

Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län

Bedömningar och spridningsberäkningar



Titel: Halter av partiklar (PM10) vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län
Författare: Kristina Eneroth
Publikation: 2014:036
ISBN: 978-91-7467-558-0
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. Rapporten reviderades i augusti 2013 med nya haltkartor för Gröndalsskolan, Brännkyrka gymnasium och Liljanskolan eftersom fel trafikflöde upptäckts på en väglänk på bron från Stora Essingen över till Gröndal i Stockholms kommun.

Uppdragsnummer:	201153
Daterad:	2013-08-30
Handläggare:	Kristina Eneroth, 08-508 28 178
Status:	Granskad

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Inledning.....	11
Luftföroreningar och hälsa	11
Projektet.....	11
Beräkningsförutsättningar	15
Emissioner	15
Spridningsmodeller.....	16
Osäkerhet i beräkningarna	16
Miljö kvalitetsnormer	17
Partiklar, PM10.....	17
Resultat.....	19
Täby kommun.....	19
Hägernässkolan, Pilotvägen 1.....	20
Waldorf lilla Freja, Hägernäsvägen 2-4	22
Viggbyskolan, Järnvägsallen 2.....	24
Int Engelska skolan, Nytorpsvägen 5A och 36	25
Danderyds kommun.....	26
Fribergaskolan, Mörbyhöjden 24.....	27
Mörbyskolan, Vendevägen 94.....	33
Prästkragens förskola, Mörbylund 1	37
Förskolan Villa Solvi, Skolgårdsvägen 5.....	38
Stockholms kommun	40
Kullskolan, Nordenflychtsvägen 20.....	41
Thorildsplans gymnasium, Drottningholmsvägen 82	43
Klastorpsskolan, Atterboms väg 1	46
Gröndalsskolan, Matrosbacken 14.....	47
Blommenbergsskolan, Blommenbergsvägen 116	49
Nybohovsskolan, Nybohovsbacken 57-59.....	52
Brännkyrka gymnasium, Tellusborgsvägen 10.....	54
Liljanskolan, Nybodaringen 37	58
Västbergaskolan, Klensmedsvägen 2	62
Förskola Elsa Brändströms väg, Elsa Brändströms gata 60.....	65
Sollentuna kommun	66
Eriksbergsskolan, Svalgången 31	66
Referenser	68

Sammanfattning

SLB-analys har på uppdrag av Trafikverket genomfört beräkningar av halter av partiklar, PM10 i utomhusluft vid skolor och förskolor intill hårt trafikbelastade statliga vägar i Stockholms län. Sammantaget utreds halten av PM10 vid 19 skolor och förskolor i kommunerna Täby, Danderyd, Sollentuna och Stockholm. I Täby och Danderyd ligger objekten längs med E18 och i Sollentuna och Stockholm längs med E4. Syftet med utredningen är få en bild av hur luftkvaliteten vid skolorna och förskolorna förhåller sig mot gällande miljökvalitetsnormer samt utreda hur olika åtgärder skulle påverka halterna av PM10. Utredningen omfattar tre delsteg:

Delsteg 1: Bedömning och urval

Utifrån Trafikverkets inventering av bullerstörda skolor tar SLB-analys fram förskolor och skolor som bedöms vara mest påverkade av PM10. Urvalet baseras på tidigare utredningar som SLB genomfört samt övrigt tillgängligt underlagsmaterial/beräkningar/analyser.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

För de skolor och förskolor som i delsteg 1 pekas ut som utsatta för höga partikelhalter och där det bedöms att miljökvalitetsnormen för partiklar riskeras att överskridas görs spridningsberäkningar av halter av PM10 i utomhusluften. I beräkningarna antas en dubbdäckandel på 70 %. För de vägsträckor där vi genom mätningar vet den verkliga hastigheten används dessa värden, i övriga fall baseras spridningsberäkningarna på skyltad hastighet.

Delsteg 3: Analys av åtgärder

För de skolor och förskolor som beräkningsresultatet i delsteg 2 visar att miljökvalitetsnormen överskrids utreds hur olika åtgärder skulle påverka halterna av PM10. Åtgärder som utreds är: hastighet, dubbdäckandel samt dammbindning. För de vägsträckor där vi genom mätningar vet den verkliga hastigheten utgår analysen från dessa värden i övriga fall utgår analysen från skyltad hastighet.

Nitton skolor och förskolor analyserades i delsteg 1. Vid 10 av dessa 19 skolor bedömdes att det finns risk att halten av PM10 överskrider miljökvalitetsnormen, och spridningsberäkningar utfördes därmed. Spridningsberäkningarna visade att PM10-halten riskeras att överskridas vid tre av skolorna. Analys av åtgärder genomfördes för två av dessa skolor. Ingen åtgärdsanalys genomfördes vid Thorildsplans gymnasium, eftersom normöverskridandet där inte beror på utsläpp från trafiken på E4:an utan från Drottningholmsvägen. Tabellen nedan sammanfattar resultaten från delsteg 1 och 2 för de 19 skolorna och förskolorna. Resultaten från delsteg 3 presenteras nedanför tabellen.

Sammanfattande tabell över resultat för de 19 skolorna och förskolorna. Tabellen visar även trafik flöde och skyltad hastighet (reell hastighet inom parentes) på intilliggande väg.

Namn	Kommun	Trafik, ÅDT	Hastighet	Delsteg 1	Delsteg 2	Delsteg 3
Hägernässkolan	Täby	45 930	90 km/h (93)	< 39 µg/m ³	x	x
Waldorf Lilla Freja	Täby	45 930	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	x
Viggbyskolan	Täby	56 020	90/100 km/h (97)	< 39 µg/m ³	x	x
Engelska skolan	Täby	53 200	90 km/h (95)	< 39 µg/m ³	x	x
Fribergaskolan	Danderyd	63 134	70 km/h/variabel (83)	> 39 µg/m ³	< 40 µg/m ³ skolgården < 45 µg/m ³ bollplanen > 50 µg/m ³ asfaltsplan 26 - 37 µg/m ³ skolgården	se nedan
Mörbyskolan	Danderyd	63 134	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	x
Prästkragens förskola	Danderyd	63 134	70 km/h/variabel (83)	< 39 µg/m ³	x	x
Förskolan Villa Solvi	Danderyd	63 134	70 km/h/variabel (83)	> 39 µg/m ³	36-40 µg/m ³ kring förskolan byggnader	x

Kullskolan	Stockholm	Väg 275: 58 000 E4: 98 470	Väg 275: 70 km/h E4: 70 km/h	> 39 µg/m ³	Ca 35 µg/m ³ kring skolans byggnader	x
Thorildsplans gymnasium	Stockholm	Väg 275: 53 000 - 63 000 E4: 98 470	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	x
Klastorpskolan	Stockholm	134 240	70 km/h	< 39 µg/m ³	x	x
Gröndalsskolan	Stockholm	132 630	70 km/h	> 39 µg/m ³	35-38 µg/m ³ vid lekplatsen och fasad ut mot E4 för skolbyggnaderna närmast vägen	x

Blommensbergs-skolan	Stockholm	132 630	70 km/h	39-46 µg/m ³ skolgård 36-38 µg/m ³ skolbyggnad 36 - 38 µg/m³ skolbyggnad	x	x
Nybohovsskolan	Stockholm	125 200	70 km/h	44-48 µg/m ³ skolgård 42-43 µg/m ³ skolbyggnad	x	x
Brännkyrka gymnasium	Stockholm	125 200	70 km/h	> 39 µg/m ³	45-46 µg/m ³ skolans fasad ut mot E4	x
Liljanskolan	Stockholm	125 200	70 km/h	> 39 µg/m ³	< 50 µg/m ³ skolgård 46-59 µg/m ³ skolans fasad ut mot E4	se nedan
Västbergaskolan	Stockholm	114 050	70 km/h	43-47 µg/m ³ skolgård (lägre vid skolan)	x	x
Förskola Elsa Brändströms väg	Stockholm	111 500	90 km/h	< 39 µg/m ³	x	x
Eriksbergsskolan	Sollentuna	88 600	90 km/h	> 39 µg/m ³	33-41 µg/m ³ skolan och skolgården <50 µg/m ³ bollplan E4	x

Då spridningsberäkningarna av PM10-halter visade på risk för överskridanden av miljökvalitetsnormen vid Fribergaskolan i Danderyd och Liljanskolan i Stockholm utreddes i delsteg 3 hur olika åtgärder skulle påverka halterna vid skolorna. De scenarier som utreddes var:

- Dammbindning
- Minskad hastighet med 10 km/h
- Minskad dubbdäcksandel från 70 % till 60 %

Vid Fribergaskolan visade beräkningarna att normen klaras på skolgården och den bollplan som ligger en bit bort, medan normen riskeras överskridas på den asfalterade plan som ligger söder om sporthallen. På den asfalterade planen står uppställt en skateboardsramp. Tabellen nedan visar beräknade halter där inte tagit hänsyn till att planen ligger på högre höjd jämfört med E18. Detta innebär att halterna i tabellen är något överskattade. Från resultaten från åtgärdsberäkningarna görs bedömningen att normen klaras om man både dammbinder vägbanorna på E18 och vidtar åtgärder så den reella hastigheten sänks till 70 km/h.

Beräknad halt av PM10 det 36:e värsta dygnet vid den asfalterade planen söder om sporthallen vid Fribergaskolan för olika åtgärdsscenarioer.

Scenario	Beräknad halt PM10
Ingen åtgärd (reell hastighet 83 km/h och dubbdäcksandel 70 %)	42 - 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning	39 - 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning och reell hastighet 70 km/h	36 - 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning reell hastighet 70 km/h och dubbdäcksandel 60 %	33 - 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Vid Liljanskolan riskerar dyggnormen för PM10 att överskridas vid skolans fasad ut på E4:an. Behandlig med dammbindning på E4:an skulle innebära en haltminskning av dygnsmedelvärdet det 36:e värsta dygnet på ca 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se tabellen nedan. För att normen ska klaras krävs även att hastigheten sänks från dagens 70 km/h till 60 km/h. Ytterligare åtgärder i form av minskning av andelen dubbdäck på E4:an skulle minska halterna ytterligare.

Beräknad halt av PM10 det 36:e värsta dygnet vid Liljaskolans skolgård för olika åtgärdsscenarioer.

Scenario	Beräknad halt PM10
Ingen åtgärd (hastighet 70 km/h och dubbdäcksandel 70 %)	46 - 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning	43 - 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning och hastighet 60 km/h	40 - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning, hastighet 60 km/h och dubbdäcksandel 60 %	38 - 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Vidare utredning i form av mätningar

Spridningsberäkningarna av PM10 vid de olika skolorna i denna rapport är behäftade med en rad osäkerheter. Det faktum av flera av skolorna ligger antingen på en höjd i förhållanden till omgivande vägar eller så går aktuell väg i upphöjt läge i förhållande till skolan gör att osäkerheten i beräkningarna ökar. Ett sätt att öka tillförligheten i de beräknade halter är att komplettera spridningsberäkningarna med mätningar. Nedan listas en prioriteringslista (3 nivåer) över de skolor där mätningar är motiverade.

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.

Inledning

Luftföroreningar och hälsa

I Stockholm är trafiken den största källan till luftföroreningar. 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 när man eldar med ved bildas partiklar och dessutom förs partiklar hit med vindar från andra länder.

Partiklarna i luften kan vara 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.

Över en fjärdedel av barnen i Stockholms län upplever obehag av luftföroreningar från trafiken. 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.

Att skydda sig mot trafikens luftföroreningar är svårt, speciellt i en tätort. Halterna är högst längs de mest trafikerade gatorna men sjunker med avståndet från trafiken. Halterna är lägre i parker och mot gårdssidan. Luften inomhus påverkas även av föroreningarna i utomhusluften. Graden av påverkan inomhus är beroende av hur tilluften tas till byggnaden.

Projektet

I Stockholmsregionen varierar halterna av partiklar kraftigt beroende främst på närheten till trafikerade leder. En viktig fråga är hur stora skillnaderna är i exponering och hälsorisker beroende på var man bor. För barn, som är en speciellt känslig grupp i befolkningen, är lokaliseringen av förskolor och skolor viktig att beakta.

I denna rapport redovisas halter av partiklar, PM10 vid skolor och förskolor som ligger intill statliga vägar med mycket trafik i Stockholms län. Underlagsmaterialet över vilka skolor och förskolor som ska utredas i detta projekt har tagits fram av Trafikverket. Sammantaget utreds halten av PM10 vid 19 stycken skolor och förskolor i kommunerna Täby, Danderyd, Sollentuna och Stockholm. I Täby och Danderyd ligger objekten längs med E18 och i Sollentuna och Stockholm längs med E4.

Syftet med utredningen är få en bild av hur luftkvaliteten vid skolorna och förskolorna förhåller sig mot gällande miljökvalitetsnormer samt utreda hur olika åtgärder skulle påverka halterna av PM10. Åtgärder som utreds är: hastighet, dubbdäckandel samt dammbindning. Utredningen omfattar tre delsteg:

Delsteg 1: Bedömning och urval

Utifrån Trafikverkets inventering av bullerstörda skolor tar SLB-analys fram förskolor och skolor som bedöms vara mest påverkade av PM10. Urvalet baseras på tidigare utredningar som SLB genomfört samt övrigt tillgängligt underlagsmaterial/beräkningar/analyser. T ex har halterna av luftföroreningar vid flertalet av skolorna tidigare beräknats av SLB-analys i en exponeringsstudie på uppdrag av Stockholms läns landsting, Centrum för folkhälsa. Projektet redovisas på luftvårdsförbundets hemsida där även en rapport kan laddas ner med beskrivning av material och metod (www.slb.nu/lvf , klicka på exponering). Vidare görs en teoretisk bedömning av byggnadens läge och utformning i förhållande till partikelkällor. För de skolor och förskolor där det anses nödvändigt ingår även platsbesök.

