

Näringsdepartementet

Miljödepartementet

**Redovisning av regeringsuppdrag N20006/4800/TP -  
uppdrag att utreda möjliga åtgärder för att minska  
partikelemissionerna från slitage och uppvirvling.**

Regeringen har gett Vägverket i uppdrag att i samråd med Naturvårdsverket och Sveriges Kommuner och Landsting, utreda möjliga åtgärder för att minska partikelemissionerna från slitage och uppvirvling från vägtrafiken. Uppdraget skall bland annat redovisa möjliga åtgärder när det gäller dubbdäcksanvändning och väghållning. Tekniska, miljömässiga, ekonomiska och juridiska konsekvenser av de möjliga åtgärderna bör belysas i uppdraget. I uppdraget ska även ingå att beakta effekterna på andra transportpolitiska mål, särskilt trafiksäkerheten.

Uppdraget ska redovisas senast 2007-04-02.

I bifogad rapport inklusive bilagor redovisas uppdraget. Utredningen har genomförts i samråd med Naturvårdsverket och Sveriges Kommuner och Landsting.



Ingemar Skogö



**Åtgärder för att minska emissionerna av partiklar från slitage  
och uppvirvling från vägtrafiken.**



## Innehåll

1. Inledning .....	3
2. Sammanfattning .....	3
3. Bakgrund.....	9
4. Källor till partiklar.....	11
5. Möjliga åtgärder och styrmedel.....	13
5.1 Allmänt om möjliga åtgärder .....	13
5.2 Däcktyp .....	14
5.3 Vägbeläggningar .....	20
5.4 Drift- och underhåll.....	24
5.5 Trafik.....	29
6. Sammantagen bedömning .....	33
Källförteckning .....	36
Bilageförteckning.....	39

## 1. INLEDNING

Regeringen har gett Vägverket i uppdrag att i samråd med Naturvårdsverket och Sveriges Kommuner och Landsting, utreda möjliga åtgärder för att minska partikelemissionerna från slitage och uppvirvling från vägtrafiken. Uppdraget skall bland annat redovisa möjliga åtgärder när det gäller dubbdäcksanvändning och väghållning. Tekniska, miljömässiga, ekonomiska och juridiska konsekvenser av de möjliga åtgärderna bör belysas i uppdraget. I uppdraget ska även ingå att beakta effekterna på andra transportpolitiska mål, särskilt trafiksäkerheten. Bakgrunden till uppdraget att utreda möjliga åtgärder är att det visat sig svårt att nå miljökvalitetsnormer och miljömål för partiklar.

Vägverket har fokuserat utredningen till de insatser som bedöms kunna ha en betydande påverkan på emissionerna av partiklar från slitage och uppvirvling och därmed i sin förlängning på halterna. Därför har källor som bidrar mycket litet till partikelhalterna inte beaktats nämnvärt.

När det gäller frågorna om slitagepartiklarnas hälsoeffekter så behandlas detta komplicerade område inte i denna rapport, dels för att det inte ingår i uppdraget, dels eftersom man från vetenskapligt håll framhåller att det finns mycket osäkerheter i kunskapsläget. Intensiv forskning om olika partiklars hälsoeffekter pågår och det är i skrivande stund osäkert om partiklar från slitage och uppvirvling ska betraktas som annorlunda vad gäller hälsopåverkan på människan än de avgasrelaterade partiklarna. Mycket talar för att slitagepartiklarna främst påverkar förekomsten och styrkan av sjukdomar i andningsorganen.

## 2. SAMMANFATTNING

Utifrån en genomgång av forskningsresultat och underlagsrapporter till detta uppdrag, faller några åtgärder ut som de mest relevanta för att minska partikelemissionerna på grund av slitage och uppvirvling. Att minska *dubbdäcksslitaget* är den enskilt viktigaste åtgärdsalternativet. Trafikens *hastighet* kan på vissa sträckor med höga halter sänkas temporärt eller säsongsvis, framför allt där vinster ur trafiksäkerhets- och bullersynpunkt kan understödja åtgärden. Anpassning av kvalitet och mängd när det gäller *vintersanden* för halkbekämpning bedöms vara en möjlig åtgärd i vissa tätorter och trafikmiljöer där sandning används. *Dammbindning* kan användas för att bekämpa uppvirvling, men bör ses som en temporär åtgärd för att klara lagreglerade normer vid extremt höga halter under tiden fram till att åtgärder för att minska produktionen av slitagepartiklar gjort verkan.

Vägtrafikens bidrag till partiklar mätt som  $PM_{10}$  (inandningsbara partiklar, mindre än  $10 \mu m$  i aerodynamisk diameter) i utomhusluften är väsentligt i stadsmiljöer. Bidraget är dock starkt årstids- och väderberoende. Under sen höst, vinter och framför allt under upptorkningsfasen på våren, kan partiklar från slitage och uppvirvling stå för en totalt dominerande del av halterna i luften i gaturum. I bakgrundsluft i städerna är bidraget betydligt mindre och halterna kan i stället domineras av långväga transporterade partikulära luftföroreningar. Vid nederbörd och fuktigt väder är bidraget från vägdamms till halterna mycket litet, även om produktionen av partiklar via slitage av vägbanor fortsätter till och med i ökad omfattning. Vid jämförelse med reglerade halter (miljökvalitetsnormen för  $PM_{10}$ ) kan man se ett geografiskt samband som framför allt hänger samman med de klimatologiska förhållandena. Halterna tenderar att vara högre med mer överskridanden i mellersta Sverige, där en stor del av trafikarbetet vintertid sker på snö- och isfria vägar. I norra delen av landet sker en betydligt större del av trafikarbetet under vintertid på vinterväg och i södra Sverige har man högre bakgrundshalter, men förhållandevis mindre lokalt bidrag till  $PM_{10}$ -halterna, bland annat p.g.a. mindre användning av dubbdäck.

Åtgärder för att minska emissionerna är av två slag: *minska bildningen av slitagepartiklar och minska uppvirvlingen av partiklar.*

Åtgärder för att minska bildningen av slitagepartiklar är av följande slag: *minska slitaget från fordonsdäck, öka vägbeläggningens motståndskraft mot slitage, minska mängden halkbekämpningsmaterial som kan slita på vägbeläggningen samt minska fordonens mängd och hastighet.*

Åtgärder för att minska uppvirvlingen är av följande slag: *minska mängden uppvirvlingsbara partiklar i vägområdet (minska produktionen, minska tillförseln), dämpa uppvirvlingens storlek (t.ex. dammbindning, hastighetssänkning, trafikminskning).*

Av de ovan nämnda möjliga åtgärder är det åtgärder mot primärproduktionen av slitagepartiklar samt minskad tillförsel av partiklar till vägar och gator som är nödvändiga och bedöms som mest effektiva över tid. Det saknas dock möjlighet att kvantifiera vissa av åtgärderna idag, men de har ändå bedömts relevanta att redovisa.

Den enskilt mest effektiva åtgärden för att minska emissionerna av slitagepartiklar är att minska slitaget från dubbdäcken. Partikelmätningar i utomhusluften under senhösten när fordonen i stor utsträckning förses med vinterdäck med dubbar och ingen sandning av vägbanorna skett, visar att halterna stiger starkt i gatunivå. Detta är framför allt tydligt i Mellansverige där en stor del av trafikarbetet under vintern sker på bara vägbanor. Effektsamband för gator i Stockholms innerstad vid torra förhållanden anger att dygnsmedel av  $PM_{10}$ -halten ökar med i genomsnitt ca  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för varje ökning av dubbdäcksandelen med 10 %. Dubbdäckens nötning och bidrag till  $PM_{10}$  är väl belagt även i laboratoriestudier.

Den nuvarande reglerade nivån på dubbvikt och utstick bedöms vara optimal om inte dubbens friktionshöjande funktion ska omintetgöras. Det återstår då att minska andelen dubbdäcksförsedd vintertrafik i tätorter med höga partikelhalter. Den bör dock inte vara noll, eftersom en viss andel dubbdäckstrafik bedöms vara positivt ur trafiksäkerhets- och framkomlighetsperspektiv. På längre sikt kan teknisk utveckling tänkas ske som optimerar mellan minimalt slitage och bra friktion vid besvärliga väglag.

Hastighetens betydelse för produktionen av  $PM_{10}$  är betydande. Om hastigheten ökar från 50 till 100 km/tim fördubblas slitaget enligt mätningar i fält. En sänkning från 70 km/tim till 50 km/tim kan ge sänkningar av  $PM_{10}$ -emissionen med uppemot 40 % enligt resultat från mobila mätningar. En sänkning från 50 km/tim till 30 km/tim skulle kunna ge ca 20 - 30 % sänkning av emissionen. Dessa effekter innefattar både minskad produktion och minskad uppvirvling. Vad detta har för betydelse för halten är svårt att säga något generellt om, eftersom förhållandena är så varierande på olika orter och i olika trafikmiljöer. Hastighetsbegränsning under vintertid kan vid gator och trafikleder, där det är höga halter och bor mycket människor i nära anslutning till vägen, vara betydelsefull ur partikelsynpunkt om man kan räkna med god efterlevnad. Åtgärden är också intressant ur helhetsperspektiv, eftersom den samverkar med andra mål, t.ex. minskade bullernivåer, koldioxidutsläpp och bättre säkerhet för oskyddade trafikanter.

Även optimerad användning och en förbättrad kvalitet på vintersand för halkbekämpning bedöms kunna minska emissionerna. Sandens påverkan på  $PM_{10}$  kan minskas på två sätt, dels genom minskad mängd  $PM_{10}$ -material i själva sanden, dels genom minskad s.k. sandpappereffekt (vintersand kan bidra till ökat slitage på vägbeläggningen). Utifrån mätningar i laboratoriemiljö kan slutsatsen dras att det är stor skillnad på olika sandningsmaterial när det gäller hur mycket  $PM_{10}$  de bidrar

med. Krossat bergmaterial avger mindre  $PM_{10}$  än naturgrus och tvättat material avger mindre än otvättat. Eftersom sand som mals ned och dessutom sliter på beläggningen, är en bidragande orsak till  $PM_{10}$ -problemen bedöms även en effektivare vårstädning kunna bidra till lägre emissioner. Försök som genomförts i USA och i Stockholm har dock visat att städning med traditionella sopmaskiner har mycket liten effekt på  $PM_{10}$ -halterna. Alternativa metoder för städning behöver därför utvecklas.

Under vårens upptorkning av vägbanorna frigörs mycket av det upplagrade avnötta materialet från vinterns slitage samt eventuella bidrag från halkbekämpningsmaterial som spridits under vintern. Samtidigt fortsätter även direktmissionen från dubbdäckslitage och att kvantifiera hur stor del som beror på vad går inte att göra säkert i dagsläget. Direktmissionens betydelse bedöms vara av stor betydelse även på våren.

Uppvirvlingen av sand har betydelse, men sannolikt en mindre betydelse än däckvägbaneslitaget. Det verkar vara mycket varierande i vilken utsträckning, hur mycket och vilken sort och mängd sandningssand som används i svenska kommuner. Längs det statliga vägnätet används sandning i mycket begränsad utsträckning i Mellansverige. Det finns också studier som visar att en stor del av sanden virvlar bort från vägbanan redan efter några få fordonsrörelser. Bedömningen är dock att det finns anledning att minska emissionerna från båda källorna (både från direktslitage av dubbdäck samt från slitage och resuspension av sandningssand).

Dammbindning med hjälp av saltlösningar som sprids på vägbanorna har reducerat halterna  $PM_{10}$  mellan 10 % och 40 % i studier i Sverige och Norge. Effekterna var dock relativt kortvariga (några timmar till några dygn). Åtgärden är därför främst att betrakta som en akutåtgärd vid extremt höga halter för att klara lagreglerade halter längs vägsträckor där många människor exponeras. Det är inte helt klarlagt vilket dammbindningsmedel som är optimalt ur samtliga aspekter. Dessutom ökar produktionen av partiklar eftersom dammbindningsmedlet håller vägbanan våt längre och våta beläggningar slits mer än torra.

