys, SLB rapport 6:2006.
21. Försök med dammbindning längs E4/E20 vid L:a Essingen 2007, SLB-analys, SLB rapport 3:2007.
22. Försök med dammbindning med CMA mot höga partikelhalter i Stockholms innerstad 2007 och 2008, SLB-analys, SLB rapport 4:2008.
23. Effekter av dammbindning av belagda vägar, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, VTI-rapport 2010:666.
<http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/effekter-av-dammbindning-av-belagda-vagar.pdf>
24. Driftåtgärder mot PM10 på Hornsgatan och Sveavägen i Stockholm - utvärdering av vintersäsongen 2011/2012. SLB-analys, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, VTI-rapport 2012:767.
<http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/driftatgarder-mot-pm10-pa-hornsgatan-och-sveavagen-i-stockholm---utvardering-av-vintersasongen-20112012.pdf>
25. Samlad lägesrapport om vinterdäck – Redovisning av ett regeringsuppdrag. Vägverket rapport FO 30 A 2008:68231.
26. Åtgärdsprogram för kvävedioxid och partiklar i Stockholms län, Rapport 2012:34, Länsstyrelsen i Stockholms län.
27. Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
28. Luften i Stockholm. Årsrapport 2012, SLB-analys, SLB rapport 5:2013.
29. Kartläggning av bensenhalter i Stockholm- och Uppsala län. Jämförelse med miljö kvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2004:14.
30. Kartläggning av bens(a)pyren-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun. Jämförelse med miljö kvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2009:5.
31. Kartläggning av arsenik-, kadmium- och nickelhalter i Stockholm och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelse med miljö kvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2008:25.
32. Kartläggning av PM2,5-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun och Sandvikens tätort. Jämförelser med miljö kvalitetsnorm. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2010:23..
33. Kartläggning av kvävedioxid- och partikelhalter (PM10) i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelser med miljö kvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2011:19.

34. Luftkvalitet i Stockholms och Uppsala län samt delar av Gävleborgs län. Kontroll och jämförelser med miljökvalitetsnormer år 2012. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2013:6.
35. Kyrkskolan, Fribergskolan, Mörbyskolan och Stocksundsskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10 och PM2.5) år 2006. LVF rapport 2006:38.
36. Beräkning av PM10-halten längs E18 i Danderyd - inverkan av hastighetsbegränsning, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2008:15.
37. Helgesson, P. Luftburna partiklar från E18 i Danderyd och dess påverkan på närliggande skolor. Examensarbete vid Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM), Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, 2009:2.
38. Avståndets betydelse för luftföroreningshalter vid vägar och tunnelmyningar. Jämförelser mellan uppmätta och beräknade halter av kväveoxider (NO_x). LVF rapport 2010:22.
39. Blommenbergsskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) år 2005. LVF rapport 2006:19.
40. Nybohovsskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) år 2005. LVF rapport 2006:18.
41. Västbergskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) år 2005. LVF rapport 2006:20.
42. Gröndalskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂) år 2005. LVF rapport 2006:3.

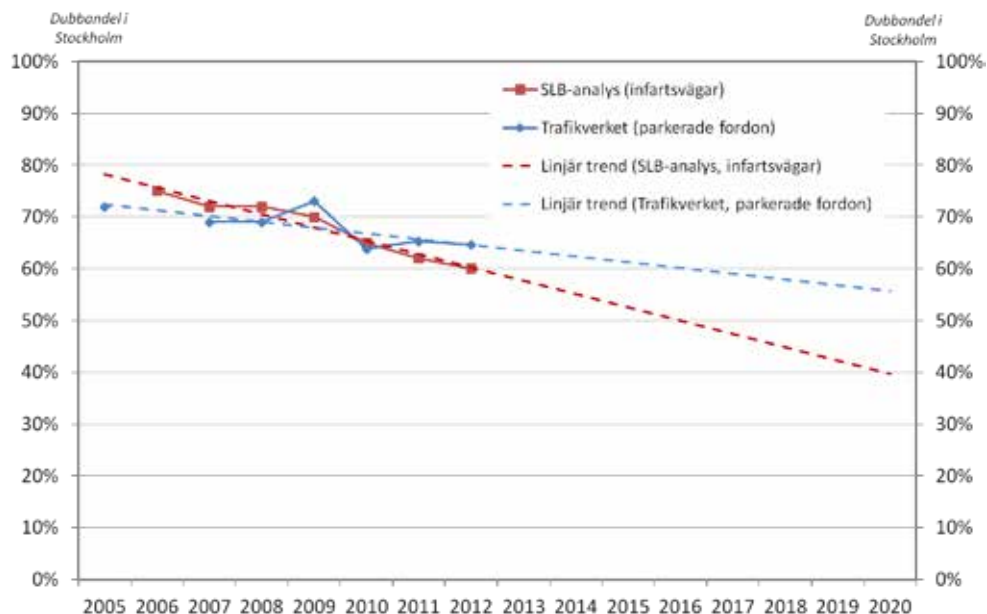
Flertalet SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på www.slb.nu/lvf/

Bilaga 1

Beslut för att minska dubbdäcksupprivningen av partiklar

- Regeringen beslutade 2009 att ge kommunerna rätt att i lokala trafikföreskrifter förbjuda fordon med dubbdäck för färd på gata eller del av gata. Trafik- och renhållningsnämnden i Stockholms stad beslöt att införa dubbdäcksförbud på Hornsgatan från den 1 januari 2010.
- Transportstyrelsen beslutade 2009 om förlängd tid då det är förbjudet att färdas med dubbdäck i Sverige. Förbud gäller mellan 16 april och 30 september.
- Transportstyrelsen har i samråd med Finland och Norge beslutat om en begränsning av antalet tillåtna dubbar i dubbdäck till 50 stycken per meter rullomkrets. Kravet gäller däck som är tillverkade fr.o.m. den 1 juli 2013.
- Regeringen beslutade i juni 2011 att ge kommunerna ytterligare möjligheter att reglera dubbdäcksanvändningen genom att tillåta zonförbud för dubbdäcksanvändning.
- Trafik- och renhållningsnämnden i Stockholms Stad har i augusti 2011 gett trafikkontoret i uppdrag att utreda miljözon som utestänger fordon med dubbdäck.
- Regeringen fastställde 2012 ett åtgärdsprogram för Stockholms län för att minska halterna av partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂).