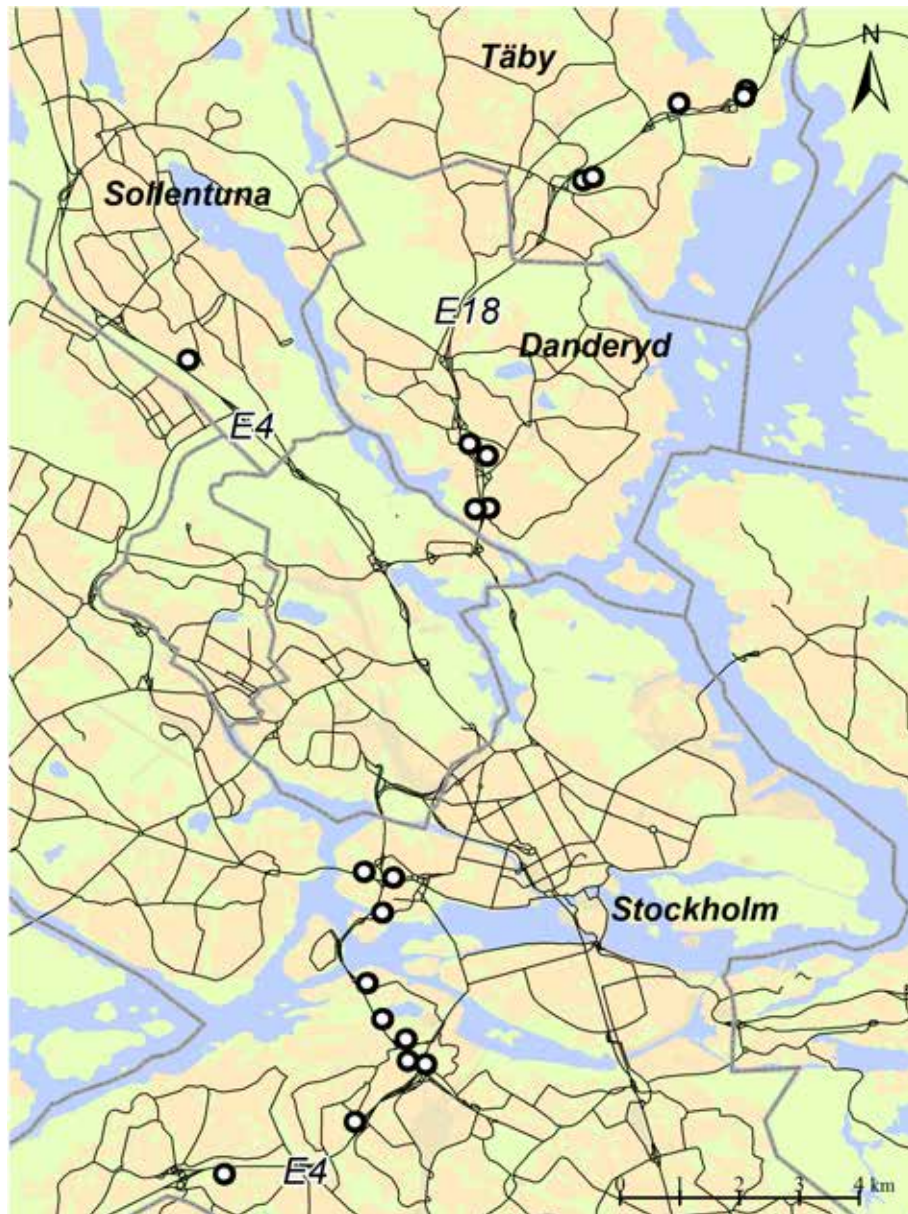
Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

För de skolor och förskolor som i delsteg 1 pekas ut som utsatta för höga partikelhalter och där det bedöms att miljö kvalitetsnormen för partiklar riskeras att överskridas görs spridningsberäkningar av halter av PM10 i utomhusluften. I beräkningarna antas en dubbdäckandel på 70 %.

Delsteg 3: Analys av åtgärder

För de skolor och förskolor som beräkningsresultatet i delsteg 2 visar att miljö kvalitetsnormen överskrids utreds hur olika åtgärder skulle påverka halterna av PM10. Åtgärder som utreds är: hastighet, dubbdäckandel samt dammbindning. För de vägsträckor där vi genom mätningar vet den verkliga hastigheten utgår analysen från dessa värden i övriga fall utgår analysen från skyltad hastighet.

Figur 1 visar en översiktskarta där de skolor och förskolor som ingår i denna utredning är inritade. Tabell 1 visar en förteckning över de ingående skolorna. För enkelhetens skull benämns både skolor och förskolor som skolor härnäst i rapporten.



Figur 1. Översiktskarta över de skolor och förskolor 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

Emissioner

Emissionsdata, dvs. utsläppsdata, utgör indata för spridningsmodellerna vid framräkning av halter av luftföroreningar. För beräkningarna har Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas för år 2008 använts [1]. 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.

Vägtrafikens utsläpp av PM10 är beskrivna med emissionsfaktorer för olika fordons- och vägtyper enligt Artemis-modellen - en gemensam europeisk emissionsmodell för vägtrafik [2]. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad beräknas utifrån prognoser. Fordonens utsläpp av avgaspartiklar kommer att minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU.

Slitagepartiklar i trafikmiljö orsakas främst av dubbdäcksanvändningen 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 dubbdäcken 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 [3].

Beräkningarna av PM10 har utförts för en dubbdäcksandel på 60 % på innerstadsgator och 70 % på infartsleder och statliga vägar. SLB-analys och Trafikverkets mätningar av trafikens dubbdäckandelar i Stockholmsregionen visar en generellt minskande trend de senaste åren, se bilaga 1. Detta som ett led i de åtgärder som regeringen har beslutat om för att minska partikelutsläppen från vägtrafiken. Kommunerna har t ex getts möjlighet att i lokala trafikföreskrifter förbjuda fordon med dubbdäck att köra på vissa gator eller i vissa zoner. Bedömningen är att dubbandelen kommer att fortsätta att minska i framtiden, vilket i sin tur innebär lägre emissionsfaktorer av PM10 från vägtrafiken. Regeringens beslut innebär också att dubbdäckperioden har förkortats med två veckor på våren. För däck tillverkade efter den 1 juli 2013 genomförs också en begränsning av antalet tillåtna dubbar i dubbdäck till 50 stycken per meter rullomkrets. Detta ger enligt Transportstyrelsen en minskning av antalet dubbar med ca 15 % och en motsvarande minskning av vägslitage och partiklar [4].

Spridningsmodeller

Beräkningar av halter av PM10 har utförts med hjälp av SMHI-Airviro gaussmodell [5]. 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 (1993-2005). 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, dvs. 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 de skolor som ingår i denna utredning ligger antingen på en höjd i förhållanden till omgivande vägar eller så går aktuell väg i upphöjt läge i förhållande till skolan. För att ta hänsyn till detta i spridningsberäkningarna har de lokala utsläppen (i detta fall från trafiken på E4 eller E18) beräknats separat och skalats om med en "utspädningsfaktor". Utspädningsfaktorn beräknas genom att i gaussmodellen beräkna halten från trafiken på aktuell väg på olika höjder ovan mark, och på detta sätt få en uppfattning om hur trafikutsläppen i marknivå påverkar halterna vid en närliggande skola på en höjd. Vad gäller bedömningen hur en väg i upphöjt läge påverkar halterna vid en skola nedanför har antagits att den beräknade utspädningen med höjden från markkällor är densamma åt andra hållet (dvs. från upphöjda källor och ner till marken). Detta eftersom det i den gaussiska modellen inte är möjligt att placera källor i upphöjt läge. Detta antagande har stärkts i utredningar där använt CFD-modeller för att beräkna haltbidrag från vägar och broar i upphöjt läge. För denna typ av beräkningar där försöker uppskatta påverkan av vägtrafik vid skolor som ligger högre än vägbanan alternativt där vägbanan går i upphöjt läge förbi skolan är osäkerheten större jämfört med beräknade halter i marknivå (se mer om osäkerhet i beräkningarna i nästa stycke).

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. 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. Hänsyn har också tagits till intransporten av luftföroreningar baserat på mätningar vid bakgrundsstationen Norr Malma, 15 km nordväst om Norrtälje.

Spridningsberäkningar jämförs fortlöpande med kontinuerliga mätningar i olika utsläppsbelastade miljöer i Stockholms och Uppsala län [6]. 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 [7].

Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer 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 miljö kvalitetsnormerna 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 miljö kvalitetsnormerna. I plan- och bygglagen anges bl.a. att planläggning inte får medverka till att en miljö kvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly [8]. Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly är så låga att miljö kvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela regionen [9, 10, 11, 12]. Den kartläggning av halter av PM2,5 som genomfördes av Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund under 2010 visar att även miljö kvalitetsnorm för partiklar, PM2,5 klaras i hela regionen [13]. Däremot är halterna av kvävedioxid och PM10 höga på många platser i Stockholm och miljö kvalitetsnormen till skydd för hälsa överskrids [14, 15].

I förordningen [8] om miljö kvalitetsnormer framgår att normerna gäller för utomhusluften där människor vistas med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar.

Partiklar, PM10

Tabell 2 visar gällande miljö kvalitetsnorm 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. Kartläggningen av PM10-halter i Stockholms och Uppsala län år 2002 visade också att normvärdet för dygn var svårast att klara [15]. Normen för

dygnsmedelvärden är således dimensionerande och överskrids om PM10-halten är högre än 50 µg/m³ fler än 35 dygn per kalenderår.

Tabell 2. Miljö kvalitetsnorm för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [8].

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

Resultat

Täby kommun

I utredningen ingår fyra skolor belägna utefter E18 i Täby kommun; 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 vid de övriga tre skolorna bedömdes vara lägre än $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



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

Hägernässkolan, Pilotvägen 1

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

Hägernässkolan ligger drygt 100 meter nordväst om E18. Närmre E18 (ca 35 meter) ligger det en bollplan. Både skolan och bollplanen ligger högre än E18, vilket gör att påverkan av utsläppen från E18 är lägre jämfört med om trafiken hade gått i samma plan som skolan. Både kartläggningen av PM10-halter från år 2002 och exponeringsstudien av luftföroreningar vid skolor och förskolor i Stockholm län från år 2006 visar på relativt låga halter av PM10 vid Hägernässkolan [15, 16]. Halterna av PM10 vid skolan och bollplanen bedöms till lägre än $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket innebär att ingen vidare utredning i form av spridningsberäkning är motiverad.

Bedömd halt < $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Spridningsberäkning: Nej



Bollplan



Figur 3. Kartor över Hägernässkolan.

Waldorf lilla Freja, Hägernäsvägen 2-4

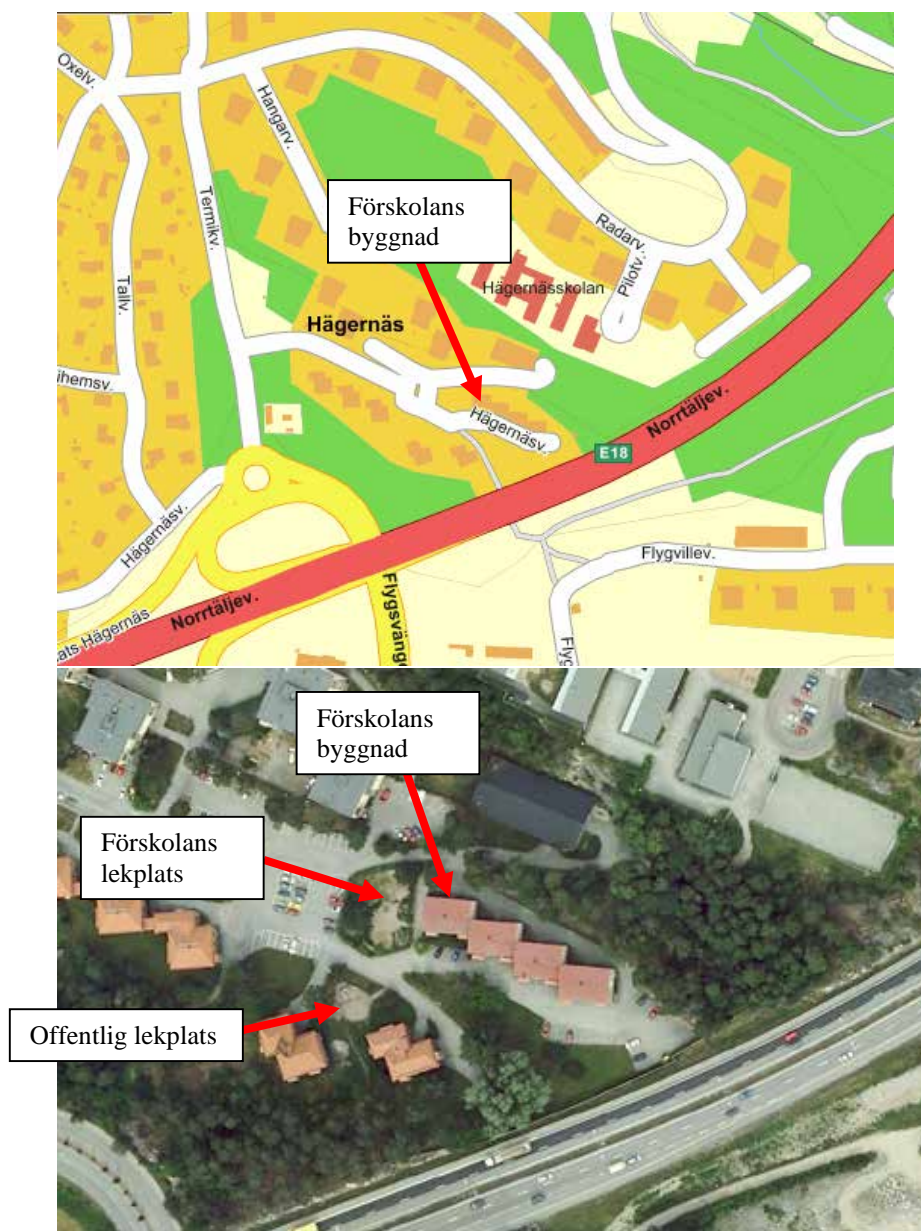
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	45 930	3 710	90	93

Delsteg 1: Bedömning och urval

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 bedöms halterna av PM10 till relativt höga vid skolan och bedömning är att en spridningsberäkning bör göras. 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.

Bedömd halt > 39 µg/m³

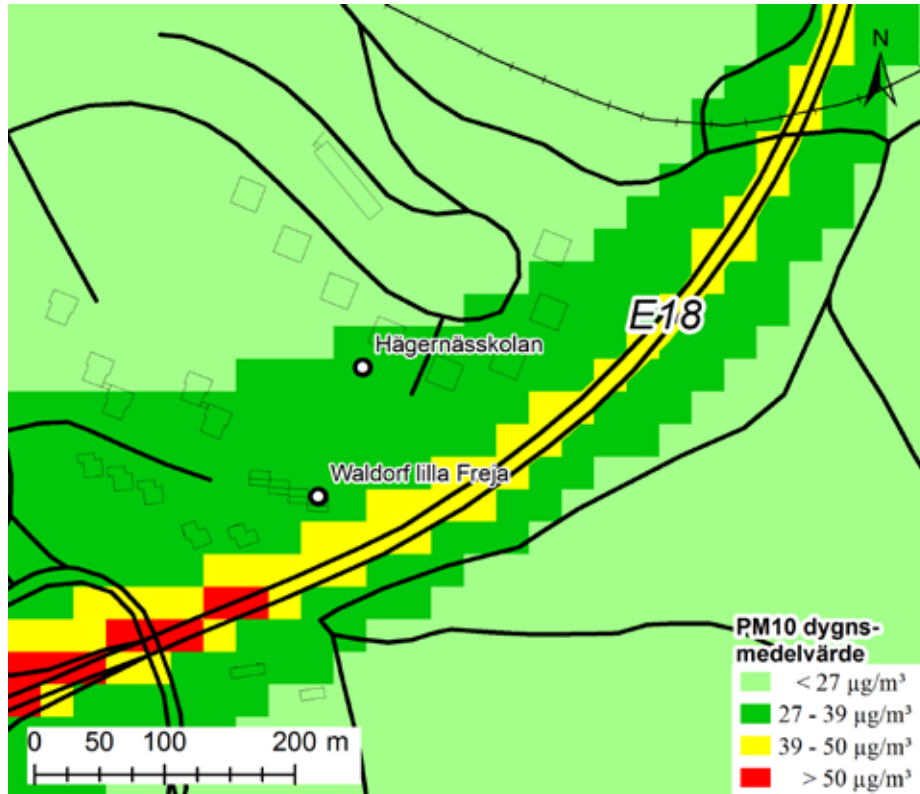
Spridningsberäkning: Ja



Figur 4. Kartor över förskolan Waldorf lilla Freja.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

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 5. Vid den offentliga lekplatsen ca 30 meter bort från förskolan ligger halterna kring 32 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 5. Kartor över förskolan Waldorf lilla Freja.