Ett åtgärds paket bör innehålla systematiska kommunikations- och informationsinsatser. Kunskapsuppbyggnaden inom området är en kärnfråga och berör många aktörer och målgrupper. Kunskap om vad som är problemet liksom relevanta åtgärder behöver kontinuerligt kommuniceras. Redan i dag pågår ett kommunikativt arbete i flera kommuner och regioner i samarbete med

däckbranschen. Vägverket har ett huvudansvar som sektorsansvarig myndighet och Naturvårdsverket har en roll som central förvaltningsmyndighet på miljöområdet och som central tillsynsmyndighet enligt lag om gaturenhållning. De centrala myndigheterna har därigenom ett naturligt ansvar för kommunikationen och samarbete med olika aktörer.

Kunskapshöjande insatser för väghållare om betydelsen av kvaliteten på vintersanden och spridningsmängder etc. bör genomföras. Råd, handböcker och upphandlingsregler men även andra insatser som seminarier kan vara instrument för att åstadkomma åtgärderna.

Utöver kommunikations- och informationsinsatser så kommer sannolikt ytterligare styrmedel behövas för att i tillräcklig omfattning minska dubbdäcksanvändningen i större tätorter med höga halter. En beredskap och möjlighet för att kunna införa ekonomiska styrmedel angående dubbdäck i tätort bör finnas. Detta arbete bör påbörjas snarast, eftersom processen kan vara lång för att få fram ett rättsligt underlag för eventuellt införande av ekonomiska styrmedel för dubbdäck i tätorter med höga partikelhalter. Regeringen bör initiera att förutsättningar skapas för införande av sådant styrmedel.

En ökad användning av tvättad bergkross som halkbekämpningsmaterial i stället för natursand samverkar med andra mål. Det bedöms att flisigt krossmaterial stannar längre på vägbanan och gör därmed en större nytta ur framkomlighets- och trafiksäkerhetssynpunkt. En minskad användning av naturgrus är positiv ur resursförbrukningssynpunkt. Dock ökar kostnaderna för väghållare eftersom kostnaderna givetvis är högre för krossat och tvättat material. Optimering vad gäller utlagd mängd bör rimligtvis kunna minska kostnaderna något. Det finns även möjlighet att öka användningen av andra halkbekämpningsmetoder än sand och traditionellt vägsalt. Information till väghållare, upphandlingskrav och att kostnaderna för att använda naturgrus ökar kan påverka förhållandet. Utveckling av råd och handböcker kan behövas. Kommunerna använder i stor utsträckning krossat berg i dag, endast en mindre andel av kommunerna använder natursand på gator.

När det gäller åtgärder på vägbeläggningsidan bedöms potentialen vara mindre, främst för att de mest effektiva åtgärderna redan är genomförda. Däremot finns det anledning att inventera var problemen är stora med höga halter och många människor exponerade och avgöra om beläggning med bättre egenskaper ur  $PM_{10}$ -synpunkt ska användas vid nyläggning och underhåll. Det är viktigt att inte bara fokusera på  $PM_{10}$ ,





utan även på vad innehållet i partikelmassan är. Olika mineral har troligen olika potential att orsaka hälsoeffekter. Det pågår arbete med att ta fram råd för val av beläggning som även ska innefatta partikelbildningsförmåga.

Ytterligare förslag på åtgärder finns presenterade i underlagsrapporten "Åtgärder mot partiklar" (bilaga 4). Anledningen att de inte tagits med här beror på att de bedöms ha en liten potential på  $PM_{10}$ -halten i allmänhet och i förhållande till MKN. Detta innebär inte att de är ointressanta och kunskapsutveckling kan i framtiden göra att någon/några av dessa ska lyftas fram som mer effektiva.

### **Tilläggsuppdrag om lokal differentiering av dubbdäcksanvändning**

Stockholms kommun har i en framställan till regeringen begärt att en översyn av lagstiftningen bör göras, så att landets kommuner skall få utökade möjligheter till en mer flexibel tidsbegränsning av dubbdäcksanvändningen. Ärendet har överförts till Vägverket för utredning. Vägverkets svar på detta tilläggsuppdrag presenteras i bilaga 1. Vägverket anser att nuvarande tidsbegränsning beträffande användning av dubbdäck är lämplig, både från trafiksäkerhets- och väghållningssynpunkt och att den även i fortsättningen bör regleras centralt och vara lika över hela landet. Om kommunerna skulle få möjlighet att tidsbegränsa användningen av dubbdäck kommer det sannolikt att innebära olika tidsperioder med dubbdäcksförbud mellan kommunerna. Det skulle vara synnerligen opraktiskt och begränsa möjligheten att resa inom landet om olika tider för dubbdäcksförbud skulle gälla beroende på vilka kommungränser som passeras.

### **Konsekvenser**

Underlaget ger idag inte möjlighet att i monetära termer beskriva effekterna på total nivå av de i denna rapport beskrivna åtgärderna. Det beror till största delen på kunskapsbrist när det gäller halter i många kommuner och brist på underlag för vissa av de enskilda åtgärderna och styrmedlen. Problemet att samhällsekonomiskt beräkna konsekvenserna är även beroende av att det fortfarande saknas specifika hälsokostnader för partiklar från slitage och uppvirvling. Det är mycket viktigt att fortsatt forskning om slitagepartiklar och deras effekter på människors hälsa bedrivs för att klargöra dessa samband.

Konsekvenserna för andra samhällsintressen, såsom trafiksäkerhet och framkomlighet, av de här framförda möjligheterna att minska emissionerna av partiklar från slitage och uppvirvling bedöms som små. De viktigaste faktorerna för bedöms vara trygghetskänsla hos bilisterna och framkomlighet vid de mycket

besvärliga väglag som inträffar någon enstaka gång per vinter, men som inte är dominerande över vintersäsongen. Trygghetskänsla och framkomlighet kan delvis nås med information och delvis med bättre vinterväghållning med snabbare insatser vid snabba väderomslag. Kostnaderna för väghållaren bör minskas på längre sikt genom mindre kostnader för slitage på vägbeläggning och vägmarkeringar.

Risken för ökad dödlighet i trafikolyckor på grund av en större användning av dubbfria vinterdäck i stora tätorter i Mellansverige bedöms som mycket liten. Den tekniska utvecklingen av fordon med t.ex. antisladdsystem samt eventuellt nya hastighetsgränser minskar riskerna än mer. Det finns inga perfekta däck för alla situationer utan det är körsättet och hastigheten som är avgörande för trafiksäkerheten. Allmänt sett anses att trafikanten försöker konstanthålla risken för olycka och kompenserar för sämre friktion i det fall den kan förutses. Vid förhållanden i verklig trafik med blankis blir det sällan några allvarliga olyckor eftersom bilister direkt vid start märker att det är halt och anpassar hastighet och körsätt så att sladd undviks. Forskning visar att bilister med dubbfria vinterdäck håller lägre hastigheter och längre avstånd till annan trafik än bilister med dubbdäck. Åtgärden mindre dubbandel samverkar med bullermål, dels genom att dubbfria däck orsakar mindre buller, dels genom att möjligheten att i större utsträckning lägga mer lågbullrande beläggningar ökar.

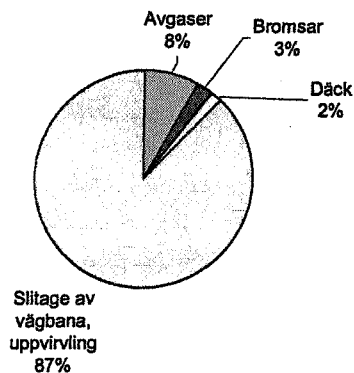
En viss andel av trafikarbetet vintertid bör fortfarande ske med dubbdäck p.g.a. den uppruggande effekt de har på stenen i vägbeläggnings slitlager, som poleras till mycket låga friktionsvärden av sommardäcken under sommaren. Även på is och packad snö under vintern har dubbdäcken en friktionshöjande effekt. Hur stor denna andel ska vara är inte vetenskapligt klarlagt. Tidigare studier, både i Sverige och utomlands, tyder på att ett totalt dubbdäcksförbud skulle vara negativt ur samhällsekonomisk synvinkel, men dessa studier har oftast inte tagit hänsyn till effekter på hälsa och miljö. Dubbdäcksandelen bör framför allt reduceras mest där nettovinsten för samhället är som störst. Det är där halterna är höga och många människor exponeras och där halterna till dominerande del beror på vägslitage på grund av att det mesta av trafikarbetet vintertid sker på bara, snöfria vägbanor.

### **3. BAKGRUND**

Partikelmängden i utomhusluft beror av en stor mängd faktorer, varav vägtrafiken svarar för en betydande del. Det handlar till exempel om s.k. "vägdamm" (från t.ex. sandningssand, vägbeläggnings-, däcks- och bromsslitage), avgaser, markerosion och utsläpp från småskalig vedeldning, energianläggningar, industriverksamhet och en

betydande del kommer från utländska källor. Halterna av inandningsbara partiklar ( $PM_{10}$ ) är reglerat i direktivet 1999/30/EG, och infört i svensk lagstiftning som miljö kvalitetsnormerna (MKN) i förordning 2001:527. Partiklar från vägtrafik förekommer i hela storleksintervallet, från de allra minsta (ultrafina,  $<0,1 \mu m$ ) till de grövsta, som inte kan sväva utan hamnar på marken i vägens närområde. Huvuddelen av slitagepartiklarna finns i storleksfraktionen  $0,5 \mu m$  till  $10 \mu m$ .

Under första halvan av året, då resuspensionen är störst, svarar partiklar från slitage och uppvirvling för den helt dominerande delen, kan i vissa miljöer vara över 80 % av den totala  $PM_{10}$ -halten. Andelen avgaspartiklar av de lokalt emitterade partiklarna är mindre än 10 %, räknat som  $PM_{10}$ . När det gäller *antalet* partiklar utgör avgaspartiklar dock den dominerande delen.



Figur 1. Källor för partikelemissioner i Stockholm, 2003.

Meteorologiska förutsättningar har mycket stor betydelse för  $PM_{10}$ -halterna. Under perioder med torr väderlek, främst vinter och vår, ökar halterna flera gånger jämfört med perioder med nederbörd. Intransport av partiklar spelar också stor roll för halt nivåerna, speciellt episoder med ursprung på kontinenten.

I Sverige finns det betydande skillnader i halt nivåer mellan olika kommuner i olika delar av landet. Den källfördelning som visas ovan i figur 1 är troligen inte representativ för hela landet, p.g.a. skillnader i klimat och dubbdäcksanvändning, men det finns mycket litet underlag för bedömning av detta. De högsta halterna av finns i dåligt ventilerade gaturum med mycket trafik i Mellansverige. För att klara de halter av partiklar i omgivningsluften utomhus som regleras genom miljö kvalitetsnormer behöver i vissa gaturum i en del tätorter framför allt i

Mellansverige flera åtgärder vidtas, varav de mest betydelsefulla för vägtrafiksektorn ska belysas här.

Kommunerna har ansvar för att kontrollera partikelhalterna i utomhusluften. Om halterna bedöms kunna överskrida en miljökvalitetsnorm ska kommuner underrätta Naturvårdsverket som då ska utreda om behov av åtgärdsprogram föreligger. Regeringen beslutar därefter om åtgärdsprogram ska tas fram.