Resultat från mätningar av dubbdäcksandelar i Stockholm 2005-2012 samt extrapolerad trend till år 2020



Bilaga 2

Sammanfattande tabell över beräknade/bedömda halter av PM10 vid 19 skolor och förskolor i Täby kommun, Danderyds kommun, Stockholms kommun och Sollentuna kommun. Tabellen visar även trafikflöde och skyltad hastighet (reell hastighet inom parentes) på intilliggande väg. Halterna av PM10 i delsteg 2 har modifierats för Fribergaskolan, Gröndalsskolan, Brännkyrka gymnasium och Liljanskolan jämfört med LVF-rapport 2011:10 [1] till följd av att nya spridningsberäkningar har utförts där hänsyn tagits till att skolorna ligger på en höjd i förhållande till E18 respektive E4. Trafikflödena för samtliga vägar utom Drottningholmsvägen har erhållits från Trafikverket/NVDB. Trafikflödena på Drottningholmsvägen/väg 275 kommer från Trafikkontoret i Stockholm.

Namn	Kommun	Trafik, ÅDT	Hastighet	Delsteg 1	Delsteg 2
Hägernässkolan	Täby	45 930 (år 2010)	90 km/h (93)	< 39 µg/m ³	x
Waldorf Lilla Freja	Täby	45 930 (år 2010)	90 km/h (93)	> 39 µg/m ³	29-33 µg/m ³ skolgården 32-37 µg/m ³ offentliga lekplatsen ca 30 m bort 31 - 34 µg/m ³ skolgården längst bort från E18
Viggbyskolan	Täby	56 020 (år 2006)	90/100 km/h (97)	< 39 µg/m ³	x
Engelska skolan	Täby	53 200 (år 2002)	90 km/h (95)	< 39 µg/m ³	x
Fribergaskolan	Danderyd	63 134 (år 2000)	70 km/h/variabel (83)	> 39 µg/m ³	< 30 µg/m ³ skolgården och bollplanen Asfaltplan: modellberäkningarna visar på halter kring 30 µg/m ³ . Mätningar visar på halter < 30 µg/m ³ 26 - 37 µg/m ³ skolgården
Mörbyskolan	Danderyd	63 134 (år 2000)	70 km/h/variabel (83)	> 39 µg/m ³	29-37 µg/m ³ skolgården 29-33 µg/m ³ bollplanen 36-52 µg/m ³ personalparkeringen
Prästkragens förskola	Danderyd	63 134 (år 2000)	70 km/h/variabel (83)	< 39 µg/m ³	x
Förskolan Villa Solvi	Danderyd	63 134 (år 2000)	70 km/h/variabel (83)	> 39 µg/m ³	36-40 µg/m ³ kring förskolan byggnader

Kullskolan	Stockholm	Väg 275: 53 940 (år 1996) E4: 98 470 (år 2009)	Väg 275: 70 km/h E4: 70 km/h	> 39 µg/m ³	ca 35 µg/m ³ kring skolans byggnader
Thorildsplans gymnasium	Stockholm	Väg 275: 49 290 - 58 590 (år 1996) E4: 98 470 (år 2009)	Väg 275: 50 km/h E4: 70 km/h	> 39 µg/m ³	43-47 µg/m ³ skolbyggnadens västra fasad ut mot E4 >50 µg/m ³ östra skolbyggnadens fasad ut mot Drottningholmsvägen mot Drottningholmsvägen mot E4:an
Klastorpskolan	Stockholm	134 240 (år 2009)	70 km/h	< 39 µg/m ³	x
Gröndalsskolan	Stockholm	132 630 (år 2009)	70 km/h	> 39 µg/m ³	35-38 µg/m ³ vid lekplatsen och fasad ut mot E4 för skolbyggnaderna närmast vägen

Blommensbergs-skolan	Stockholm	132 630 (år 2009)	70 km/h	39-46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård 36-38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnad 36 - 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnad	x
Nybohovsskolan	Stockholm	125 200 (år 2009)	70 km/h	44-48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård 42-43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnad	x
Brännkyrka gymnasium	Stockholm	125 200 (år 2009)	70 km/h	> 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Modellberäkningar: ca 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolans fasad ut mot E4 Mätningar indikerar på ännu lägre halter
Liljanskolan	Stockholm	125 200 (år 2009)	70 km/h	> 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård 42-47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolans fasad ut mot E4
Västbergaskolan	Stockholm	114 050 (år 2000)	70 km/h	43-47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård (lägre vid skolan)	x
Förskola Elsa Brändströms väg	Stockholm	111 500 (år 2009)	90 km/h	< 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	x
Eriksbergsskolan	Sollentuna	88 600 (år 2006)	90 km/h	> 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33-41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolan och skolgården <50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bollplan E4



Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 41 kommuner, landstingen i Stockholm och Uppsala län samt institutioner, företag och statliga verk. Samarbete sker även med länsstyrelsen i Stockholms län. Målet med verksamheten är att samordna arbetet vad gäller luftmiljö i länen med hjälp av ett system för luftmiljöövervakning, bestående av bl a mätningar, emissionsdatabaser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge, Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se