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

Analys av åtgärder: Nej

Viggbyskolan, Järnvägsallen 2

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	56 020	4210	90/100	97

Delsteg 1: Bedömning och urval

Viggbyskolans byggnader ligger ca 100 meter norr om E18. Skolans område sträcker sig dock ner till Flyghamnsvägen bara ca 50 meter norr om E18. Varken kartläggningen av PM10-halter från år 2002 eller exponeringsstudien av luftföroreningar vid skolor och förskolor i Stockholm län från år 2006 visar på överskridanden på den del av E18 som passerar Viggbyskolan [15, 16]. Halterna både vid skolbyggnaderna och på de delar av skolgården närmst E18 bedöms därmed ligga under miljö kvalitetsnormen, och att inga spridningsberäkningar behöver göras.

Bedömd halt < 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Spridningsberäkning: Nej



Figur 6. Kartor över Viggbyskolan.

Int Engelska skolan, Nytorpsvägen 5A och 36

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	53 200	4 090	90	95

Delsteg 1: Bedömning och urval

Engelska skolan består av två byggnader, som ligger på Nytorpsvägen 5A och 36. Skolbyggnaderna ligger ca 150 meter sydost om E18. De två skolgårdarna ligger på ca 100 - 130 meters avstånd till E18. Utifrån avståndet till E18 och tidigare kartläggningar av PM10 bedöms halterna understiga $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och ytterligare spridningsberäkningar är inte motiverade.

Bedömd halt < $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$

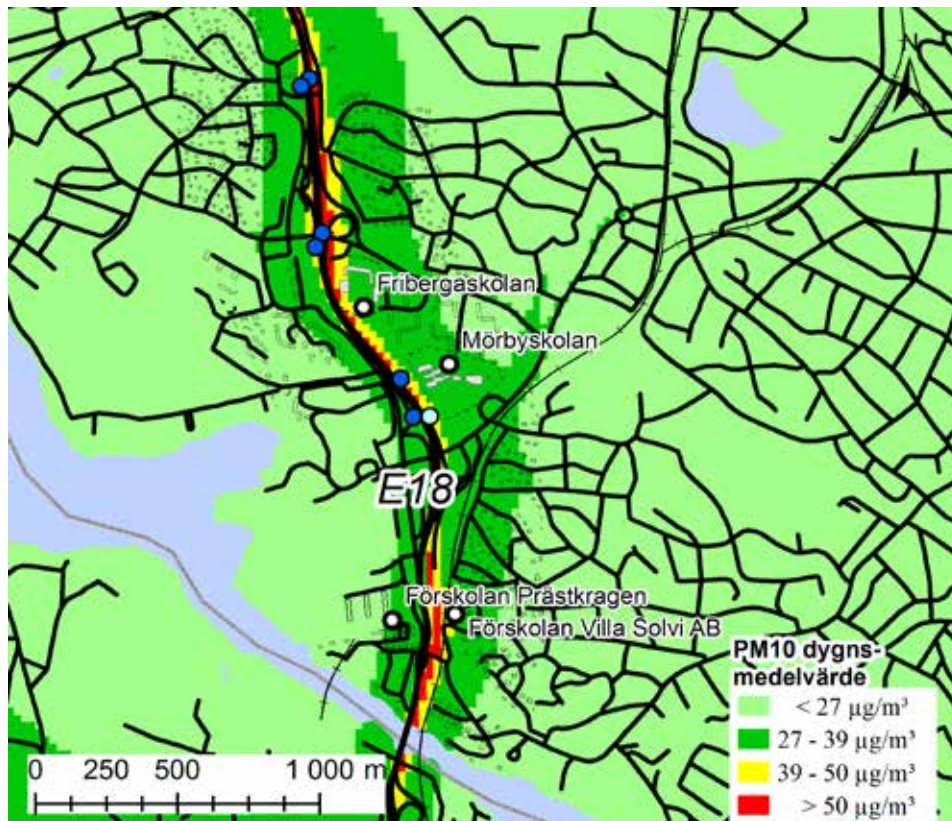
Spridningsberäkning: Nej



Figur 7. Kartor över Engelska skolan.

Danderyds kommun

I utredningen ingår fyra skolor belägna utefter E18 i Danderyds kommun; Fribergaskolan, Mörbyskolan, Förskolan Prästkragen samt Förskolan Villa Solvi. Figur 8 visar en översiktskarta över de fyra skolorna. I delsteg 1 bedömdes läget för att alla skolor utom Förskolan Prästkragen sådant att vidare utredning i form av spridningsberäkningar var motiverat.



Figur 8. Översiktskarta över de skolor i Danderyds kommun som utreds i denna rapport. 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 [17, 18, 19].

Fribergaskolan, Mörbyhöjden 24

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

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 [20, 21]. 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, minst 15 meter ovan E18:s körbanor. Eftersom föroreningshalterna avtar med höjden ovan vägbanan 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 skolans utsatta läge att det är motiverat att göra en ny spridningsberäkning.

Bedömd halt > 39 µg/m³

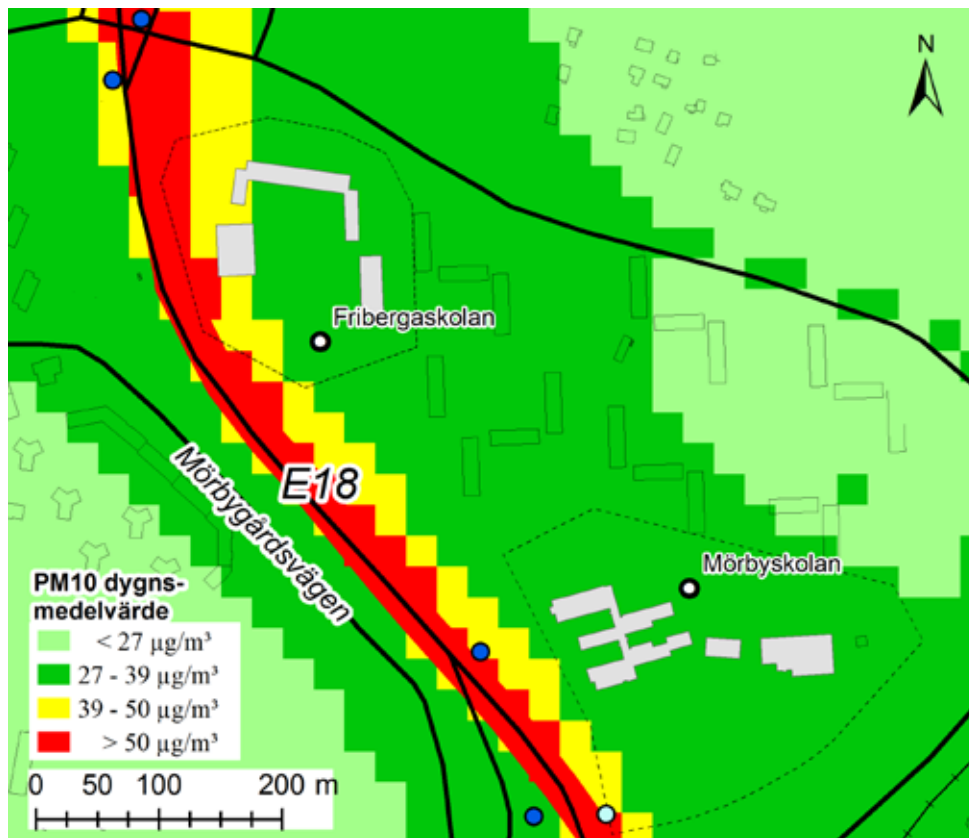
Spridningsberäkning: Ja



Figur 9. Kartor över Fribergaskolan.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Figur 10a visar resultatet från spridningsberäkningarna av PM10 vid Fribergaskolan. 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 finns uppställd på den asfalterade gårdsplanen. Här ligger de beräknade halterna kring $42 - 58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med de högsta halterna närmst E18. På skolgården ligger den beräknade dygnsmedelhalten mellan 33 och $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medan halterna på bollplanen ligger i intervallet $34 - 41 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

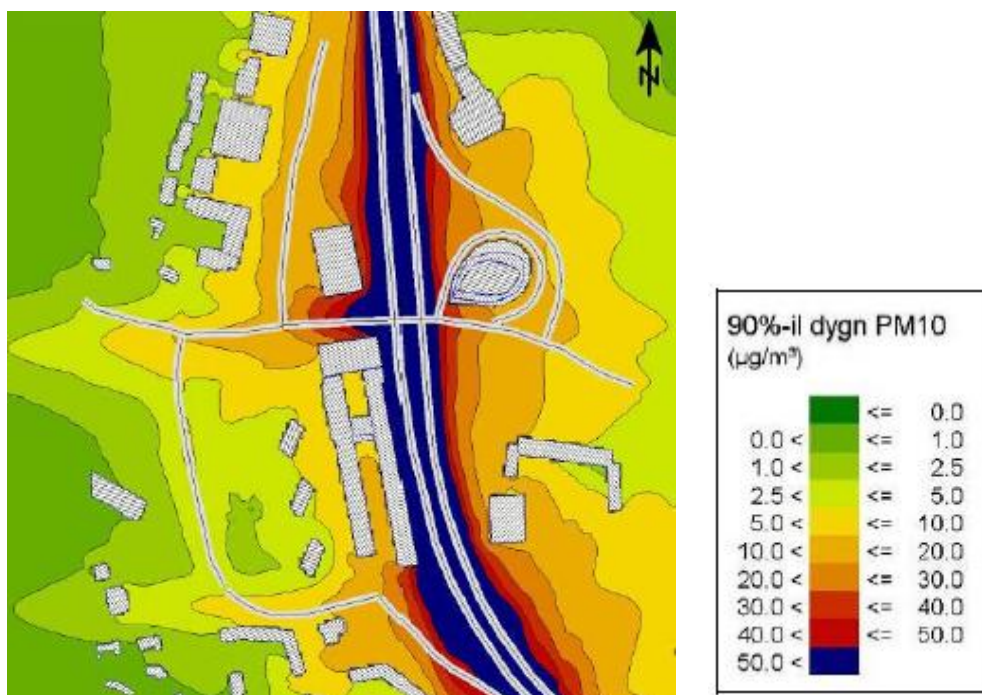


Figur 10a. Beräknade halter av PM10 vid Fribergaskolan år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De blå punkterna visar placering av mätplatserna Möryby centrum (MO och MV) och Danderyds sjukhus (SO och SV) i samband med försök av variabla hastigheter på E18 [17, 18, 19]. Den ljusblå punkten visar placering av mätplatsen SO under första mätsäsongen.

I de haltintervall som anges för spridningsberäkningarna ovan och i den haltkarta som visas i figur 10a har inte tagits hänsyn till att skolan och skolgården ligger uppe på en höjd (uppskattningsvis ca 10 meter ovan E18:s vägbanor). Spridningsberäkningar visar att haltbidraget från E18 på Fribergaskolans gård är ca 30 % lägre på 10 meters höjd jämfört med 2 meter ovan mark, vilket skulle innebära dygnsmedelhalter på skolgården i intervallet $27 - 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Även den asfalterade planen söder om sporthallen och bollplanen ligger högre än E18, men inte riktigt lika högt som skolbyggnaden (uppskattningsvis ca 5 meter ovan E18:s vägbanor). Om tar hänsyn till denna höjdskillnad visar modellen på en reducering i haltbidrag på ca 10 % vid bollplanen och ca 20 % vid asfaltplanen, vilket skulle innebära totala dygnsmedelhalter på $32 - 38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid bollplanen och $36 - 49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid asfaltplanen.

Resonemanget ovan ska ses som en grov uppskattning av verkligheten då spridningsförhållanden kring skolan är komplicerade. För en bättre uppskattning av halterna krävs det beräkningar med en så kallad CFD-modell (CFD= Computational Fluid Dynamics). I samband med den nya detaljplan som tagits fram för Möryby Centrum på motsatt sida om E18 sett från Fribergaskolan har IVL beräknat både halter av kvävedioxid (NO_2) och PM10 med en CFD-modell [22, 23]. Dessa CFD-beräkningar för ett nuläge visar på ett haltbidrag från E18 på kring

20 - 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på den asfalterade planen utanför sporthallens södra del, vilket ger en totalhalt på ca 45 - 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ räknat som dygnsmedelhalt det 36:e värsta dygnet, se figur 10b. På skolgården visar IVL:s CFD-beräkningar en totalhalt i intervallet 26 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, medan totalhalterna på bollplanen ligger i intervallet 35 - 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. För ett utbyggt Mörby centrum visar IVL's beräkningar på lägre halter av PM10 vid Fribergaskolan jämfört med nuläget. CFD-beräkningarna visar högre halter jämfört med gaussberäkningarna där lagt in ett höjdberoende, vilket indikerar att gaussmodellen överskattar utspädningen av luftföroreningarna i höjddled.



Figur 10b. Beräknat haltbidrag av PM10 från E18 vid Fribergaskolan år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Hämtat från IVLs rapport "Luftförorenings- och vindstudie vid Mörby centrum, U-2385" [22].

De beräknade halterna har jämförts med uppmätta halter vid de mätstationer som upprättades i samband med projektet med variabla hastigheter på E18 som pågick under 2009 och 2010 [17, 18, 19]. Halter av PM10 mättes på tre ställen längs E18 på båda sidor av vägen, vilket resulterade i totalt sex mätplatser i direkt anslutning till vägbanan. Andra mätsäsongen 2009/2010 mättes dock bara på fyra av de sex mätplatserna, i.e. den nordligaste vid Danderyds kyrka (i höjd med Kyrkskolan) och den sydligaste vid Danderyds sjukhus (i höjd med Mörbyskolan). Mätningar 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 3. Mätplatsen SO flyttades längre norrut till mätsäsongen 2009/2010, se figur 10a. Mätningarna 2009/2010 visade på överskridande på båda sidor av E18 vid Danderyds kyrka, också vid Danderyds sjukhus pekade mätningarna på överskridande på östra sidan dock ej på västra sidan, se tabell 4. PM10-halterna är som högst under senvintern och våren för att sedan vara generellt låga under sommaren och hösten. Endast ett fåtal dygn

med halter över 50 µg/m³ uppmäts under juni-oktober, så summan i tabell 4 är troligen nära det verkliga utfallet för ett kalenderår.