Åtgärdsprogram med syfte att uppfylla miljökvalitetsnormen för partiklar har tagits fram för Stockholms län, Norrköpings kommun, Göteborgs stad och Uppsala kommun. Därutöver har Naturvårdsverket utrett behovet av åtgärdsprogram för att klara normen för partiklar i Landskrona, Höganäs, Mariestad och Sundsvall. Naturvårdsverket har för dessa senare uppräknade tätorter kommit fram till att åtgärdsprogram inte bör tas fram i dagsläget. Antingen för att halterna har bedömts ligga strax under normens nivå eller så har mätunderlaget varit alltför bristfälligt för en bedömning. Efter en underrättelse från Jönköpings kommun utreds för närvarande behovet av åtgärdsprogram för partiklar i Jönköping. Underrättelserna från kommunerna tyder på att partikelhalter över normens nivå är vanligast förekommande i enstaka hårt trafikerade gatumiljöer i tätorter i Mellansverige. I Stockholmsregionen är överträdelserna mer omfattande. Osäkerhet om alltför långtgående slutsatser föreligger dock då kartläggningarnas kvalitet och omfattning varierar mellan olika kommuner.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft bedöms av Naturvårdsverket som mycket svårt att klara inom en generation, dvs. till 2020. Höga halter av partiklar är en av de faktorer som gör det svårt att nå miljömålet. Även det delmål under Frisk luft som behandlar partiklar är mycket svårt att nå till mållåret 2010. De flesta tätorterna söder om Dalälven, samt större tätorter längs Norrlandskusten, riskerar överskrida delmålet årsmedelvärde för  $PM_{10}$  i urban bakgrund. Mätningar under vinterhalvåret visar att delmålet årsmedelvärde och dygnsmedelvärde överskrids. Endast ett fåtal tätorter har mätt hela året och därför följs inte delmålet upp fullständigt. Sedan  $PM_{10}$  började mätas i början av 1990-talet har ingen avtagande trend kunnat konstateras. Delmålet för  $PM_{10}$  kommer inte att kunna nås utan ytterligare åtgärder.

#### **4. KÄLLOR TILL PARTIKLAR**

Emissionerna av slitagepartiklar uppstår i kontakten mellan fordonens däck och vägytan. Uppvirvlingen av partiklarna i vägområdet orsakas av turbulensen från fordonsrörelser och vind. Vid analyser av partikelmateriale från vägtrafiken i

laboratoriemiljö, likväl som i verklig trafikmiljö, har man konstaterat att den totalt dominerande delen av partikelmaterialet har mineralogiskt ursprung. I vissa dåligt ventilerade miljöer som också sandas för halkbekämpning vintertid finns anledning att anta att en del av detta material också bidrar till  $PM_{10}$ -halten, enligt finska studier.

De partiklar som redan finns i vägområdet, är antingen bildade i trafikmiljön (slitage- eller förbränningspartiklar) eller också är de bildade i någon annan process och har transporterats (med vind, fordon, människor etc.) till trafikmiljön.

#### **Faktorer som påverkar emissionerna**

Produktionen av slitagepartiklar bestäms huvudsakligen av följande faktorer:

- dubbdäcksandel,
- stenmaterialet slitstyrka, (även stenstorleken),
- vägbanans fuktighet,
- fordonshastigheten,
- vintersandningens kvalitet och mängd.

De exakta kvantitativa sambanden mellan olika faktorer såsom stenmaterial, maximal stenstorlek, stenhalt och fordonshastighet och  $PM_{10}$ -halterna är dock inte säkerställda.

#### **Faktorer som påverkar spridningen**

Uppvirvlingen av tidigare deponerat material är framför allt beroende av:

- mängden material som ackumulerats eller tillförts vägbanan
- typen av däck
- vägbanornas fuktighet
- fordonens hastighet och storlek

Den helt avgörande faktorn är vägbanans fuktighet. Vid våta vägbanor sker ingen eller mycket liten emission till luften på grund av uppvirvling av ackumulerade partiklar. Vid torra vägbanor beror uppvirvlingen på depån av material, turbulensen orsakad av fordonen som i sin tur styrs av fordonens storlek, hastighet och vilka däck som används. Den största uppvirvlingen sker under upptorkningen under våren. Mätningar av totalt vägsitage har dock visat att *slitaget* med dubbdäck kan vara upp emot 4 gånger större på våta vägbanor jämfört med torra. Extremt höga  $PM_{10}$  halter har konstaterats vid torra förhållanden som inträffar efter en längre tid med våta vägbanor.



## 5. MÖJLIGA ÅTGÄRDER OCH STYRMEDEL

### 5.1 Allmänt om möjliga åtgärder

Partikelhalterna kan minskas från två olika utgångspunkter: antingen minskade emissioner (åtgärder nära källan); eller också hindrar man spridning (åtgärder för att minska halterna). Åtgärder nära källan brukar framhållas som potentiellt kostnadseffektiva. I den mån detta inte räcker till, bör det kompletteras med åtgärder mot spridningen.

Utifrån detta synsätt faller några åtgärder ut som de mest relevanta när det gäller möjliga åtgärder mot partikelemissioner från slitage och uppvirvling. *Dubbdäcksslitage* är den enskilt viktigaste åtgärdsalternativet. Även trafikens *hastighet* och *mängd* kan på vissa sträckor med höga halter vara av intresse att sänka, framför allt där vinster ur säkerhets- och bullersynpunkt kan understödja åtgärden. *Halkbekämpningsandens* kvalitet och mängd kunna vara en möjlig åtgärd i vissa tätorter och trafikmiljöer där vintersand används och tidigt upptag på våren ha en viss positiv effekt. *Dammbindning* kan användas för att bekämpa uppvirvling, men bör ses som en temporär åtgärd för att klara MKN vid extremt höga halter, under tiden fram till att åtgärder för att minska produktionen av slitagepartiklar gjort verkan. Man bör dock notera att produktionen av partiklar ökar eftersom dammbindningsmedlet håller vägbanan våt längre och våta beläggningar slits mer än torra.

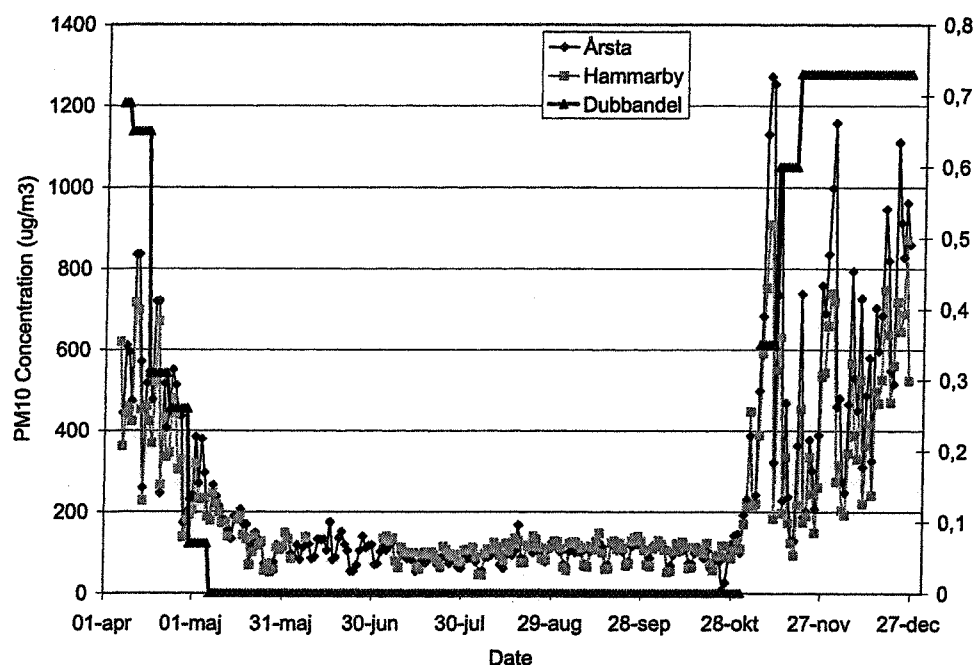
Övriga åtgärder som är av intresse, men som här har bedömts ha mindre potential är förbättrade vägbeläggningar och förbättrad vägrengöring. För vägbeläggning beror det på att de effektivaste åtgärderna redan är genomförda. Ytterligare forskning och utveckling bedöms behövas för att kunna vidta ytterligare effektiva belägningsåtgärder. På vissa sträckor kan det dock vara aktuellt att man vid underhåll byter till beläggning med bättre PM<sub>10</sub>-egenskaper. För vägrenhållning krävs det teknikutveckling vad gäller fordon och metoder, om det ska visas att förbättrad rengöring verkligen sänker PM<sub>10</sub>-emissionerna (bilaga4). En minskning av depån genom förbättrade renhållningsåtgärder bör rimligtvis leda till mindre uppvirvling av PM<sub>10</sub>.

## 5.2 Däcktyp

### 5.2.1 Allmänt om åtgärdsområdet däcktyp

Vinterdäck som är försedda med dubbar (dubbdäck) producerar avsevärt mycket mer PM<sub>10</sub> än motsvarande däck som inte är försedda med dubbar. Det är konstaterat både laboratoriestudier och i studier i verklig trafikmiljö (bilaga 2).

Problemet kan illustreras med följande figur som visar PM<sub>10</sub>-halterna i Södra länken tunnelns mynning i Stockholm efter snöovädret i början av november 2006. Eftersom inga fordon hade vinterdäck på innan ovädret var halterna låga. Veckorna efter att ovädret lamslagit staden var dubbdäcksandelen uppe i över 70 % och halterna av PM<sub>10</sub> ökade kraftigt. Händelsen illustrerar betydelsen av direktmissionen av partiklar för halterna.



Figur 2. PM<sub>10</sub> halter i Södra länken samt andelen personbilar med dubbade däck under april – december 2006.

I Sverige använder en stor del av personbilstrafikanterna vinterdäck med dubbar under vinterhalvåret. Det är stor skillnad på andelen i södra respektive norra delarna av landet. I norra Sverige ligger dubbdäcksandelen på över 90 %, i mellersta delarna av landet på ca 70-80% och i södra delen på ca 40 %. En paradox i sammanhanget är

att dubben i däcken enligt studier är till största nytta på is, ett förrädiskt men sällan förekommande väglag som företrädevis uppträder vid snabba temperaturfall kring 0° C. Dessa väderomslag är vanligare i södra delarna av landet, där dubbdäcksandelen är lägre. I norra delarna av landet där dubbdäcksandelen är hög är det förhållandevis långa perioder av stabilt vinterväglag, där dubben i däcken har mindre betydelse. Å andra sidan sliter de inte heller upp partiklar i samma utsträckning när det råder vinterväglag.

En genomgång av den juridiska styrningen avseende dubbdäcksanvändning ges i bilaga 6. En huvudfråga när det gäller styrning är om bestämmelser om användning av dubbdäck ska betraktas som utrustningsbestämmelser eller som trafikregler. I 1 § lagen (1975:88) med bemyndigande att meddela föreskrifter om trafik, transporter och kommunikationer har riksdagen bemyndigat regeringen att meddela föreskrifter om trafik på väg och i terräng och också att överlåta åt bland annat kommun att meddela sådana föreskrifter. Med stöd av bemyndigandet har regeringen beslutat trafikförordningen (1998:1276), som bland annat innehåller trafikregler och bemyndiganden för Vägverket, länsstyrelser och kommuner att i olika avseenden meddela lokala trafikföreskrifter med särskilda trafikregler.

Bemyndigandet för regeringen i fordonslagen (2002:574) ger inte möjlighet att delegera till kommun att besluta bestämmelser om fordons beskaffenhet och utrustning. I fråga om beskaffenhet och utrustning finns därför inte någon motsvarighet till lokala trafikföreskrifter.

Enligt 9 kap. 44 § Vägverkets föreskrifter (2003:23) om bilar och släpvagnar som dras av bilar får dubbade däck inte användas under perioden den 1 maj – 30 september om det inte under denna tid råder vinterväglag eller sådant kan befaras och detta motiverar användning av dubbade däck. Bestämmelsen är att se som en utrustningsbestämmelse.

Trafikförordningen innehåller inte någon trafikregel om användning av dubbdäck. Däremot en bestämmelse, 4 kap 18 a §, om att vid färd på väg den 1 december – den 31 mars när vinterväglag råder skall personbil, lätt lastbil och buss med en totalvikt av högst 3,5 ton samt släpvagn, som dras av sådant fordon, vara försedd med vinterdäck eller likvärdig utrustning.



### 5.2.2 Faktorer som påverkar

Dubbarna i däcken krossar och mal loss material ur vägbeläggningen när den är bar. Dagens dubbdäck med lättviktsdubb (max 1,1 g) sliter ca hälften så mycket jämfört med däck med ståldubb (1,8 g) som användes fram till början av 1990-talet.