Eftersom mätningarna inte genomfördes under hela kalenderår är det svårt att rakt av jämföra uppmätta värden med beräknade halter. Så mycket kan dock sägas att mätningarna visar på överskridanden av dygnsnormen vid alla mätpunkter förutom MO (östra sidan av vägbanan i höjd med Mörby centrum) och SV (västra sidan av vägbanan i höjd med Danderyds sjukhus), medan spridningsberäkningarna visar på överskridanden på alla mätplatser förutom MV och SV. Vid MV ligger spridningsberäkningarna precis under 50 µg/m³ medan mätningarna visar på 35 dagar med överskridanden under 15 mars - 25 maj 2009 dvs. precis på gränsen för normöverskridande.

Tabell 3. 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.

	NV	NO	MV	MO	SV	SO
Mars ²	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)
Maj ³	4 (24)	4 (24)	0 (21)	0 (24)	2 (24)	3 (24)
Mars- Maj ¹	35 (72)	37 (72)	35 (66)	30 (64)	30 (59)	38 (69)

Tabell 4. Fördelningen av antalet dagar med PM10-halter över 50 µg/m³ vid E18 samt vid L:a Essingen som jämförelse. 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)

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

	Gauss	Gauss med höjdeffekt	CFD
Skolgård	33-40 µg/m ³	27-32 µg/m ³	26-37 µg/m ³
Bollplan	34-41 µg/m ³	32-38 µg/m ³	35-45 µg/m ³
Asfalterad plan	42-58 µg/m ³	36-49 µg/m ³	45-55 µg/m ³

Slutsatsen från de olika modellberäkningarna är att miljö kvalitetsnormen inte överskrids på skolgården och bollplanen. Däremot riskerar normen överskridas på den asfalterade planen vid sporthallens södra del där det finns en liten uteveranda och en skateboardramp. I och med höjdskillnaderna vid Fribergaskolan är spridningsförhållanden komplicerade, vilket gör att osäkerheterna i modellberäkningarna är relativt stora.

För att säkert kunna fastlägga om miljö kvalitetsnormen överskrids eller inte, rekommenderas mätningar. Detta gäller speciellt för bollplanen och den asfalterade planen med skateboardrampen.

Beräknad halt: < 50 µg/m³ vid skolgård och bollplan
Omkring 50 µg/m³ eller över vid asfalterade planen

Analys av åtgärder: Ja

Delsteg 3: Analys av åtgärder

Då spridningsberäkningarna av PM10-halter vid Fribergaskolan visar på risk för överskridanden av miljö kvalitetsnormen vid den asfalterade planen söder om sporthallen görs en analys av hur olika åtgärder skulle påverka PM10-halterna. De scenarier som utreds är:

- Dammbindning på E18
- Minskad reell hastighet till 70 km/h på E18
- Minskad dubbdäcksandel på E18 till 60 %

Diskussion om hur effekten av de olika åtgärderna har beräknats fram finns att läsa längre fram i denna rapport i avsnittet om Liljanskolan s. 54-55. Den enda skillnaden jämfört mot åtgärdsanalysen vid Liljanskolan är att istället för ett hastighets samband på 68 ± 8 mg PM10/fkm per 10 km/h har ett hastighetssamband på 79 ± 40 mg PM10/fkm per 10 km/h använts. Det första hastighetssambandet är ett medelvärde för olika vägar i Stockholm, medan det andra är ett hastighetssamband specifikt framtaget från mätningar vid E18 i Danderyd [19].

Beräkningarna visar att genom att behandla E18:s vägbanor med dammbindningsmedel vid torrt väglag under vårvintern skulle dygnsmedelhalterna vid den asfalterade planen söder om sporthallen kunna minskas med ca 2 - 3 µg/m³. Detta innebär att även vid åtgärd i form av dammbindning riskeras normen att överskridas. En minskning av den reella hastigheten till 70 km/h skulle ytterligare kunna sänka halterna med ca 4 - 7 µg/m³. Bedömningen är att om åtgärder i form av dammbindning och en reell hastighetsminskning till 70 km/h skulle PM10-normen för dygnsmedelvärde klaras, men osäkerheterna i beräkningarna är mycket stora. En minskning av andelen fordon med dubbdäck från 70 % till 60 % skulle enligt beräkningarna innebära en ytterligare minskning av dygnsmedelhalterna med 3 - 5 µg/m³. I ovanstående beräkningar har inte tagit hänsyn till höjdskillnaden mellan E18 och den asfalterade planen. De beräknade haltminskningarna för olika åtgärden ska därför jämföras med halter mellan 42 och 58 µg/m³ på asfalterade planen.

Mörbyskolan, Vendevägen 94

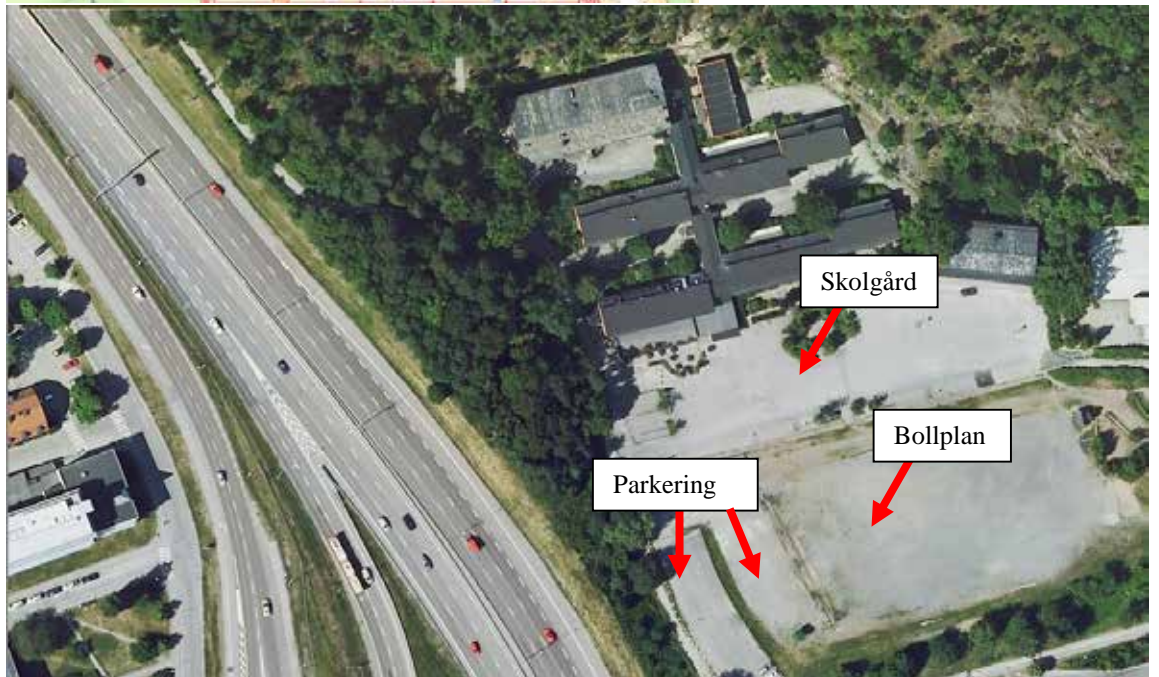
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	63 134		Norrgående: 70 Södergående: variabel	83

Delsteg 1: Bedömning och urval

Mörbyskolans närmsta byggnad ligger ca 60 meter från E18, medan skolområdet sträcker sig i princip ända fram till väggkanten, se figur 11. 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 [20, 21]. I utredningen från år 2006 visade beräkningarna överskridande på skolområdet, men inte vid själva byggnaderna. I utredningen från år 2008 fick överskridanden av normen i 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 [24]. 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) [17, 18, 19]. 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 lokal källor ej inlagda. Trots att halterna har utretts tidigare anses skolans utsatta läge att det är motiverat att göra en ny spridningsberäkning.

Bedömd halt > 39 µg/m³

Spridningsberäkning: Ja

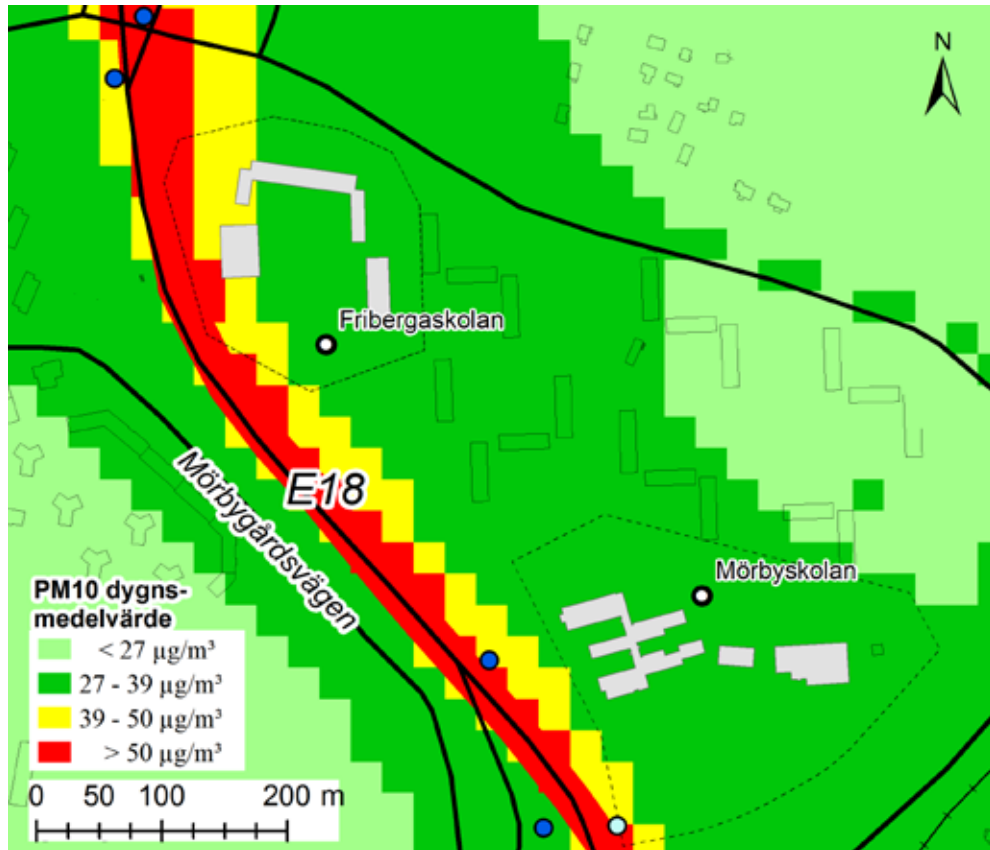


Figur 11. Kartor över Mörbyskolan.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM₁₀

Spridningsberäkningarna i figur 12 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 [20, 21]. 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 bli jämföra spridningsberäkningar mot uppmätta halter av NO_x på olika avstånd från en öppen väg (E4 vid Vallstanäs)

[25]. 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.



Figur 12. 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 [17, 18, 19]. 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

Analys av åtgärder: Nej

Ingen åtgärdsanalys har gjorts för Mörbyskolan då beräkningarna bara visar risk för överskridanden för en mycket liten del av personalparkeringen. Beräkningarna av effekter av olika åtgärder vid Fribergaskolan är dock giltiga också för Mörbyskolan. Observera att de haltminskningar som anges vid Fribergaskolan gäller för avstånd mindre än 50 meter från E18. Ju längre avstånd från utsläppskällan dvs. E18 desto lägre blir de absoluta haltminskningar av de olika åtgärderna.

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.

Prästkragens förskola, Mörbylund 1

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

Prästkragens förskola ligger väster om E18 med den närmsta byggnaden ca 100 meter från vägbanan. Avståndet till E18 och det faktum att skolan inte ligger i förhärskande vindriktning från vägen innebär att halten av PM10 bedöms till lägre än $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och att ingen vidare utredning i form av spridningsberäkning behövs.

Bedömd halt < $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Spridningsberäkning: Nej



Figur 13. Kartor över Prästkragens förskola.

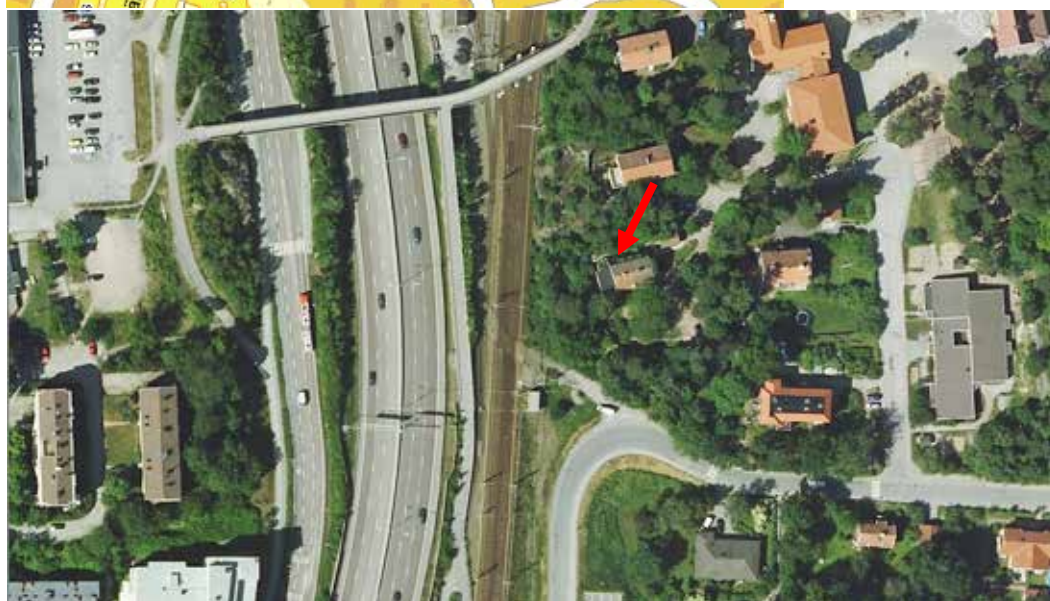
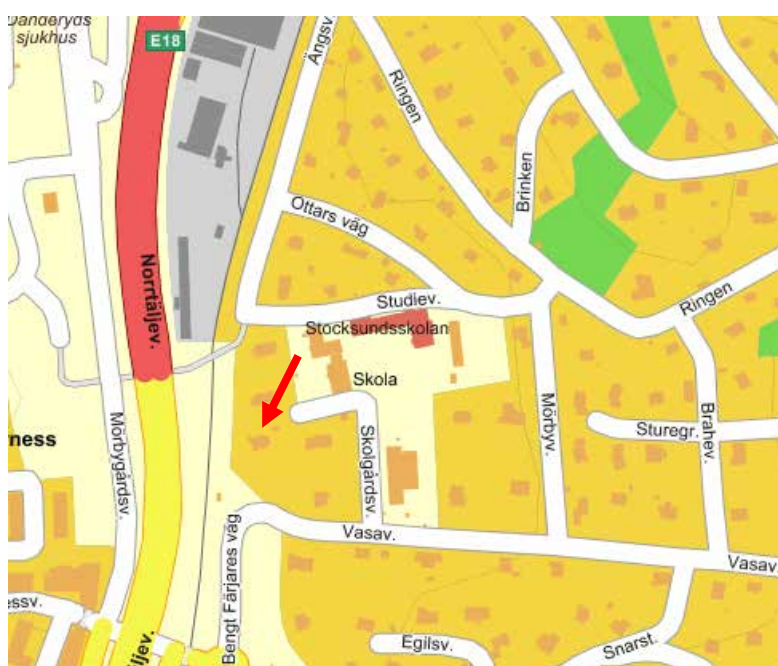
Förskolan Villa Solvi, Skolgårdsvägen 5

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E18	63134		Norrgående: 70 Södergående: variabel	83

Delsteg 1: Bedömning och urval

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.