Emissionen av nybildade partiklar från torra vägbanor är troligen proportionell mot produktionen av slitagepartiklar. Emissionsfaktorer för dubbdäck har i provvägsmaskin uppskattats till ca 0,6 gram per fordonskilometer vid 100 % dubbdäcksandel. I verklig trafik har uppmäts emissionsfaktorer på ca 0,43 g/fkm (40 % dubbdäck) och 0,2-0,4 g/fkm (ca 30 % dubbdäck) i södra Sverige. Det är främst dubbdäcken som orsakar den depå av partiklar som kan virvla upp vid torra förhållanden. Som jämförelse kan man i Tyskland inte se något hastighetsberoende när det gäller PM<sub>10</sub>-emissionerna och där är dubbdäck inte tillåtna.

1992 harmoniserades dubbdäcksreglerna mellan Sverige, Norge och Finland för att minska väglitaget. De tekniska kraven skärptes beträffande dubbvikt, antal dubbar, dubbutstick och dessutom infördes krav på statisk dubbkraft (bilaga 5).

Den skärpning av de tekniska kraven som genomförts, med införande av s.k. lättviktsdubbar, bedöms ligga på en optimal nivå. Det har framförts kritik att nuvarande tekniska krav på dubbdäck är för stränga och inte ger tillräckligt grepp på isväglag. En ytterligare skärpning av dubbkraven skulle därför kunna innebära att framkomlighets- och trafiksäkerhetseffekten minskar ytterligare eller uteblir helt. På längre sikt kan möjligheten till tekniska innovationer tänkas, även om priset för dessa däck skulle bli högt. "Intelligenta" däck där dubbar kunde fällas ut vid behov skulle optimera avvägningen mellan mindre slitage och bra framkomlighet vid besvärligt väglag.

### 5.2.3 Vad kan göras?

Ett åtgärds paket bör innehålla systematiska, kontinuerliga, integrerade och samordnade kommunikations- och informationsinsatser. Kunskapsuppbyggnaden inom området är en kärnfråga och berör många aktörer och målgrupper. Kunskap om vad som är problemet liksom relevanta åtgärder behöver kontinuerligt kommuniceras. Det behöver göras i ett för målgrupperna så lämpligt sammanhang och vid en så väl vald tidpunkt som möjligt. Redan i dag pågår ett kommunikativt arbete i flera kommuner och regioner i samarbete med däcksbansbranschen.

Vägverket har som sektorsansvarig myndighet, huvudansvaret för centrala kommunikations- och informationsinsatser inom detta område, men även Naturvårdsverket har en roll som central förvaltningsmyndighet på miljöområdet och

som central tillsynsmyndighet enligt lag (1998:814) med särskilda bestämmelser om gatuhållning och skyltning. De centrala myndigheterna har därigenom ett naturligt ansvar för kommunikationen och samarbete med olika aktörer. Det finns även andra myndigheter och organisationer som bör ha en viktig roll i kommunikationen. Sveriges Kommuner och Landsting har en viktig roll via sina kontaktvägar med kommunernas gatu-, miljö- och planeringsavdelningar. Kommunikativa insatser lokalt/regionalt behöver lokala och regionala myndigheter, kommuner och andra aktörer ta ansvar för att genomföra.

Utöver kommunikations- och informationsinsatser så kommer sannolikt ytterligare styrmedel behövas för att i tillräcklig omfattning minska dubbdäcksanvändningen i större tätorter med höga halter och där normerna inte klaras. En beredskap och möjlighet för att kunna införa ekonomiskt styrmedel för dubbdäck i tätort bör finnas. Regeringen bör därför snarast initiera att förutsättningar skapas för införande av ett sådant styrmedel som troligtvis måste tas ut som en skatt, eftersom avgifter kräver direkta motprestationer av det allmänna som är svårt att definiera i denna fråga. Nuvarande kunskapsläge antyder att det är i storstadsregionerna som halterna är som högst och därför där flest människor utsätts för höga halter. Olika tänkbara styrmedel presenteras i bilaga 3.

#### **5.2.4 Effekter och konsekvenser**

Den enskilt mest effektiva åtgärden för att minska emissionerna av slitagepartiklar är att minska dubbdäcksslitage. Partikelmätningar i utomhusluften under senhösten när fordonen i stor utsträckning förses med dubbdäck, stiger halterna mycket starkt i gatunivå och detta innan någon sandning av vägbanorna skett. Detta är framför allt i Mellansverige där en stor del av trafikarbetet under vintern sker på bara vägbanor. Dubbdäckens slitage och bidrag till  $PM_{10}$  är väl belagt även i laboratoriestudier. Studier i Oslo (Bartonova m.fl., 2002) drar slutsatsen att 10 % lägre dubbfrekvens sänker årsmedelhalten i Oslo med  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Framtagna samband för dygnsmedelhalt i Stockholm vid torra förhållanden anger att  $PM_{10}$ -halten ökar med i genomsnitt ca  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för varje ökning av dubbdäcksandelen med 10 % (Johansson m.fl. 2004). Utslaget på helår eller vinterhalvår blir påverkan på halterna lägre eftersom dubbdäck bara används under vintern och att det under perioder med nederbörd är mycket låga halter. För förhållanden i Stockholm har man beräknat att en halvering av dubbdäcksandelen från ca 70 % till ca 30 - 40% skulle kunna sänka halterna med 20-25% på Stockholms innerstadsgator.

En minskad dubbdäcksandel beräknas kunna minska slitaget och därmed partikelemissionerna avsevärt. Det tar dock relativt lång tid att förändra dubbdäcksandelen i de tätorter som har problem med partikelhalter, eftersom däck håller flera år och endast en mindre andel byts inför varje säsong. En viss andel dubbanvändning anses behövas för att rugga upp underlaget för dem som använder dubbfria vinterdäck. Det är emellertid osäkert hur stor andel dubbdäck som behövs för att säkerställa att trafiksäkerheten bibehålls. En andel av 20 – 40 % har diskuterats, men det finns inget vetenskapligt belägg för vad som är det bästa förhållandet mellan dubbade och odubbade vinterdäck. I Norge har man tidigare valt 20 % för de stora städerna, som en grov skattning utifrån japanska erfarenheter om hur dubbandelen påverkade olycksfrekvensen. Målet för Oslo är numera sänkt till 10 %.

När det gäller trafiksäkerhetseffekten av en minskad dubbdäcksandel i de större mellansvenska städerna bedöms den inte bli annat än marginell. I Norge har man studerat effekter efter minskningen av dubbdäcksandelen och inte funnit någon skillnad. Man hade beräknat att ett totalt *dubbdäcksförbud* skulle kunna ge ökning av antalet trafikolyckor med 2 – 5 % (Elvik 1999). Effekten på trafiksäkerheten av en minskad dubbdäcksanvändning gjordes genom att studera samtliga dödsolyckor i Sverige som har inträffat på vinterväglag under perioden oktober 1999 till april 2002. Studien tyder på att friktionsdäck inte är överrepresenterade i dödsolyckor (och inte heller dubbdäck). Däremot är sommardäck överrepresenterade (Johansson 2003).

Januari månad har ofta hälften så många omkomna i trafiken som juli månad. Lägre biltrafik i januari samt mycket få motorcyklister, mopedister och cyklister ute på vägarna förklarar dessa låga siffror. I detta perspektiv är inte en vintermånad, med stor del trafik i mörker och på sämre väglag ett stort trafiksäkerhetsproblem. Risken för olycka är hög om förhållanden på vägen inte stämmer med förväntningar. Att vintervägförhållanden medför sämre väggrepp med ökad risk att bli stående i någon backe får anses vara känt av alla. Det sämre väggreppet liksom tidvis förekommande stora snödjup påverkar alla förflyttningar oavsett färdmedel (bilaga 7).

Eftersom det i Sverige finns en reglering som anger att vid körning vintertid på vinterväglag ska vinterdäck användas så kommer de allra flesta som överger dubbdäcken att skaffa dubbfria vinterdäck av nordisk typ. De metodologiskt bästa studierna av skillnader i risker mellan dubbdäck och odubbade vinterdäck visar på mindre skillnader än de som låg till grund för samhällsekonomiska beräkningar i väggreppsprojektet i Norge.

Utifrån detta bör den rimliga slutsatsen bli att frågeställningen om ökade risker vid reducerad dubbdäcksanvändning är väl utredd och att beslut i frågan kan fattas med liten osäkerhet i dessa avseenden. På ren is har dubbdäcken fördelar, men detta väglag förekommer mycket sällan i våra större städer på de större trafiklederna och målsättningen med vinterväghållningen är att minska konsekvenserna av dessa tillfällen.

Vid färd på hårt trafikerade och korsningstäta stadsgator är riskerna små att den som är bilburen ska omkomma i en dödsolycka. Däremot utgör bilen en fara för alla oskyddade trafikanter som korsar gatan. Senhösten och tidiga vintern i november och december har alltid uppvisat många dödsolyckor där gående blivit påkörda av bil. Det har tydligt visats att påkörning av gående i trafiken är mycket starkt korrelerad till mörker. Orsaken till de höga dödstaten i november och december för gående ska således i högre grad sökas i ljusförhållandet än bland väggreppsrelaterade brister.

Undersökningar i Norge visar att dubbfria däck inte är överrepresenterade i olyckstatistiken. Det anges ett antal tänkbara orsaker till detta:

- få vinterolyckor beror på däckval eller däckkonstruktionen.
- merparten av trafikarbetet under vintertid sker på bara vägar,
- dubbfria vinterdäck har lika bra eller bättre vägegenskaper än dubbdäck på de flesta väglag och de vinterväglag som förekommer mest
- förare med dubbfria vinterdäck kompenserar till viss del för den minskade väggreppet med hastigheten och längre avstånd till andra fordon.

Man anger att besparingen i kostnader knutet till hälsoskador är betydligt större än merkostnaderna för fler olyckor och längre restid.

Risken för ökad dödlighet i trafikolyckor på grund av en större användning av dubbfria vinterdäck i stora tätorter i Mellansverige bedöms som mycket liten. Underlaget för bedömningar av trafiksäkerhetseffekten är dock något begränsat. För att öka säkerheten vid vinterväglag är det mycket positivt med den fordonstekniska utvecklingen där en allt större andel av personbilstrafiken idag sker med fordon utrustade med säkerhetshöjande system som antisladd- och antispinnssystem. Även nya hastighetsgränser och hastighetssänkningar under vintertid kommer att bidra till en ökad säkerhet vid vinterväglag och bidra till att minska risken för negativa säkerhetseffekter av en lägre dubbdäcksandel.

### 5.3 Vägbeläggningar

#### 5.3.1 Allmänt om åtgärdsområdet vägbeläggningar

Slitagepartiklarnas ursprung är framför allt stenmaterialet i vägbeläggningen. Även det uppvirvlade materialet kommer till stor del från beläggningen, även om sandningssand i halkbekämpningssyfte i vissa miljöer bidrar till en del.

Kunskapsläget om vad som är optimala egenskaper hos en beläggning när det gäller  $PM_{10}$ -generering är fortfarande något bristfälligt. Totalt var det årliga slitaget på vägarna i Sverige 1999 ca 110 000 ton. Detta skall jämföras med över 450 000 ton i slutet på 80-talet. Denna kraftiga minskning har åstadkommit med hjälp av krav på dubbdäcken och mer slitstarka vägbeläggningar.

Kostnaden för dubbdäcksslitage på det statliga vägnätet beräknas beroende på åtgärdskostnad ligga mellan 300 och 400 Mkr per år. Tillkommer gör ca 50 Mkr per år i kostnader för slitage av vägmarkeringar. Någon motsvarande kostnadsbedömning för det kommunala vägnätet har inte kunna göras, men en jämförelse med beräkningarna som gjordes 1989 (VV Publ 1990:05) ger viss vägledning. Då uppskattades kostnaderna för slitaget på statskommunala och kommunala gator och vägar till ca 60 – 70 % av kostnaden för slitaget på det statliga vägnätet. Man kan göra antagandet att relationen är någorlunda lika idag, även om den minskning av slitaget som genomförts på det statliga genom stenrika beläggningar med hårdare stenmaterial har inte fått samma omfattning på det kommunala vägnätet.

Man vet ännu inte med säkerhet hur stor andel av det totala slitaget som består av finare, inandningsbara partiklar, men uppskattningar tyder på att det kan vara ca 10 % . Resten av vägslitaget består av grövre partiklar av sten, fyller och bitumen, som deponerar i vägens närområde. Försök i laboratoriemiljö har visat att skillnaden mellan olika beläggningar (beläggningstyp och stenmaterial) kan vara mycket stor när det gäller emission av  $PM_{10}$ . Men man måste beakta att endast några få typer av beläggningar med olika stenmaterial har studerats.

#### 5.3.2 Faktorer som påverkar emissionerna

Asfaltbeläggningar består huvudsakligen av stenmaterial (ca 94 vikt-%) och bindemedel (ca 6 % bitumen). Ibland inblandas något tillsatsmedel, t ex fibrer och vidhäftningsmedel. Det är framförallt kornstorleksfördelningen och största stenstorleken som skiljer sig mellan olika beläggningstyper. Den tekniska utvecklingen med stenrik skelettasfalt (ABS) med slitstarkt stenmaterial samt övergång till lättsviktsdubb har kraftigt reducerat slitaget totalt sett sedan mätningar

inleddes 1987. Huruvida detta påverkat produktionen av inandningsbara partiklar är inte klarlagt (bilaga 8).

Viktigaste parametrarna som påverkar *slitaget* på vägen är:

Beläggning:

- Det grövre stenmaterialets slitstyrka
- Största stenstorlek
- Stenhalt (material > 4 mm)

Trafik, väg och klimat:

- Trafikmängd och andel fordon med dubbdäck
- Antal dygn med dubbtrafik
- Typ/antal av dubbar
- Hastighet
- Vägbanans fuktighet

Ytterligare parametrar, t ex bindemedelskvalitet etc. kan också påverka. Av alla de parametrar som har en relativt stor inverkan på slitstyrkan hos vägbeläggningen är *stenmaterialets kvalitet* (slitstyrka) *den viktigaste*. Stenstorleken och stenhalten har också en stor inverkan på slitstyrkan och den förbättras mycket med ökad stenstorlek och stenhalt. Fuktig väg bana slits normalt mer än torr. Det grövre stenmaterialets kvalitet och slitstyrka får en avgörande betydelse för asfaltbeläggningens motståndskraft mot nötning. Därför används huvudsakligen stenrika beläggningar med högkvalitativt stenmaterial på medel- till högtrafikerade vägar och gator.

Högkvalitativa stenmaterial typ kvartsit och porfyr är mycket finkorniga, täta och hårda. De har en mycket bra slitstyrka men innebär samtidigt ökad risk för polering och därmed försämring av vägbanans friktion. Generellt är detta inget problem men på utsatta platser kan friktionen reduceras till kritiska värden. Det är främst vid inbromsnings- och accelerationssträckor, t.ex. vid gatukorsningar och stoppljus, som polering kan bli ett problem. Polerad väg bana går dock att åtgärda genom uppruggning eller planfräsning, vilket sker redan idag vid utsatta vägsträckor och är en kostnadskrävande åtgärd.

Flera av de viktigaste egenskaperna hos slitlagerbeläggningar i motsatsförhållande till varandra. Det innebär att prioriteringar eller kompromisser blir nödvändiga vid valet av slitlager. Förutom slitstyrka, god friktion, poleringsresistens och goda bulleregenskaper måste vägbeläggningen klara påkänningarna från den tunga trafiken

och den yttre påverkan från miljön. En ensidig satsning på  $PM_{10}$ -minskade åtgärder avseende beläggningar kan få negativa effekter på andra målområden, t ex buller.

### 5.3.3 Vad kan göras?

Val av slitstarkare stenmaterial, stenrika beläggningstyper och skonsammare dubbdäck är orsaken till att slitaget minskat under det senaste decenniet. Det innebär att de mest effektiva åtgärderna redan är genomförda (bilaga 8). Om slitaget skall reduceras ytterligare med åtgärder på beläggningssidan, finns tänkbara åtgärder, t.ex.

- Skärpt krav på stenmaterialets kvalitet
- Högre andel av skelettasfalt på medel-högtrafikerade gator/vägar med partikelproblem
- Skelettasfalt med extremt bra stenmaterial bör kunna användas på gator/vägar där hastigheten inte överstiger 50 km/tim
- Slitstyrkan hos ABT-beläggningar kan förbättras genom inblandning av polymermodifierat bindemedel (PMB) och andra tillsatsmedel
- Undvik att sänka största stenstorleken på gator/vägar med partikelproblem
- Högre krav på utförandekvaliteten

Det behöver då utredas noggrannare vilka negativa konsekvenser de kan få för andra viktiga mål, t.ex. buller och friktion. Dessa parametrar kan i huvudsak påverkas genom Vägverkets och andra väghållares upphandlingskrav. Dessa bör ses över och anpassas till kraven för att minska emissionerna av slitagepartiklar från vägtrafiken. En inventering efter högtrafikerade vägar/gator med höga halter om var det ligger beläggningar med sämre  $PM_{10}$ -egenskaper bör göras. På vissa kritiska sträckor bör vägbeläggningar med dåliga  $PM_{10}$ -bildande egenskaper bytas med lämpligt stenmaterial när underhållsåtgärder sätts in. Beläggningsstenen måste ha god hållfasthet, goda friktionsegenskaper, låga  $PM_{10}$ -bildande egenskaper samt låg halt av toxiska mineral för att kunna rekommenderas som beläggningssten. Denna kunskap måste utgöra grund för vilka stenmaterial som används på gator och vägar där normen överskrids. Fortsatt kunskapsuppbyggnad med inriktning på att identifiera lämpligt stenmaterial och mått lämpade att beskriva stenmaterialets  $PM_{10}$ -bildande egenskaper är viktig.

Det är en lång omloppstid på vägbeläggningar och det är mycket dyrt att byta beläggningar. När kunskapsläget är bättre och vi har bättre kontroll på vilka parametrar som är avgörande kan det ev. finnas vägsträckor där MKN för partiklar överskrids och där många människor utsätts, där det är kostnadseffektivt att ändra beläggning till en som avger mindre  $PM_{10}$ . Vägverket har dock redan under 2006

arbetat med att ta fram råd för beläggning där hänsyn ska tas, förutom hållbarhetskravet, till buller, rullmotstånd och partikelgenerering. Partikelgenereringen baseras där på nuvarande kunskap som grundar sig på slitagestudier.

I längre perspektiv kommer utvecklingen av vägbeläggningar kunna medföra mindre partikelgenerering. I vissa andra länder, bl.a. USA har man studerat olika former av gummiinblandning i asfaltmassan. Vissa resultat tyder på att man kan minska slitaget med hjälp av inblandning, men frågan är långt ifrån färdigutredd.

#### **5.3.4 Effekter och konsekvenser**

De mest effektiva åtgärderna när det gäller slitaget är redan genomförda. Kunskapsunderlaget när det gäller vilka parametrar och vilka kombinationer av ingående material etc. som bör väljas ur PM<sub>10</sub>-synpunkt, är fortfarande begränsat. Fortsatt kunskapsuppbyggnad behöver bedrivas. Olika mineraler ger olika utslag i toxikologiska tester. Det är därför viktigt att bevaka att utvecklingen av beläggingsmaterial inte leder till sämre mineralinnehåll för människors hälsa.

Dagens svenska vägbeläggningar är anpassade för en hög dubbdäcksanvändning, vilket innebär att de består av hårda stenmaterial i förhållandevis stora stenstorlekar. Om en beläggningens damningsbenägenhet är avhängig dess slitstyrka återfinns samma målkonflikt mellan säkerhet och partikelbildning som mellan säkerhet och slitstyrka. Konflikten består av vissa mycket hårda bergarters förmåga att poleras och därmed få sänkt friktion, även om slitaget och bildning av PM<sub>10</sub> blir lågt. Detta gäller särskilt vissa porfyrier, som använts på högratifierade leder. Vid minskning av dubbslitaget måste det därför ske i balans med förändrade krav på beläggningarna. Beläggning med hållfastare material kan medföra ökat buller, men det är mer beroende på vägytans struktur. Hårda bergarter bryts endast på några få platser i landet, så om inventeringen tyder på att mer slitstarka beläggningar bör läggas kan kostnaderna och utsläppen av transporterna från dessa öka.

Hårdare beläggningar med hög slitstyrka har längre livstid än beläggningar med sämre slitstyrka. Årskostnaden har i många fall blivit lägre eftersom livslängden för beläggningen blivit längre. Mindre spårbildning och sprickor minskar kostnaderna för beläggningsunderhåll och kan även bidra till ökad säkerhet, eftersom spårbildning kan ge upphov till t.ex. vattenplaning. Då mindre mängd material slits bort minskar den sekundära miljöbelastningen i form av minskad användning av spolarvätska, biltvättning och visuellt störande nedsmutsning.



## 5.4 Drift- och underhåll

### 5.4.1 Allmänt om åtgärdsområdet drift- och underhåll

Möjligheten att få ner emissionerna av partiklar med hjälp av drift- och underhållsåtgärder kan ske dels genom att minimera produktionen av partiklar och dels försöka minimera följderna när partiklar redan uppstått. Dammbindning kan användas på de delar av gatunätet där extrema halter förväntas vid prognostiserad låg luftfuktighet efter en längre period med fuktigt väder. Dubbdäck är den enskilt största faktorn när det gäller uppkomst av partiklar. En förbättrad vintervägstandard bör kunna underlätta för ett ökande av odubbade vinterdäck framför dubbade vinterdäck och samtidigt hjälpa till att hålla ned olycksfrekvensen. När partiklar ändå har uppstått är det inte så många sätt som har visat sig verkligt effektiva ur driftsynpunkt. Det pågår projekt för att utreda vilka medel och sätt som är optimalt för att binda partiklar på belagd väg.

Det är oklart vilken potential förbättrade metoder och strategier för gatuhållning har vad gäller att sänka  $PM_{10}$ -halterna. Det är dock ett rimligt antagande att effektiva renhållningsåtgärder som minskar depån av uppvirvlningsbara partiklar bör ha en positiv effekt på halterna, men detta är ännu inte visat i studier. En bättre vägrenhållning bedöms därför ännu så länge vara positiv ur luftkvalitetssynpunkt främst när det gäller trivseln, då den tar bort det grövre, synliga vägdammet som irriterar ögon och slemhinnor och smutsar ner stadsmiljön.

### 5.4.2 Faktorer som kan påverka emissionerna

När det gäller *halkbekämpningsmaterial* tyder vissa studier på att sandningsmaterialets egenskaper, t.ex. storleksfraktioner och mekaniska egenskaper, är viktiga för hur mycket  $PM_{10}$  som bildas då fordonens däck mal sanden mot vägbanan. För sandade vägar ökar bildningen av  $PM_{10}$  enligt mätningar i lab. (Kupiainen et al. 2005). Det är också visat att mängden sandningsmaterial som sprids påverkar halten  $PM_{10}$  (Kupiainen m.fl. 2003, Gustafsson m.fl. 2005 och Tervahattu m.fl. 2006). Dubbdäck ökar partikelemissionen ytterligare. Förutom mängd sand spelar också sandmaterialets storleksfördelning stor roll för bildning av  $PM_{10}$ . De försök som gjorts hittills visar entydigt att om finare fraktioner finns med i sanden vid utläggandet, produceras mer  $PM_{10}$  (Räisänen m.fl., 2005; Kupiainen m.fl., 2005). Även Gustafsson m.fl. (2005) konstaterar att natursand (0-8 mm) producerar avsevärt mer  $PM_{10}$  än krossad sten där finfraktionen tvättats ur (2-4 mm). Det går inte idag att kvantifiera hur mycket av  $PM_{10}$ -emissionen som kommer från vintersanden och det är troligen mycket varierande i olika miljöer. En finsk studie tyder på att mellan 10 och 20 % av  $PM_{10}$  kan ha sitt ursprung i sanden (Kupiainen 2007).