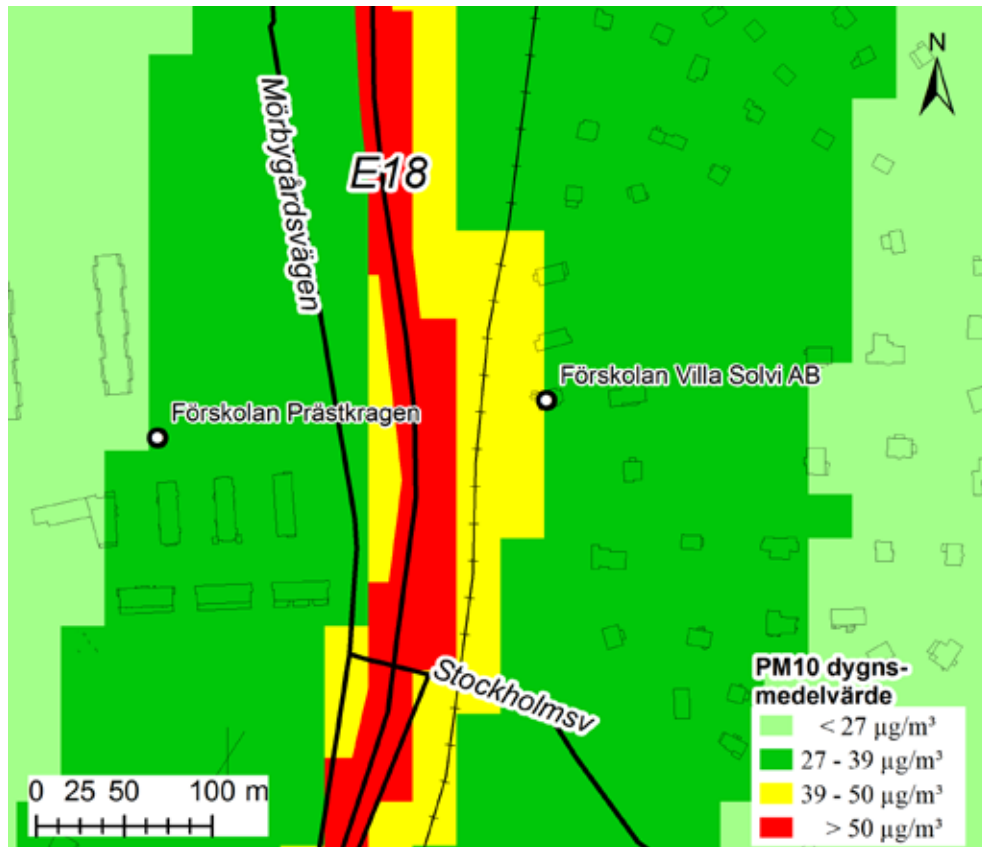
Bedömd halt >39 µg/m³
Spridningsberäkning: Ja



Figur 14. Kartor över Förskolan Villa Solvi.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Spridningsberäkningarna i figur 15 visar på dygnsmedelhalter av PM10 i intervallet 36 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Förskolan Villa Solvi.

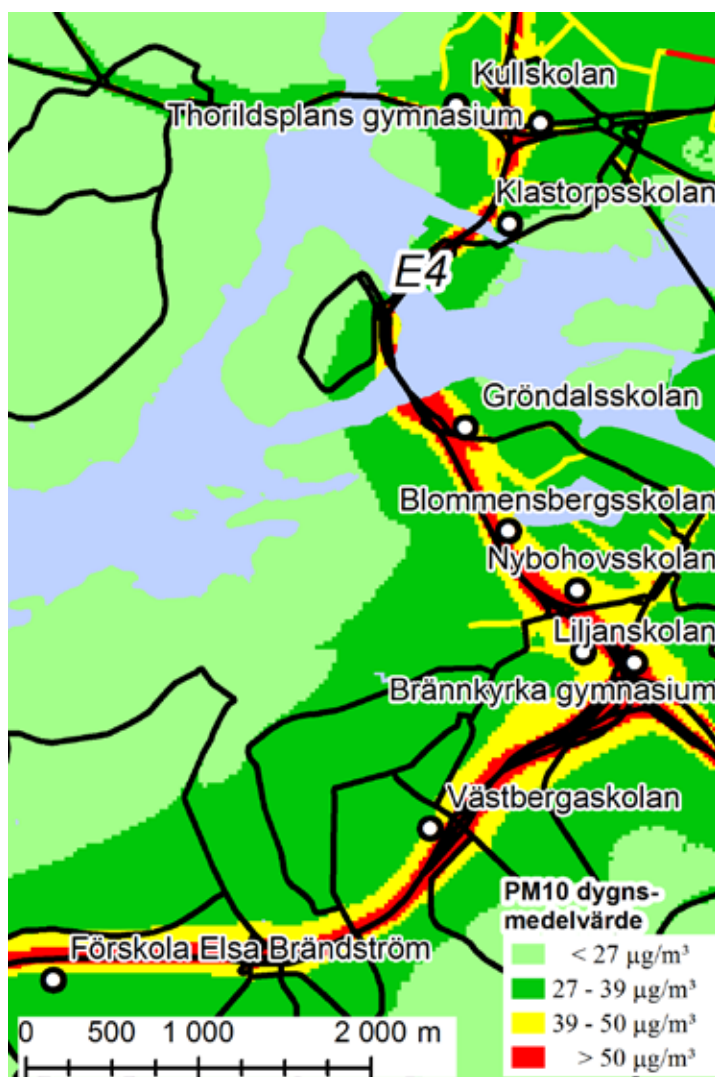


Figur 15. Beräknade halter av PM10 vid Förskolan Villa Solvi år 2010. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Stockholms kommun

I utredningen ingår tio skolor belägna utefter E4 i Stockholms kommun; Kullskolan, Thorildsplans gymnasium, Klastorpsskolan, Gröndalsskolan, Blommensbergsskolan, Nybohovsskolan, Brännkyrka gymnasium, Liljanskolan, Västbergaskolan samt Förskola Elsa Brändströms väg. Figur 16 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.



Figur 16. Översiktskarta över de skolor i Stockholms kommun som utreds i denna rapport. 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	

Delsteg 1: Bedömning och urval

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. I kartläggningen från år 2002 visade spridningsberäkningarna överskridande av miljökvalitetsnormen både på Drottningholmsvägen och E4, vilket gör att en spridningsberäkning rekommenderas för att utreda halten vid skolan.

Bedömd halt > 39 µg/m³

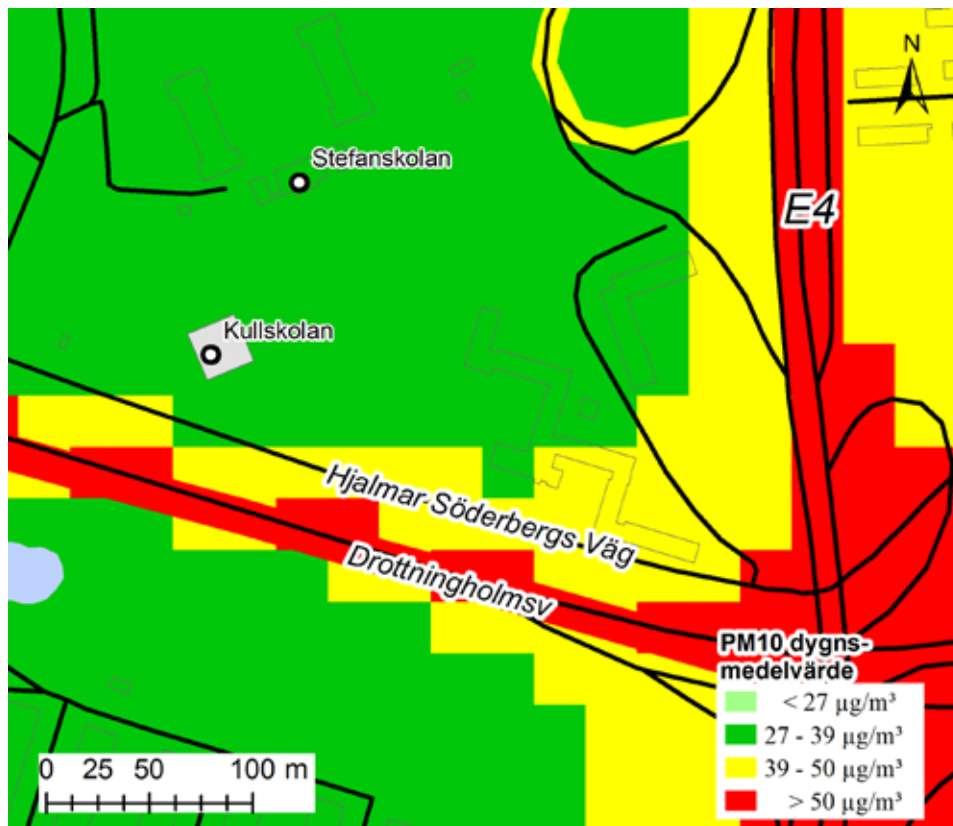
Spridningsberäkning: Ja



Figur 17. Kartor över Kullskolan.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Spridningsberäkningarna i figur 18 visar på dygnshalter av PM10 kring 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kullskolan.



Figur 18. 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
Analys av åtgärder: Nej

Thorildsplans gymnasium, Drottningholmsvägen 82

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

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.

Bedömd halt > 39 µg/m³
Spridningsberäkning: Ja

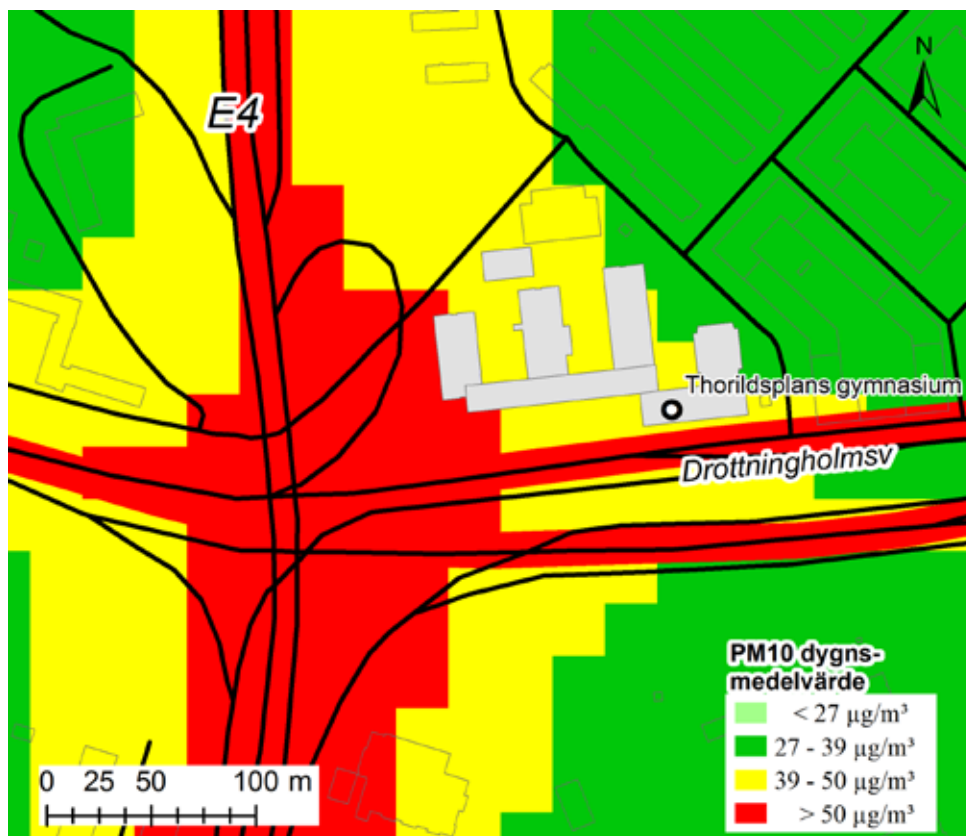


Figur 19. Kartor över Thorildsplans gymnasium.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Spridningsberäkningarna i figur 20 visar att miljö kvalitetsnormen för PM10 överskrids vid Thorildsplans gymnasium, dels utmed skolans västra byggnad ut mot E4 dels längs med den del av skolfasaden som ligger närmast Drottningholmsvägen (östra byggnaden). Dygnsmedelhalterna vid skolans fasad ut mot E4:an ligger kring 50 - 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.

I spridningsberäkningarna i figur 20 har inte tagits hänsyn till att Essingeleden går i upphöjt läge förbi Thorildsplans gymnasium. Vägbanan ligger ca 10 meter ovan skolgården. I ett alternativ beräkningsalternativ lades utsläppen från Essingeleden på 10 meters höjd i spridningsmodellen, medan avfartsrampen behölls i marknivå. Denna beräkning visar dygnsmedelhalter vid skolan fasad ut mot E4:an i intervallet 43 - 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dvs. inget överskridande av miljö kvalitetsnormen. Detta är i linje med CFD-beräkningar som SLB-analys har utfört på nordvästra Kungsholmen där det visade sig att utsläppen från trafiken på Essingeleden i upphöjt läge hade liten inverkan på halterna i marknivå.



Figur 20. Beräknade halter av PM10 vid Thorildsplans gymnasium år 2010. Observera att det i beräkningarna inte har tagits hänsyn till att Essingeleden går i upphöjt läge. 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

Analys av åtgärder: Nej

Överskridanden av miljökvalitetsnormen för PM10 vid östra skolbyggnadens fasad ut mot Drottningholmsvägen beror på trafiken på Drottningholmsvägen. Även med lägre utsläpp från Essingeleden skulle normen överskridas. Detta innebär att det inte finns någon mening i att analysera åtgärder för trafiken på E4:an.

Klаторpsskolan, Atterboms väg 1

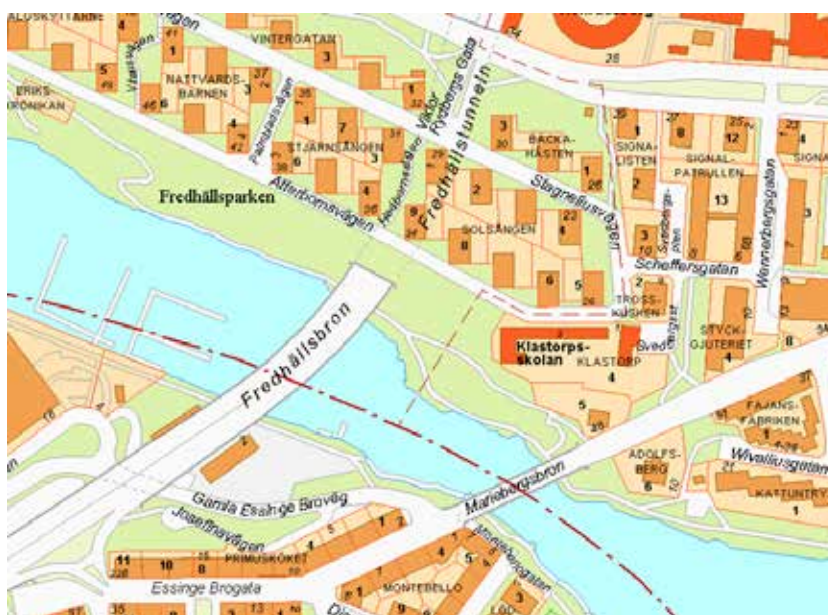
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	134 240	11 000	70	

Delsteg 1: Bedömning och urval

Klаторpsskolan ligger på en höjd, ca 100 m öster om E4:an, mittemellan Fredhällsbron och Mariebergsbron. Platsen är välventilerad och halterna av PM10 bedöms inte ligga i närheten av normgränsen. Bedömningen är att inga spridningsberäkningar behövs.

Bedömd halt < 39 µg/m³

Spridningsberäkning: Nej



Figur 21. Kartor över Klаторpsskolan.

Gröndalsskolan, Matrosbacken 14

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [26]. Detta värde är troligen något överskattat med hänsyn till nivåskillnaden. Sydväst om den byggnad som ligger närmast Essingeleden ligger en lekplats.

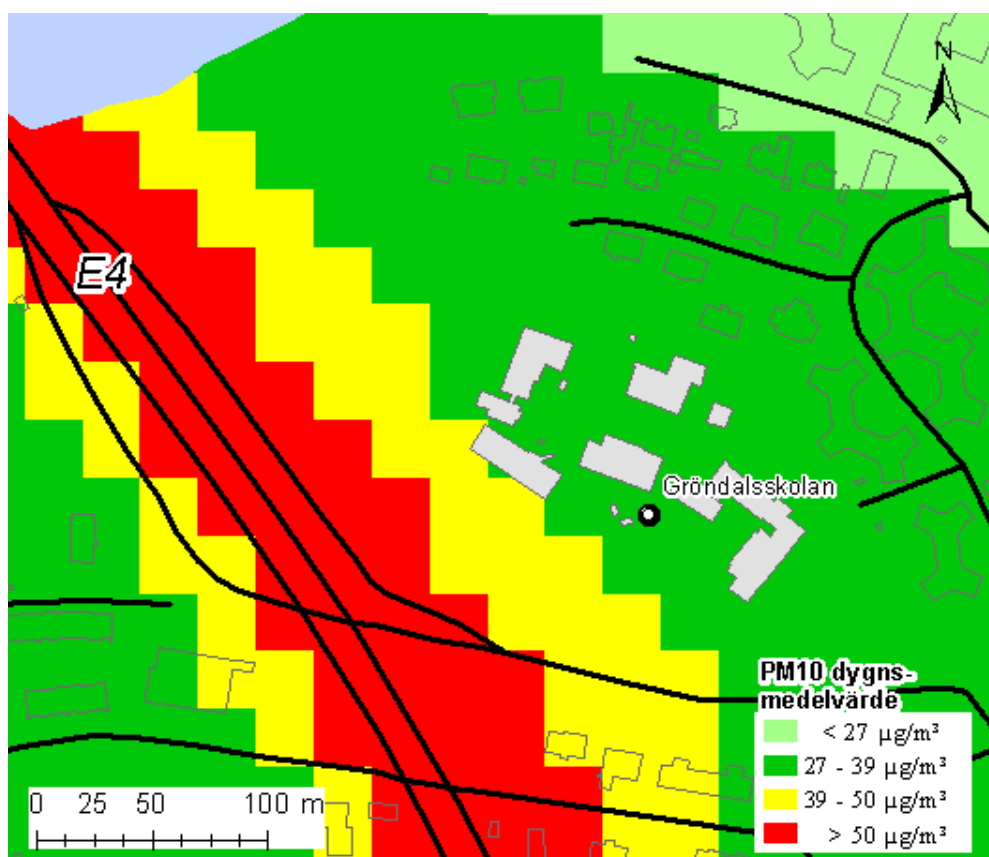
Bedömd halt > 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Spridningsberäkning: Ja



Figur 22. Kartor över Gröndalsskolan.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

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, se figur 23. Detta är en överskattning av de verkliga halterna. För att uppskatta höjdeffekten på halterna minskades de lokala halterna i likhet med beräkningen för Fribergaskolan. Beräkningarna resulterade i 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 23. Beräknade halter av PM10 vid Gröndalsskolan år 2010. Observera att det i beräkningarna inte 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

Analys av åtgärder: Nej

Blommenbergsskolan, Blommenbergsvägen 116

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

Blommenbergsskolan ligger strax intill E4:an som passerar skolan på en bro. Skolan ligger ca 30 meter under E4:ans körbanor. Halten av PM10 vid skolan har beräknats i tidigare utredning, se figur 25 [27]. I denna utredning från år 2006 togs hänsyn till att skolan ligger under E4:an. Dygnsmedelhalten av PM10 på skolgården beräknades till 39 - 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vid skolbyggnaden beräknades halten till mellan 36 och 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bedömningen är att ingen ny spridningsberäkning behöver göras utan halterna från tidigare utredning visar att normen för PM10 inte överskrids.

Bedömd halt: 39 - 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård

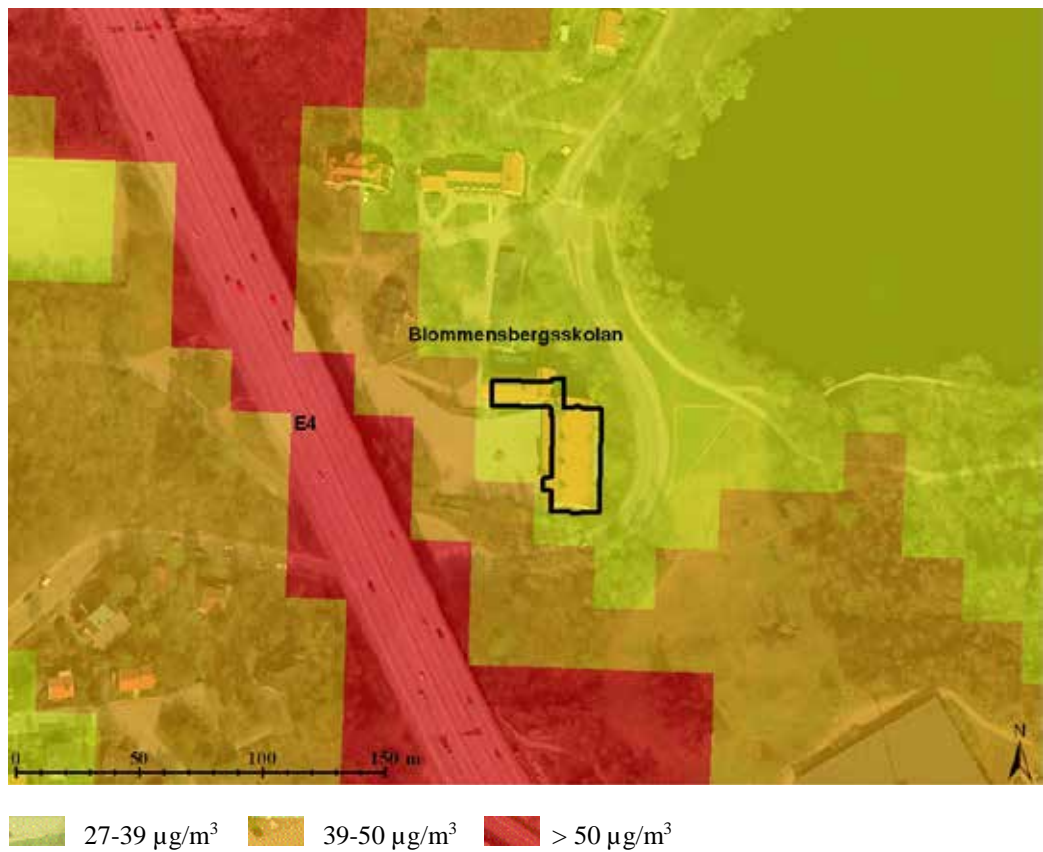
36 - 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnad

Spridningsberäkning: Nej

Bedömningen grundar sig på tidigare spridningsberäkningar.



Figur 24. Kartor över Blommensbergsskolan.



Figur 25. Beräknade halter av PM10 vid Blommensbergsskolan år 2005 från tidigare utredning [27]. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nybohovsskolan, Nybohovsbacken 57-59

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	125 200	9 000	70	

Delsteg 1: Bedömning och urval

Nybohovsskolan ligger nordost om E4:an och norr om Hägerstensvägen. Närmaste skolbyggnad ligger ca 140 m från Essingeleden. Avståndet till skolgården är ca 100 meter. Skolan ligger på en höjd, men E4:an går i upphöjt läge förbi platsen. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av luftföroreningar är relativt goda. Halten av PM10 vid skolan har beräknats i tidigare utredning från år 2006 [28]. Dygnsmedelhalten av PM10 på skolgården beräknades till 44 - 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vid skolbyggnaden beräknades halten till mellan 42 och 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bedömningen är att ingen ny spridningsberäkning behöver göras utan halterna från tidigare utredning visar att normen för PM10 inte överskrids.

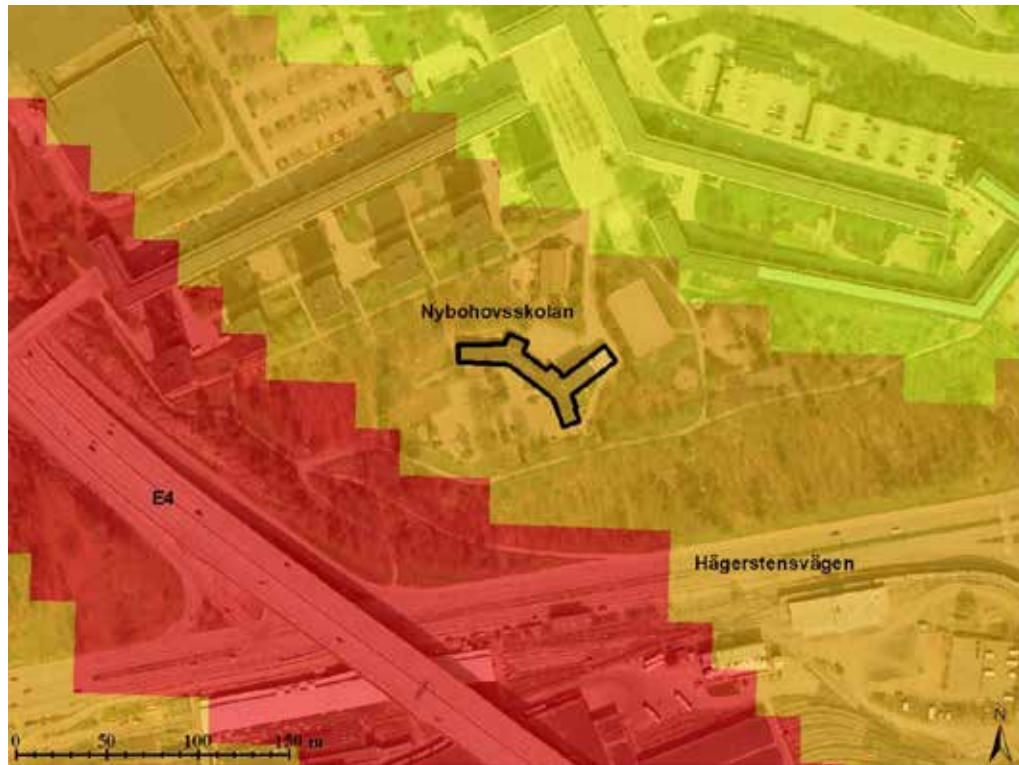
Bedömd halt: 44 - 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård
42 - 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnad

Spridningsberäkning: Nej

Bedömningen grundar sig på tidigare spridningsberäkningar.



Figur 26. Kartor över Nybohovsskolan.



27-39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 39-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figur 27. Beräknade halter av PM10 vid Nybohovsskolan år 2005 från tidigare utredning [28]. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Brännkyrka gymnasium, Tellusborgsvägen 10

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

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, dock ligger skolan något högre än vägbanan. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av luftföroreningar är relativt goda men avståndet till vägen är litet.

Bedömd halt > 39 µg/m³
Spridningsberäkning: Ja

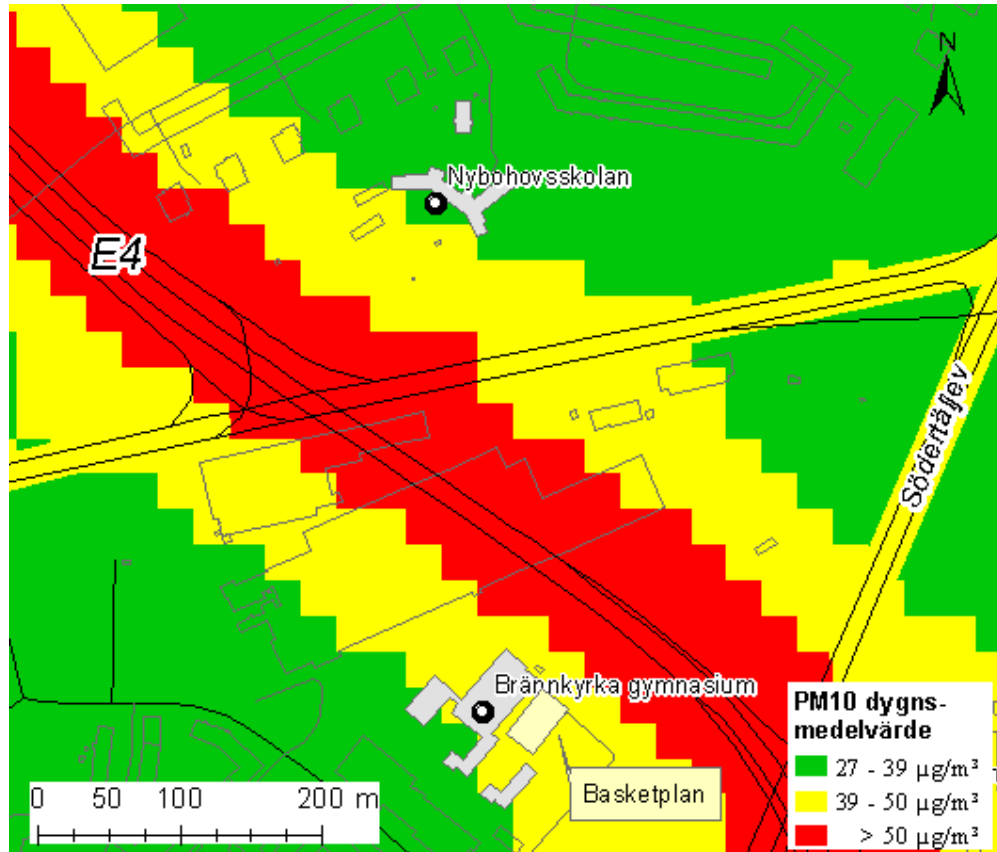




Figur 28. Kartor över Brännkyrka gymnasium.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Resultat från spridningsberäkningen av PM10 vid Brännkyrka gymnasium visas i figur 29. Beräkningen visar att miljö kvalitetsnomen för PM10 följs vid Brännkyrka gymnasium. Den beräknade dygnmedelhalten vid fasaden på den byggnad som ligger närmast E4:an ligger i intervallet 44 - 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 29. Beräknade halter av PM10 vid Brännkyrka gymnasium 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: 45 - 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnadens fasad ut mot E4
Analys av åtgärder: Nej

Liljanskolan, Nybodaringen 37

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

Delsteg 1: Bedömning och urval

Liljanskolan ligger nordost om E4:an/Essingeleden och öster om Södertäljevägen. Skolan ligger på en höjd. Skolan 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 p g a skolans läge. 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. Halterna av PM10 bedöms till höga vid skolan, och bedömningen är att en spridningsberäkning behövs göras för att klargöra om normen följs eller inte.