Sanden mals ner av trafiken och ger upphov till partiklar, men sanden bidrar även till ökat slitage på beläggningen med en s.k. "sandpappereffekt" (Kupiainen et al, 2003). En viktig aspekt på sandningens effekt på  $PM_{10}$ -emissionerna via sandpappereffekten är att den är beroende av hur mycket sand som läggs ut, storleken på sandkornen och hur länge sanden stannar kvar på vägbanan. Det är visat att en stor del av det finare materialet i sanden som påförs en vägbanan snabbt förs bort på grund av fordonen. Redan efter ett fåtal fordonspassager har mer än hälften av partiklarna lämnat vägbanan .

Det är dock inte helt klargjort att salt är ett bättre alternativ då saltet gör att vägbanan våt och då slits beläggningen kraftigare av trafiken, dessutom har saltet negativa effekter på bland annat vegetation och ökar korrosion på fordon. Det går i medeltal åt ca 30 ton sand för varje ton salt för att skapa samma friktion. Våt asfalt slits mycket snabbare än torr asfalt. Inget tyder på att salt har någon negativ effekt på själva materialet, utan det är vattnet som gör att vägbanan slits. Tidigare användes natursand som vintersand, vilket har korn som är rundare som riskerar rulla ut från vägbanan. Bergkross har korn som är flisigare vilket gör att de binder samman bättre.

Det är i dagsläget inte möjligt att kvantifiera betydelsen av sandade vägar för  $PM_{10}$ -halterna. Men med tanke på att de största problemen med höga  $PM_{10}$ -halter uppkommer längs hårt trafikerade vägar, där sannolikt det mesta material som hamnar på körbanorna snabbt kommer att försvinna på grund av fordonsrörelserna, så är det troligt att sandpappereffekten har mindre betydelse för  $PM_{10}$ -halterna.

Vägverket har låtit VTI tillfråga ett urval av svenska kommuner hur, när och med vilket material de sandar. Resultaten från denna enkät visar att krossmaterial dominerar över natursand i de tillfrågade kommunerna. En mycket stor andel av krossmaterialet utgörs av fraktioner större än 2 mm, vilket är positivt ur damningssynpunkt, medan förhållandena är omvända för natursanden, som sällan siktats ren från finare fraktioner. Mycket få kommuner anger att krossmaterial eller natursand tvättas rent från finare fraktioner.

### 5.4.3 Vad kan göras?

En viktig del i drift- och underhållsproblematiken är systemet där åtgärderna upphandlas av entreprenörer. Åtgärdernas karaktär styrs alltså genom vilka krav som ställs vid upphandlingen. Idag finns inga krav i upphandling av vägrengöring som reglerar hur effektiva entreprenörens insatser skall vara för att städa upp PM<sub>10</sub>, d.v.s. någon form av funktionskrav.

När det gäller halkbekämpning finns det en förhållandevis stor potential att förbättra natursanden ur damningssynpunkt genom att sikta eller tvätta bort finfraktionen, alternativt ersätta den med krossmaterial. För miljöer där höga partikelhalter bedöms utgöra ett hälsoproblem bör krossmaterial och natursand, som inte siktats eller tvättats ren från finare fraktioner (< 2 mm), undvikas. Störst potential till förbättring ligger här på natursanden:

- urtvättning av finare fraktioner än 2 mm kunna utnyttjas i större grad eftersom detta är effektivare än siktning,
- sandupptagningen optimeras så att den genomförs så tidigt på säsongen som möjligt och eventuellt ersätts med alternativ halkbekämpning om vinterväglag uppstår igen. Till exempel kan MgCl<sub>2</sub> (magnesiumklorid), CMA (kalciummagnesiumacetat) eller formiat användas, som alla dessutom fungerar som dammbindningsmedel. Inverkan på korrosion och miljö bör dock övervägas.
- sandupptagningen kan effektiviseras, så att större mängd av det utlagda materialet kan tas upp och återanvändas

Åtgärdstiderna för t.ex. plogning, sandning eller saltning på de statliga vägarna är förhållandevis korta och startkriterierna för när åtgärd skall sättas igång är ganska låga. Kommunerna har längre åtgärdstider och högre startkriterier. I Oslo och Trondheim har man gjort förbättringar både vad gäller åtgärdstider och startkriterier vid införandet av dubbdäcksavgift. De norska vägarna har trots detta en lägre standard än vad exempelvis vägarna i Stockholms kommuner har (bilaga 9).

Olycksstatistik visar att många olyckor sker på underlaget modd, vilket antyder att insatser skulle visa sig värdefulla på detta väglag. Trafikantundersökningar understryker ytterligare detta. Trafikarbetet fördelat på väglag tyder på att det under vintersäsongen sällan är is eller packad snö. Uppgifterna för lös snö/snömodd och spårslitage samt barmark tyder på att halkan inte är det stora problemet och att problemen skulle kunna åtgärdas genom moddplog och/eller avjämning mer frekvent. De mätningar som VTI gjort visar att det är barmark under 97 % av tiden under vintern längs med det statliga vägnätet i mellersta Sverige (bilaga 9).

I Sverige och utomlands har försök gjorts att sänka halterna genom förbättrad vägrengöring. Resultaten ger inget stöd för att en intensifierad sopning skulle innebära lägre halter partiklar (Kuhns et al 2003, Etyemezian et al 2003, Norman och Johansson 2006, Aldrin 2006, Gertler et al 2006). Studien i Göteborg (Bouma 2005) som anger effekt av vägrengöring, har sedermera reviderats då en parallell kraftig sänkning av dubbdäcksanvändningen gör resultaten tveksamma. Inte heller spolning av vägbanan har gett resultat som leder till slutsatsen att det är ett effektivt sätt att minska halterna av  $PM_{10}$  (Fitz 1998, Norman och Johansson 2006, Chang et al 2005). I Finland används en mycket avancerad metod för att få ner damning på vägen (Gustavsson 2002) med bortforsling av parkerade bilar, dammbindning, sopning, dammsugning och till sist högtrycksspolning. Denna metod har dock inte någon påvisad effekt på  $PM_{10}$  utan möjligen totala partikelhalten, TSP.

Med hjälp av saltlösningar som sprids på vägbanorna kan vägdammet hindras att virvla upp. I studier har detta reducerat halterna  $PM_{10}$  med mellan 10 och 40 procent. Effekterna var dock relativt kortvariga (några timmar till några dygn). Åtgärden är därför främst att betrakta som en akutåtgärd vid extremt höga halter och inte som någon åtgärd för långvarigt och regelbundet användande längs vägnätet. Dammbindning har visat sig kräva viss anpassning av spridningsteknik för att få en jämn spridning. Eftersom dammbindning kan förväntas förlänga den tid som vägytan är fuktig ökar även slitaget, vilket också innebär en ökad bildning av partiklar som senare kan virvlas upp i luften. Ökad tid med våt vägbanan påverkar även bullret negativt. Dammbindning är därför beroende av bortforsel av det bundna dammet genom regn eller genom spolning eller städning. Hittills har man litat till att dammet förs bort på naturlig väg, men åtgärden kan i vissa situationer behöva kombineras med spolning eller städning för att undvika uppvirvling av det bundna dammet. En inventering av gator med partikelproblem bör ligga till grund för var driftåtgärder sätts in.

Ett antal projekt pågår där olika spridningsmetoder av dammbindningsmedel utreds samt vilka preparat som är mest effektiva för att binda partiklar. Flera av de preparat som redan testats har visat sig effektiva ur ett dammbindningsperspektiv men har visat sig minska friktionsvärdet ohållbart mycket. Ett annat problem med ett flertal av preparaten är priset som är mycket högt.

#### 5.4.4 Effekter och konsekvenser

I både Norge och Sverige har positiva resultat fåtts fram med dammbindning med hjälp av saltlösningar som spridits på vägbanorna. Medlen som använts har varit magnesiumkloridlösning ( $MgCl_2$ ) eller kalciummagnesiumacetat (CMA). Dammbindningen löser inte problemet med dammbildning utan måste betraktas som tillfällig åtgärd för att klara lagstadgade normer. I många sammanhang bedöms akutåtgärder vara dyrare och mindre fördelaktiga än förebyggande åtgärder.

Kostnaderna för dammbindning har översiktligt beräknats för den dammbindning som skett på statliga vägar i stockholmsregionen under 2006. De indirekta kostnaderna för korrosion etc. har inte beaktats. Någon uppgift om det kommunala vägnätet har inte funnits tillgänglig. För de statliga vägarna uppgick den direkta dammbindningskostnaden med CMA till motsvarande 0,082 kr per  $m^2$  och spridningstillfälle (exklusive lagringskostnader). Dammbindning med  $MgCl_2$  är åtskilligt billigare, 0,029 kr per  $m^2$  (exklusive lagringskostnader) för åtgärden vid det statliga vägnätet i regionen. Dammbindning kan behöva utföras upp 35-40 gånger per vårsäsong för att klara MKN. Totalt skulle en årlig behandlingskostnad på enbart de statliga vägarna i Stockholmsregionen enligt en grov beräkning kunna bli drygt 2 Mkr med CMA och ca 800 tkr med  $MgCl_2$ , exklusive lagringskostnader. Det är troligt att kostnaden skiljer sig mycket mellan bredspridning på trafikleder jämfört med spridning i trånga gaturum i tätort, där endast ett körfält kan behandlas åt gången. I Göteborg anges att kostnaderna för dammbindning med CMA år 2006 varit ca 60 tkr per insats och behandling av ca 5-10 mil vägnät (både kommunalt och statligt).

Byte av sandningssand från natursand till krossat berg kan ge kostnadsökningar. Kostnaderna är mycket varierande i landet beroende på avstånd till tillgångar m.m. Tvättning av sandningsmaterialet så att finfraktionerna tvättas bort uppges kunna kosta mellan 50 och 80 kr per ton (med reservation för litet underlag) (Gustafsson 2007). För en medelkommun som använder ca 2000 ton sandningsmaterial per vinter skulle kostnadsökningen för tvättning kunna bli ca 160 tkr per år.

Kostnaden för olycka på vägar varierar beroende på vägtyp och olyckstyp. Om standarden på vinterväghållningen förbättrades skulle kostnaderna öka, men olyckskostnaderna minska och möjligheten att använda friktionsdäck istället för dubbdäck skulle öka.

## 5.5 Trafik

### 5.5.1 Allmänt om trafikmängd och hastighet

Trafikmängden har betydelse för emissionerna av slitagepartiklar, såväl för bildning som för spridning av vägdamm. Den tunga trafiken alstrar troligtvis ganska lite slitagepartiklar eftersom den i Sverige inte använder dubbdäck, men dessa är avsevärt effektivare än personbilar på att virvla upp damm i luften.

Trafikmängden är dock en relativt okänslig parameter genom att minskning av trafikmängden i ett väg- eller gaturum behöver vara mycket genomgripande för att ge något kraftfullt bidrag till minskning av partikelhalterna. Livstiden i luften på en partikel av några mikrometers storlek är flera timmar. Vägbanans fuktighet, vindhastigheten och bakgrundshalterna ger upphov till större variationer mellan olika dagar än skillnaderna i trafikvolymerna från en dag till en annan.