Bedömd halt > 39 µg/m³

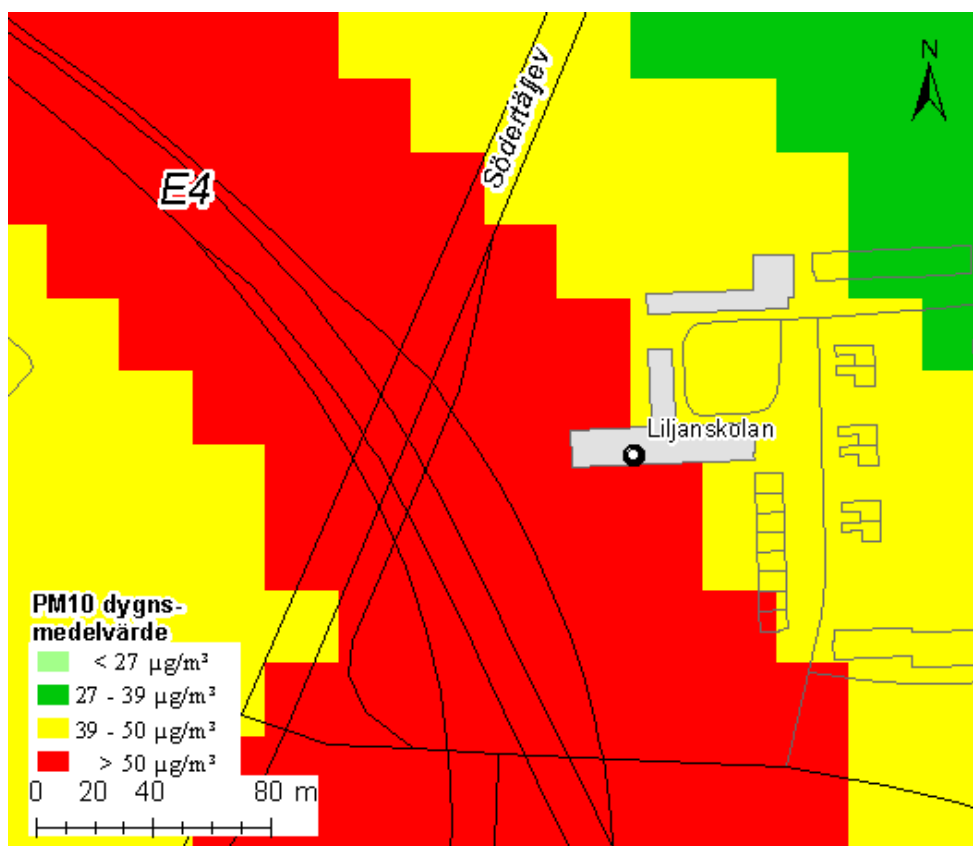
Spridningsberäkning: Ja



Figur 30. Kartor över Liljanskolan.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Spridningsberäkningen visar att miljökvalitetsnomen för PM10 överskrids vid Liljanskolan, se figur 31. Den beräknade dygnmedelhalten vid skolbyggnadernas fasad ut mot E4:an ligger i intervallet 46 - 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 pga. att dess vägbana ligger så långt nedanför skolan. Halterna av PM10 i figur 31 är beräknade i nivå med E4:an, vilket innebär att halterna uppe vid Liljanskolan är något överskattade.



Figur 31. Beräknade halter av PM10 vid Liljanskolan år 2010. Observera att det i beräkningarna har tagits hänsyn till att trafiken på Södertäljevägen inte påverkar halten upp vid 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: < 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård
46 - 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnadernas fasad ut mot E4:an

Analys av åtgärder: Ja

Delsteg 3: Analys av åtgärder

Då spridningsberäkningarna av PM10-halter vid Liljanskolan visar på mycket höga halter av PM10 vid Liljanskolans fasad ut mot E4:an utreds hur olika åtgärder skulle påverka halterna vid skolan. De scenarier som utreds är:

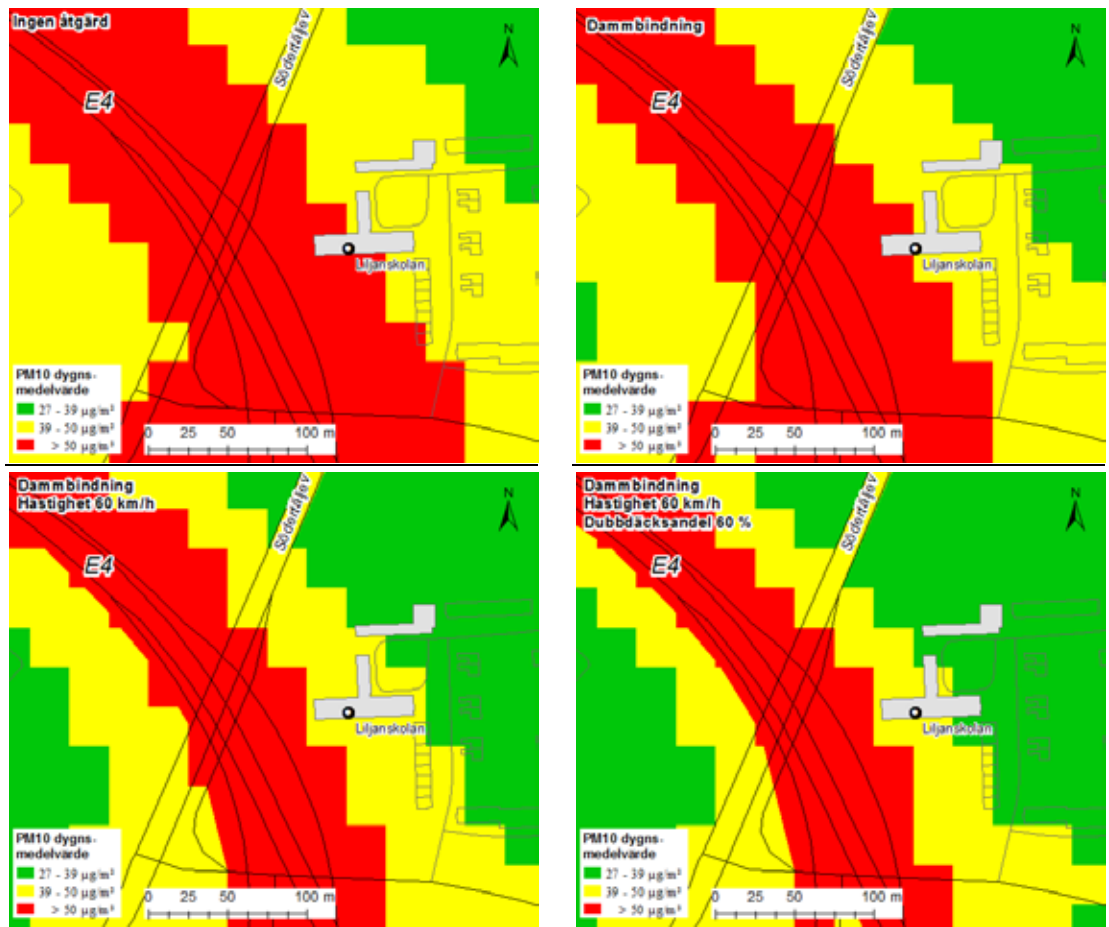
- Dammbindning på E4:an
- Dammbindning och minskad hastighet från 70 km/h till 60 km/h på E4: an
- Dammbindning, minskad hastighet till 60 km/h och minskad dubbdäcksandel på E4:an från 70 % till 60 %

Flera försök och utvärderingsprojekt av dammbindning med CMA och $MgCl_2$ har genomförts i Stockholm [29, 30, 31, 32]. Från försöket med dammbindning längs E4/E20 vid Lilla Essingen år 2007 kunde konstateras en genomsnittlig sänkning av dygnsmedelvärdena mellan 25 - 35 % vid behandling av vägbanan med $MgCl_2$ [30]. Sammanlagt utfördes behandling av vägbanan vid 21 tillfällen fr. o. m. februari t.o.m. början av april. Försöken avbröts i april pga. rapporterad nedsättning av friktionen på den behandlade vägsträckan. Om 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 %. 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 dessa två faktorer tar ut varandra och 21 behandlingstillfällen är representativt för ett normal år innebär det att effekten av dammbindning kan antas reducera årsmedelhalten av PM10 med 5 %. Som jämförelse kan nämnas att antalet dammbindningstillfällen längs med E4 och innerstadsgator under perioden 13 mars - 13 april 2006 var nio stycken [31]. Under försöken med dammbindning i Stockholms innerstad år 2007 och 2008 var antalet behandlingstillfällen 6 stycken våren 2007, 6 stycken hösten 2007 och 18 stycken våren 2008 [29].

I utvärderingsrapporten år 2010 från projektet med miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen fastslås ett genomsnittligt hastighets samband för emissionsfaktorn av PM10 till $68 \pm 8 \text{ mg PM10/fkm per } 10 \text{ km/h}$ [19]. För att utvärdera hur en hastighetssänkning med 10 km/h på E4:an skulle inverka på halterna vid Liljanskolan minskas därmed emissionsfaktorn med 68 mg PM10/fkm.

För att utvärdera hur andelen fordon med dubbdäck på E4:an inverkar på PM10-halterna vid Liljanskolan har antagits en minskning av emissionsfaktorn med 14 % för en dubbdäckandel på 60 % jämfört med en dubbdäckandel på 70 %. En minskad dubbdäckandel från 70 % till 50 % skulle motsvara en minskad emissionsfaktor med 27 % [3].

Figur 32 visar beräknad PM10-halt vid Liljanskolan för de tre olika åtgärds-scenarierna. Behandling med dammbindning på E4:an skulle innebära en haltminskning av dygnsmedelvärdet det 36:e värsta dygnet på ca $3 \mu g/m^3$ vid Liljanskolans fasad ut mot E4:an, se tabell 3. Ytterligare åtgärder i form av hastighetsminskning och minskning av andelen dubbdäck skulle minska halterna ytterligare. Vad gäller dubbdäckminskningen har vi bara antagit en minskning på E4:an, vid en generell dubbdäckminskning hamnar de beräknade ännu lägre.



Figur 32. Samma som figur 31, men haltbidraget från E4:an har modifierats utifrån olika åtgärder.

Tabell 3. Beräknad halt av PM10 det 36:e värsta dygnet vid Liljanskolans fasad ut mot E4 för olika åtgärdsscenarioer.

Scenario	Beräknad halt PM10
Ingen åtgärd	46 - 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning	43 - 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning och hastighet 60 km/h	40 - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dammbindning, hastighet 60 km/h och dubbdäcksandel 60 %	38 - 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Västbergaskolan, Klensmedsvägen 2

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	114 050	7 950	70	

Delsteg 1: Bedömning och urval

Västbergaskolan ligger nordväst om E4:an i höjd med Västbergamotet. Skolgården ligger ca 70 meter från E4:an. Två byggnader som inte tillhör skolan skärmar delvis mot E4:an. Området bedöms som ganska välventilerat. Halten av PM10 vid skolan har beräknats i en tidigare utredning från år 2006 [33]. Dygnsmedelhalten av PM10 på skolgården beräknades till 43 - 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bedömningen är att ingen ny spridningsberäkning behöver göras utan halterna från tidigare utredning visar att normen för PM10 inte överskrids.

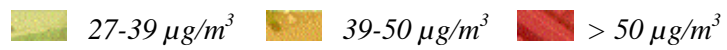
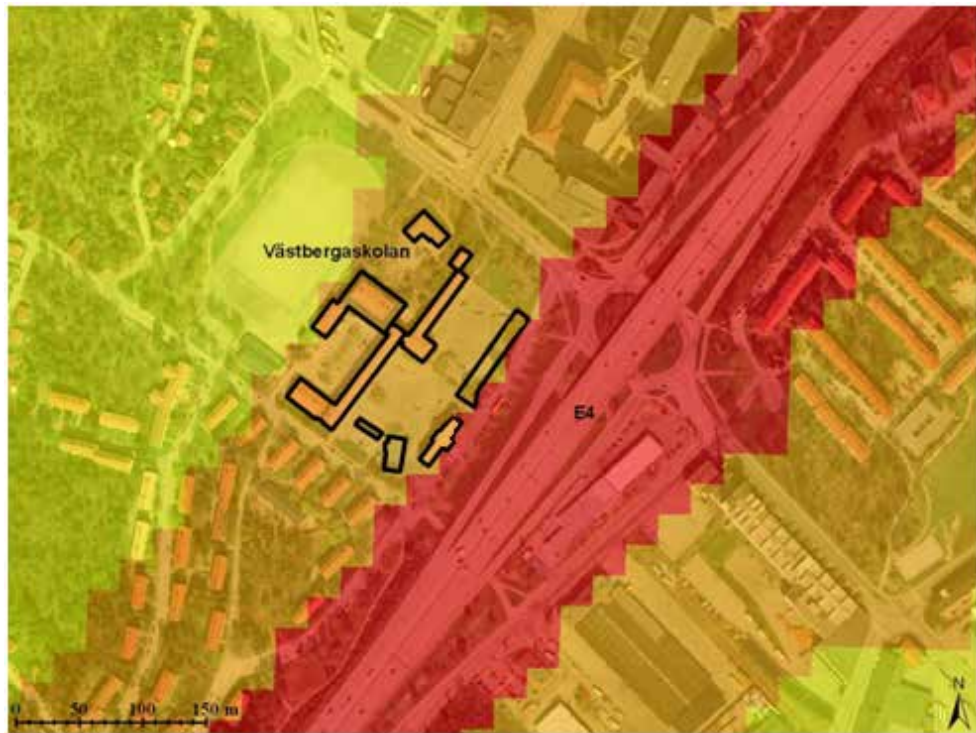
Bedömd halt: 43 - 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård

Spridningsberäkning: Nej

Bedömningen grundar sig på tidigare spridningsberäkningar.



Figur 33. Kartor över Västbergskolan.



Figur 34. Beräknade halter av PM10 vid Västbergaskolan år 2005 från tidigare utredning [33]. PM10 som medelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet. Normvärde som ska klaras är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Förskola Elsa Brändströms väg, Elsa Brändströms gata 60

Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	111 500	7 950	90	

Delsteg 1: Bedömning och urval

Förskola Elsa Brändströms väg ligger ca 100 meter syd-sydost från E4:an. En byggnad som inte tillhör förskolan skärmar delvis mot E4:an. Byggnaden och avståndet till E4:an bidrar till att halten vid förskolan inte bedöms överskrida miljökvalitetsnormen. Ingen vidare utredning i form av spridningsberäkning behövs.

Bedömd halt < 39 µg/m³

Spridningsberäkning: Nej



Figur 35. Kartor över Förskola Elsa Brändströms väg.

Sollentuna kommun

I utredningen ingår en skola belägna utefter E4:an i Sollentuna kommun; Eriksbergsskolan.

Eriksbergsskolan, Svalgången 31

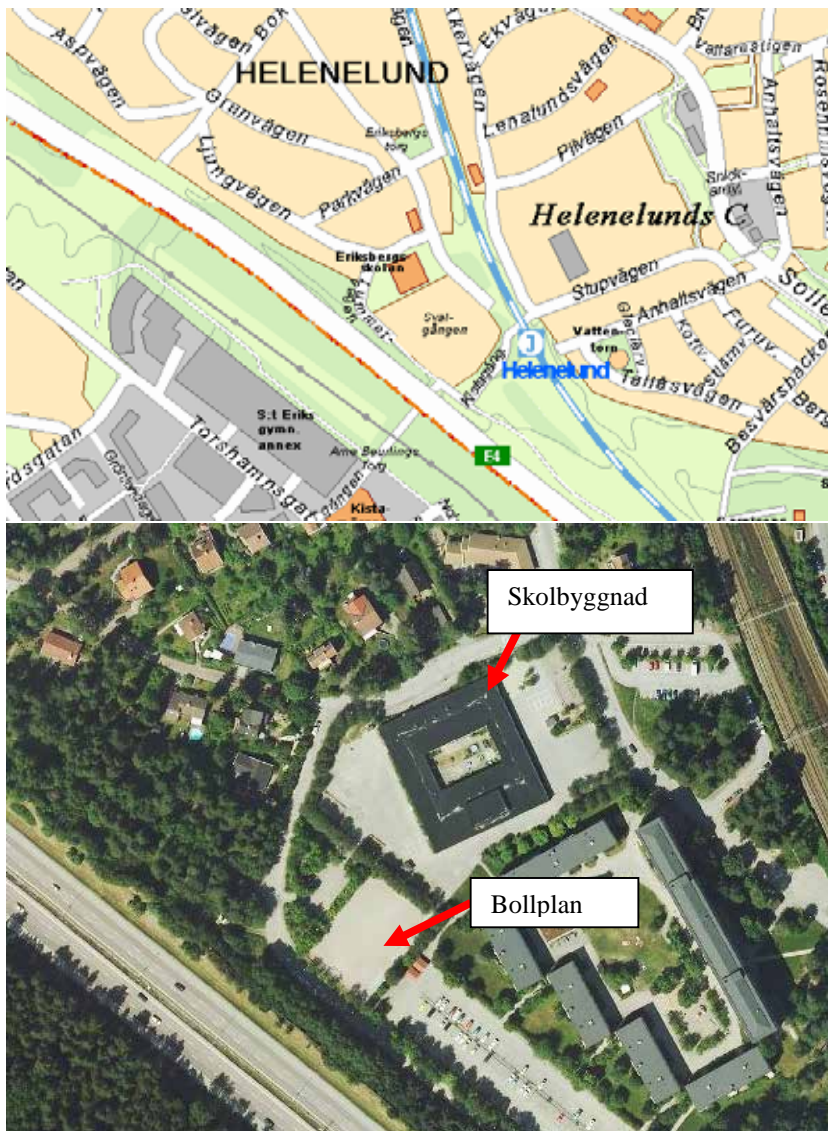
Väg	ÅDT	Lb	Skyltad hast	Reell hast
E4	88 600	7 500	90	

Delsteg 1: Bedömning och urval

Eriksbergsskolan ligger i närheten av Helenelunds järnvägsstation, nordost om E4:an. E4:ans vägbanor ligger högre än skolgården. Skolbyggnaden ligger ca 100 meter från väggkant. Ca 40 meter från E4:an ligger det en bollplan. Sollentuna

Bedömd halt: > 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolgård och bollplan

Spridningsberäkning: Ja

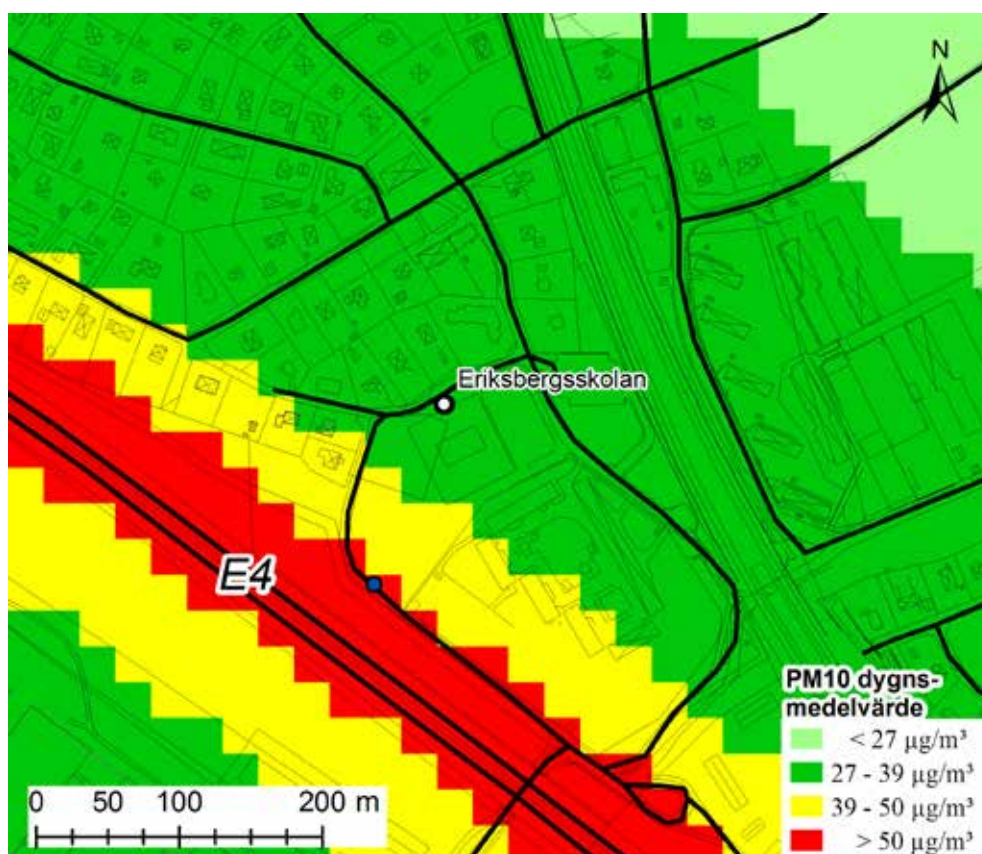


Figur 36. Kartor över Eriksbergsskolan.

Delsteg 2: Spridningsberäkningar av PM10

Spridningsberäkningen visar att miljö kvalitetsnormen för PM10 följs vid Eriksbergsskolan. Den beräknade dygnmedelhalten vid skolan och skolgården ligger i intervallet 33 - 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vid bollplanen ligger halterna mellan 44 och 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De beräkningsrutor 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 utför mätningar av NO_2 vid bollplanens sydvästra hörn dvs. den del som ligger närmast E4:an (se figur 37). Under 2008 - 2009 uppmättes årsmedelhalter av NO_2 på 21 - 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid bollplanen, vilket kan jämföras med uppmätta halter på 32- 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Trafikverkets mätstation på Lilla Essingen under samma period. Om man antar att förhållandet mellan uppmätt årsmedelhalt av NO_2 och uppmätt dygnsmedelhalt av PM10 är detsamma vid Eriksbergsskolan som på Lilla Essingen skulle en årsmedelhalt av NO_2 på 21 - 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ motsvara en dygnsmedelhalt av PM10 på 40 - 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid bollplanens sydvästra hörn för åren 2008 och 2009. Detta är liksom spridningsberäkningarna en indikation på att miljö kvalitetsnormen klaras på bollplanen vid Eriksbergsskolan.



Figur 37. Beräknade halter av PM10 vid Eriksbergsskolan 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: < 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bollplanen
33 - 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skolbyggnaderna och skolgården

Analys av åtgärder: Nej

Referenser

1. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun –Utsläppsdata för år 2008. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, LVF rapport 2010:12.
2. SVARTEMIS - Implementering av ARTEMIS Road Model i Sverige. EMFO Emissionsforskningsprogrammet, IVL rapport B1831, februari 2009.
3. Genomsnittliga emissionsfaktorer för PM10 i Stockholmsregionen som funktion av dubbdäcksandel och fordons hastighet. SLB-analys, Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM), Väg och transportforskning institutet (VTI). SLB rapport 2:2008.
4. Samlad lägesrapport om vinterdäck – Redovisning av ett regeringsuppdrag. Vägverket rapport FO 30 A 2008:68231.
5. SMHI Airviro Dispersion:
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>.
6. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
7. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdverket, NFS 2010:8.
8. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
9. Luften i Stockholm. Årsrapport 2010, SLB-analys, SLB rapport 1:2011.
10. Kartläggning av bensenhalter i Stockholm- och Uppsala län. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2004:14.
11. Kartläggning av bens(a)pyren-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnorm. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2009:5.
12. Kartläggning av arsenik-, kadmium- och nickelhalter i Stockholm och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnorm, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2008:25.
13. Kartläggning av partikelhalter (PM_{2,5}) i Stockholms och Uppsala län- jämförelser med miljökvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2010:23.
14. Uppdatering av NO₂-kartläggning i Stockholms och Uppsala län. Jämförelser med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2007:36. 8.
15. Kartläggning av partikelhalter (PM₁₀) i Stockholms och Uppsala län- jämförelser med miljökvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2003:1.
16. Exponering för partikelhalter (PM₁₀) i Stockholms län. Beräkning av befolkningens exponering, skolor och förskolors läge jämfört med partikelhalter samt hälsoriskuppskattning, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2007:17.
17. Miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen. Mät rapport 2009, SLB-analys, SLB rapport 6:2009.

18. Miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen. Utvärderingsrapport 2009, SLB-analys, SLB rapport 7:2009.
19. Miljöanpassad hastighet på E18 Norrtäljevägen. Utvärdering av mätdata från E18 och Södra länken, SLB-analys, SLB rapport 5:2010.
20. Kyrkskolan, Fribergaskolan, Mörbyskolan och Stocksundsskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10 och PM2.5) år 2006. LVF rapport 2006:38.
21. Beräkning av PM10-halten längs E18 i Danderyd - inverkan av hastighetsbegränsning, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2008:15.
22. Luftförorenings- och vindstudie vid Mörby centrum, 2008-12-08, U-2385, Haeger-Eugensson, M. och Jerksjö, M., IVL Svenska Miljöinstitutet.
http://danderyd.se/upload/bygg%20och%20miljö/detaljplaner/Mörby%20centrum/Luftföroreningsstudie%20Mörby_081208.pdf
23. Vertikal fördelning av luftföroreningshalter vid Mörby centrum, Tillägg till tidigare luftförorenings- och vindstudier vid Mörby centrum (U-2385 samt U-2608), 2009-08-24, U-XXX, , Haeger-Eugensson, M., IVL Svenska Miljöinstitutet.
<http://danderyd.se/upload/bygg%20och%20miljö/detaljplaner/Mörby%20centrum/Antagande/luftutredning.pdf>
24. 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.
25. Avståndets betydelse för luftföroreningshalter vid vägar och tunnelmyningar. Jämförelser mellan uppmätta och beräknade halter av kväveoxider (NO_x). LVF rapport 2010:22.
26. Gröndalskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂) år 2005. LVF rapport 2006:3.
27. Blommenbergsskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) år 2005. LVF rapport 2006:19.
28. Nybohovsskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) år 2005. LVF rapport 2006:18.
29. Försök med dammbindning med CMA mot höga partikelhalter i Stockholms innerstad 2007 och 2008, SLB-analys, SLB rapport 4:2008.
30. Försök med dammbindning längs E4/E20 vid L:a Essingen 2007, SLB-analys, SLB rapport 3:2007.
31. Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad 2006, SLB-analys, SLB rapport 6:2006.
32. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad, SLB-analys, SLB rapport 10:2005.
33. Västbergaskolan, spridningsberäkningar av halter inandningsbara partiklar (PM10) år 2005. LVF rapport 2006:20.

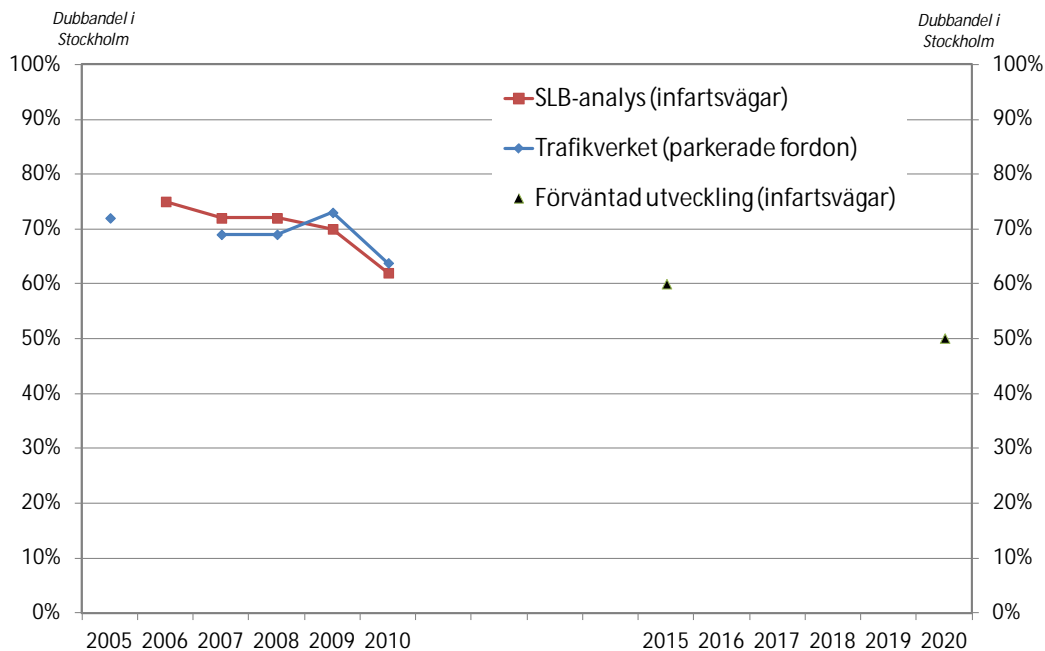
Flertalet SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på www.slb.nu/lvf/

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.

Resultat från mätningar av dubbdäcksandelar i Stockholm 2005-2010 samt antagen utveckling till år 2020





Stockholms- och Uppsala Läns Luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 35 kommuner, länens två landsting samt institutioner, företag och statliga verk. Samarbete sker med länsstyrelserna i länen. Även Gävle och Sandvikens kommuner är medlemmar. 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