Utifrån mätningar och beräkningar i Stockholm har följande kritiska trafikflöden för att klara PM<sub>10</sub>-normen för olika gator och vägar med dagens väghållning och dubbdäcksanvändning angivits, se tabell:

Typ av gaturum eller vägområde	Antal fordon per dygn (ca) för att MKN för PM <sub>10</sub> ska underskridas
Dubbelsidig bebyggelse, 15 m brett gaturum	7000 f/d
Dubbelsidig bebyggelse, 24 m brett gaturum	13000 f/d
Dubbelsidig bebyggelse, 33 m brett gaturum	16000 f/d
Dubbelsidig bebyggelse, 60 m bred esplanadgata	35000 f/d
Enkelsidig bebyggelse	30-40000 f/d
Öppna trafikleder	50000 f/d

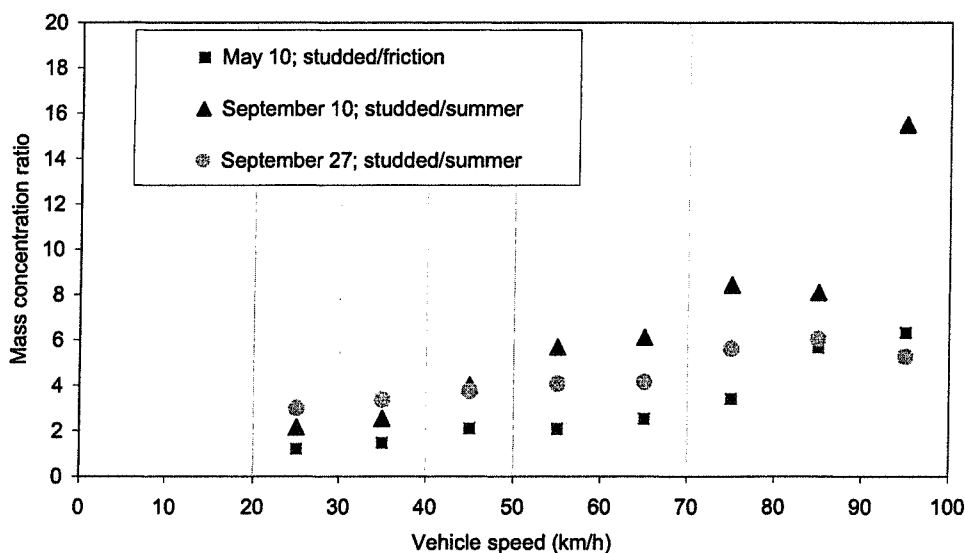
I många gaturum innebär det mer än en halvering av dagens trafikmängd per dygn. Så stora minskningar av trafikarbetet för en nödvändig sänkning av PM<sub>10</sub>-halten att det får stora konsekvenser för framkomligheten i tätorten. Alla kommuner har dock inte lika höga halter som i Stockholm, och det finns flera tätorter där lokala åtgärder för att minska trafikmängden kan vara effektivt för att minska emissionerna längs med vissa belastade gator, framför allt där halterna ligger över eller nära MKN.

Det s.k. stockholmsförsöket med trängselskatt visade att även en måttlig sänkning av trafiken inom ett begränsat område, kan ha positiva effekter på emissionerna av partiklar (både avgas- och slitagerelaterade). Det minskade trafikarbetet i innerstaden

(ca 15 % lägre totalt trafikarbete) resulterade enligt beräkningar i ca 8 – 10 % lägre utsläpp av partiklar i Stockholms innerstad vilket resulterar i någon procent lägre genomsnittshalt som befolkningen utsätts för. Vägtrafikledning är idag ett viktigt utvecklingsområde för att förbättra miljö och framkomlighet i större städer. I t.ex. Göteborg och Stockholm har trafikledningscentralerna tillgång till olika verktyg för att leda trafiken och som skulle kunna användas för att leda trafik vid höga halter.

### 5.5.2 Faktorer som kan påverka emissionerna

Partikelemissionen och därmed partikelhalten har en koppling till vilken hastighet fordonen färdas med. Ökningen förefaller vara mer än proportionellt (linjärt) beroende av hastigheten. Det finns dock inte mycket kvantitativ information om hastighetens betydelse för  $PM_{10}$  emissionerna i verklig trafikmiljö. I Miljöhandboken (TÖJ, 2000) sägs att slitaget av vägbanan vid användning av dubbdäck är avhängigt av "slagstyrkan" från dubbarna, vilket bland annat påverkas av bilens hastighet.



Figur 3. Fordonshastigheten betydelse för relativa  $PM_{10}$ -emissionen från dubbdäck respektive friktions- och sommardäck. Mätningar med mobil utrustning på olika asfaltstyper (Hussein m fl., 2007).

Försök i laboratoriemiljö på VTI visar att om hastigheten ökar från 50 till 100 km/tim fördubblas slitaget. Dessa studier innefattar hastigheter mellan 50 och 110 km/tim. Inga mätningar har t ex gjorts vid 30 km/tim. Vid partikelstudier så är emissionerna av  $PM_{10}$  lägre vid 30 än vid 50 och 70 km/tim, vilket pekar mot att slitaget fortsätter

minska vid lägre hastighet än 50 km/tim. Den enda studie över påverkan på emissioner som gjorts under verkliga vägförhållanden är den norska studien av Hagen et al. (2005). Den visar på en genomsnittlig minskning av  $PM_{10}$  med ca 35 % då hastigheten sänks från 77 km/tim till 67 km/tim. Vad gäller de lokala haltbidragen så kunde man konstatera ganska stora effekter. Speciellt grovfraktionen ( $PM_{10} - PM_{2,5}$ ) som till största delen beror på vägbaneslitaget på den aktuella sträckan var ca 39 % lägre.

Verifierade effektsamband saknas ännu så länge för hastighet och  $PM_{10}$ -emission, men preliminära skattningar kan göras utifrån resultat från ett forskningsprojekt i Stockholm med mobil mätutrustning (Hussein m.fl 2006). En sänkning från 70 km/tim till 50 km/tim kan ge sänkningar av  $PM_{10}$ -emissionen med uppemot 40 % enligt dessa mätningar. En sänkning från 50 km/tim till 30 km/tim kan ge ca 20 - 30 % sänkning av emissionen, men denna skattning är mer osäker. Vad detta har för betydelse för halten går inte att säga något generellt om, eftersom förhållandena är så platsspecifika.

### 5.5.3 Vad kan göras?

Hastighetssänkning har potential att sänka  $PM_{10}$ -halterna eftersom åtgärden både minskar bildningen och spridningen av partiklar. Lägre hastighet bedöms därför i vissa särskilt känsliga miljöer (höga halter, mycket trafik och många boende nära vägen) vara en möjlig åtgärd. Olika metoder kan användas för att sänka hastigheterna. I fråga om användning av lokala trafikföreskrifter med hastighetsbegränsningar till 30 km/tim har regeringen<sup>1</sup> ansett att de inte bör beslutas om de förutsätter en ökad trafikövervakning och riksdagen<sup>2</sup> att bemyndigandet att meddela sådana föreskrifter bör användas så att det går att försäkra sig om att 30-begränsningarna i hög grad accepteras och efterlevs.

Sänkning av hastigheterna med hastighetsbegränsningar eller på annat sätt bör kunna användas på de delar av gatunätet där extrema halter förväntas vid prognostiserad låg luftfuktighet efter en längre period med fuktigt väder. Kortvariga insatser vid akut höga halter kräver beredskapsrutiner och system med t.ex. elektroniska anordningar som kan visa olika vägmärken. Hastighetssänkning under t.ex. hela vinter-vårsäsongen på särskilt utsatta gator och vägar är troligen en mer kostnadseffektiv åtgärd. Inledningsvis behöver kartläggning göras om var åtgärden

<sup>1</sup> Proposition 1996/97:137 Nollvisionen och det trafiksäkra samhället, sidan 36.

<sup>2</sup> Trafikutskottets betänkande 1997/98:TU4 Nollvisionen och det trafiksäkra samhället sidan 23



skulle kunna vara av intresse, företrädesvis vissa länkar med mycket trafik och många människor som bor eller stadigvarande vistas i vägens närhet.

Trafikstyrning och andra trafikreglerande eller begränsande åtgärder kan styra bort trafik från de mest belastade gatorna (eller där flest människor påverkas) till gator/vägar/leder som "tål" mer trafik (mindre befolkning, mer ventilerade gator med generellt lägre halter). Framför allt i flera medelstora städer kan trafikstyrning som bl.a. tar hänsyn till partikelproblematiken vara en effektiv åtgärd. Ansvar för genomförande av hastighetssänkningar och hastighetsdämpande åtgärder ligger på aktuell väghållare.

#### 5.5.4 Effekter och konsekvenser

I praktiken är det ofta låga hastigheter inne i tätorter, där halterna är som högst och fler människor exponeras. En minskning av hastigheterna i tätorter från 50 till 30 km/tim som genomförts på vissa orter har positiva effekter på såväl trafiksäkerheten, partikelemissioner, bulleremissioner och bränsleförbrukning. I Göteborg har hastighetssänkning från 50 km/tim till 40 km/tim genomförts på en tätortsgata med hänvisning till luftföroreningar och buller. Hastighetssänkningar på tätortsgator har generellt ingen stor betydelse för framkomligheten, särskilt inte i rusningstrafik. Under andra tider på dygnet leder åtgärden till något längre restider på den aktuella sträckan. Översiktliga analyser visar att det ofta är mycket liten skillnad i samhällsekonomisk nytta för t.ex. sänkning från 70 km/tim till 60 km/tim. Ökade kostnader för framkomlighet balanseras relativt väl av positiva effekter för trafiksäkerhet och koldioxidutsläpp. Skulle man dessutom lägga till minskad partikelgenerering och mindre buller blir nyttan större. Åtgärden bör av partikel- och bullerskäl endast användas där många människor exponeras. Reducerad trafikmängd leder till motsvarande minskning av olyckorna. Sänkt hastighet har också stor betydelse och främst för svårighetsgraden av olyckor.

Åtgärderna förutsätter lokala bedömningar och ställningstaganden. Åtgärder som syftar till att minska trafikmängden i vägtransportssystemet, minska antalet tunga fordon och/eller sänka hastighetsgränserna kan övervägas med utgångspunkt från flera transport- och miljöpolitiska mål. Här är det viktigt att konsekvenser för partikelhalter i luften och de kostnader som detta förorsakar i så stor utsträckning som möjligt tas med i de planeringsverktyg och beslutsunderlag som användas för att bedöma åtgärdernas konsekvenser.

## 6. SAMMANTAGEN BEDÖMNING

En samlad bedömning av möjliga åtgärder för att minska partikelemissionerna från slitage och uppvirvling måste utgå från kunskapsläget idag. Det finns åtgärder som skulle kunna ha effekt på emissionerna av slitagepartiklar, men där inga resultat finns som stärker teorierna.

De höga PM<sub>10</sub>-halter som mäts upp i flera, framförallt mellansvenska städer, orsakas till stor del av dubbdäckens slitage av vägbanor. Dubbdäcksandelen, typen av stenmaterial, stenstorleken, fordonshastigheten, fuktigheten, sandningen är betydelsefulla faktorer som påverkar PM<sub>10</sub>-bildningen och därmed emissionerna och halterna av PM<sub>10</sub> i stadsluften och längs infartsvägarna. De exakta kvantitativa sambanden mellan olika faktorer såsom stenmaterial, maximal stenstorlek, stenhalt och fordonshastighet och PM<sub>10</sub>-halterna är dock inte säkerställda. Bidragen till halterna från andra källor (bromsslitage, däcksslitage och deponerade partiklar från andra källor som senare virvlas upp) är små i förhållande till dubbdäckens slitage.

Erfarenheterna visar att det i vissa gaturum, främst i Mellansverige, behövs flera samverkande åtgärder för att sänka emissionerna tillräckligt för att klara lagkrav i många vägnära miljöer och miljömålen. Den mest effektiva åtgärden på medellång sikt är att minska dubbdäcksandelen. På kortsikt är det inte möjligt att förändra dubbdäcksandelen i tätorter med höga partikelhalter, utan detta bör kompletteras med andra åtgärder. De som bedöms stå till buds är dammbindning vid upptorkningsepisoder och/eller hastighetssänkningar i vissa gatuavsnitt och infarts- och genomfartsleder där många människor bor eller vistas. I tätorter som använder sand som halkbekämpningsmedel finns också möjligheten att förändra sandningsmaterial, mängd och upptagningstid på våren.

I vissa städer skulle en åtgärd ensam kunna lösa problemet med överskridande av MKN, i vissa fall kan det dock vara mer kostnadseffektivt med en kombination eller så krävs en kombination p.g.a. olika styrmedel verkar på olika sikt. En sänkt dubbdäcksandel skulle sannolikt medföra att MKN för PM<sub>10</sub> klaras i städer där normen idag tangeras på några få gator.

Åtgärder för att förbättra luftkvaliteten kan vara av många skiftande slag. Styrmedel för att åstadkomma de åtgärder som eftersträvas kan också vara av olika slag, information, ekonomiska-, juridiska- eller tekniska styrmedel. Ekonomiska styrmedel brukar framhållas, eftersom om de är rätt utformade kan internalisera kostnaderna rätt, och därmed vara samhällsekonomiskt fördelaktiga.

Kommunikations- och informationsåtgärder är viktiga för att minska halten  $PM_{10}$ . Dels för att bidra till en ökad kunskap om problem och åtgärder, dels för att, lokalt och regionalt där halterna är höga, kontinuerligt öka kunskapen hos relevant målgrupp. Vägverket har som sektorsansvarig myndighet, huvudansvaret för centrala kommunikations- och informationsinsatser inom området, men även Naturvårdsverket har en roll bl.a. som central förvaltningsmyndighet på miljöområdet. De centrala myndigheterna har därigenom ett naturligt ansvar för kommunikationen och samarbete med olika aktörer.

Utöver kommunikativa insatser så kommer sannolikt ytterligare styrmedel behövas för att i tillräcklig omfattning minska dubbdäcksanvändningen i tätorter med höga halter. En beredskap och möjlighet för att kunna införa ett ekonomiskt styrmedel för färd med dubbdäck i tätort bör finnas. Regeringen bör snarast initiera att förutsättningar skapas för införande av ett sådant styrmedel.

En översyn av vilka krav som kan ställas på vintersand och rådgivning för att förbättra upphandlingskriterier gällande vintersandens kvalitet, mängd, tvättning och upptag bör göras. Ett delproblem i detta sammanhang, som bör kunna lösas med krav i upphandlingar, är att förhindra användning av rengöringsmetoder som i sig själva bidrar till uppvirvling av vägdam, såsom torrsopning och lövblåsar vid sandupptagning. Detta orsakar uppvirvling av damm av stor omfattning inne i områden där människor vistas.

En inventering om vilka vägsträckor där det kan vara av intresse att använda tillfälliga åtgärder (såsom dammbindning och/eller hastighetsnedsättning) för att klara reglerade  $PM_{10}$ -halter bör göras. Dessutom bör en inventering av vilka sträckor där det kan vara aktuellt att skärpa kraven på beläggingsmaterial p.g.a. höga  $PM_{10}$ -halter göras. Detta bör utföras av Vägverket och av kommunerna. Utveckling av råd för val av beläggning bör genomföras kontinuerligt.

Det har inte gått att redovisa samhällsekonomiska effekterna i monetära termer av de åtgärder som redovisats i denna rapport. Underlaget är fortfarande för bristfälligt vad gäller åtgärders effekter och kostnader samt hur höga halterna är i många tätorter i landet. Konsekvenserna för de transportpolitiska målen av de framförda möjligheterna att minska emissionerna av partiklar från slitage och uppvirvling, bedöms som små. Trafiksäkerheten bör inte påverkas mer än marginellt. Framkomligheten kan påverkas negativt för enskilda trafikanter, men eftersom en



viss del av trafikarbetet fortfarande bör ske med dubbdäck bedöms problemet vara relativt litet och åtgärder inom väghållningen kan minska negativa effekter. Hastighetsnedsättning som åtgärd mot höga partikelhalter, bör framför allt genomföras där samverkan med andra åtgärder t.ex. mot buller kan ge goda sammantagna effekter. Sådana sträckor kan enbart finnas där människor bor eller vistas stadigvarande i närhet till vägen eller gatan. Framkomligheten minskar då på en sådan länk, men kostnaden för detta kan bäras av fler faktorer än partikelminskning. Ekonomiska konsekvenser är framför allt ökade kostnader för väghållare p.g.a. tvättning av vintersand, dammbindning och ev. ökad plogning samt ev. dyrare stenmaterial i vägbeläggningar i vissa utsatta områden. Kostnaderna för väghållaren bör minskas på längre sikt genom mindre kostnader för slitage på vägbeläggning och vägmarkeringar.

**Källförteckning**

- Aldrin, M. Effekt av vasking, feiing og salting i Strömsås-tunnelen vinteren 04/05. Norsk Regnesentral, Notat 30 maj 2006.
- Allen, J O, et al. Tire Wear Emissions for Asphalt Rubber and Portland Cement Concrete Pavement Surfaces. Arizona Department of Transportation. April 2006.
- Andersson, J m.fl. Partikel- och bensensituationen i Göteborgsregionen. Göteborgsregionens luftvårdsprogram, Rapport 137. 21 september 2004.
- Angelov, E. I. The Studded Tire – a Fair Bargain. Examensarbete i miljöekonomi. Vol 308, Institutionen för ekonomi, SLU Uppsala.
- Areskoug, H m.fl. Kartläggning av inandningsbara partiklar i svenska tätorter och identifikation av de viktigaste källorna. ITM rapport 91, Februari 2001.
- Bartonova, A., Larssen, S., Hagen, L.O. Utveckling i luftföroreningen 1991-2001. Utslippsreducerande tiltak og PM10 partikkelkonsentrasjoner i Oslo och Drammen. OR 10/2002. NILU, Oslo. 2002.
- Berthelsen B.-O. Bruk av magnesiumklorid som akuttiltak for støvdemping på E6 gjennom Trondheim. Miljøavdelningen. Trondheim. Rapport nr. TM2003/3.
- Bouma, H. m.fl. Effekter på partikelhalten av CMA-spridning och rengöring – en studie av E6 genom Gårda och Lundbytunneln i Göteborg. Göteborgs Stad Miljöförvaltningen. Uppdragsrapport 2005:16
- Carlsson, A m.fl. Effekter av dubbdäck, Konsekvenser av ändrade bestämmelser. VTI meddelande 674, 1992.
- Carlsson, A m.fl. Dubbdäck. Samhällsekonomiska konsekvenser. VTI meddelande nr 756, 1995.
- Chang, Y.-M., Chou, C.-M., Su, K.-T., Tseng, C.-H. (2005): Effectiveness of street sweeping and washing for controlling ambient TSP. Atmospheric Environment 39, 1891-1902.
- Elvik, R. The effects on accidents of studded tires and laws banning their use: a meta-analysis of evaluation studies. Accident Analysis and Prevention 31 (1999) 125-134.
- Folkeson, L. Miljö- och hälsoeffekter av dubbdäcksanvändning, Litteraturöversikt. VTI meddelande 694, 1992.
- Forsberg, B., Segerstedt, B. Vägdam och grova partiklars effekter på befolkningens hälsa. Vägverket publ. 2004:136.
- Forsberg, B. Burman, L. Johansson, C. Stockholmsförsöket har folkhälsopotential. Läkartidningen nr 50-52 2006 volym 103.

- Fredriksson, R. Vägverket. Kostnader för dubbdäcksslitage. Vägverket publ 1990:05
- Gertler A, Kuhns H, Abu-Allaban M, Damm C, Gillies J, Etyemezian V, Clayton R, Proffitt D (2006): A case study of the impact of Winter road sand/salt and street sweeping on road dust re-entrainment. Atmospheric Environment XX, 23-23.
- Gustafsson, M., 2001. Icke avgasrelaterade partiklar i vägmiljön. VTI meddelande nr 910. VTI, 581 95 Linköping.
- Gustafsson, M. Väg- och gaturengöring som åtgärd mot höga partikelhalter orsakade av vägdamm. VTI meddelande 938, 2002.
- Gustafsson, M. Emissioner av slitage- och resuspensionspartiklar i väg- och gatumiljö. VTI meddelande 944, 2003.
- Gustafsson, M m.fl. Inandningsbara partiklar från interaktion mellan däck, vägbana och friktionsmaterial (WearTox), VTI rapport 520, 2005.
- Gustafsson, M., m fl., 2006, Effekter av vinterdäck - En kunskapsöversikt. VTI rapport 543. VTI, Linköping.
- Gustafsson, M., m fl., 2007. Användning av vintersand i kommuner – en enkätstudie. VTI PM 2007 (under arbete).
- Hagen et al., 2005. Miljöfartsgrense i Oslo Effekt på luftkvaliteten av reducerat hastighet på rv 4. NILU OR 41/2005.
- Hussein, T., Johansson, C., Karlsson, H., Hansson, H.-C., 2007. Factors affecting particle emissions from paved roads – on road measurements in Stockholm,
- Johansson, C., m.fl., 2004. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10. SLB analys 2:2004
- Johansson, C. m.fl. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad. SLB analys, SLB 10:2005.
- Johansson, C., Norman, M., Gidhagen, L. 2006. Spatial & temporal variations of particle mass (PM10) and particle number in urban air – Implications for health impact assessment. Environ. Monit. Assess. DOI:10.1007/s10661-006-9296-4
- Johansson, Ö. Dödsolyckor vintertid och på vinterväglag samt försök att bedöma betydelsen av däckval på lätta fordon. Vägverket, PM 2003.
- Kolbenstvedt M., Solheim T. och Amundsen A. H.: Miljøhåndboken - Trafikk- og miljøtiltak i byer og tettsteder. Transportøkonomisk institutt. 2000.
- Koucky & Partners AB. Dubbdäck – regler och erfarenheter från utlandet. 2005.
- Kupiainen, K. H., Tervahattu, H., Räisänen, M., Mäkelä, T., Aurela, M., och Hillamo, R., 2005. Size and composition of airborne particles from pavement wear, tires, and traction sanding. Environ Sci Technol., 39, 699-706.

- Kupiainen, K., Tervahattu, H., och Räisänen, M., 2003. Experimental studies about the impact of traction sand on urban road dust composition. *The Science of the Total Environment*, 308, 175-184.
- Kupiainen, K. 2007. Road dust from pavement wear and traction sanding. *Monographs of the Boreal Environment Research*. Finnish Environment Institute, Finland. Monograph No. 26, 2007.
- Lindbom, J., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Dahl, A., Gudmundsson, A., Swietlicki, E., Ljungman, A.G. (2006). Exposure to Wear Particles Generated from Studded Tires and Pavement Induces Inflammatory Cytokine Release from Human Macrophages. *American Chemical Society*. Published on web 03/18/2006.
- Norman, M., Johansson, C. Studies of some measures to reduce road dust emissions from paved roads in Scandinavia. *Atmospheric Environment* 40 (2006) 6154-6164.
- Omstedt, G. Utvärdering av PM<sub>10</sub>-mätningar i några nordiska trafikmiljöer. SMHI Meteorologi Nr 120, 2006.
- Sjöstedt, S. Effekter på partikelhalten vid sockerspridning och högtryckstvätt. Försök i Lundbytunneln 2006. Göteborgs Stad Miljöförvaltningen. Uppdragsrapport 2006:8
- SLB analys. Stockholmsförsöket, Effekter på luftkvalitet och hälsa. SLB 2:2006.
- Friskare Luft. Förslag till åtgärdsprogram för att klara miljökvalitetsnormen för PM10. Länsstyrelsen i Stockholms Län, 2004.
- SLB Analys. Kartläggning av partikelhalter (PM<sub>10</sub>) i Stockholms och Uppsala Län. SLB Analys 2003.
- Johansson, H och Nilsson, M. Översikt av åtgärder för bättre luftkvalitet. Institutet för transportforskning, TFK rapport 2002:9.
- Transportøkonomisk institutt, Trafiksäkerhetshandboken, reviderad 2001.  
<http://tsh.toi.no/>

**Muntliga källor:**

- Arebratt, I. och Schillström, L. Vägverket Region Stockholm.
- Johansson, C. ITM Institutet för tillämpad miljöforskning, Stockholms Universitet.
- Lang, J. Vägverket, sektion Vägteknik.
- Roth, A. Trafikkontoret Göteborgs Stad.
- Westberg, G. Trafikkontoret Stockholm.

### **Bilageförteckning**

1. Andersson, Göran och Rehnberg, Klas. Vägverket. Tilläggsuppdrag – framställan om ändrade regler för användning av dubbdäck. PM 2007-02-16.
2. Johansson, C. Betydelse av dubbdäck mm för PM10-halterna längs vägarna. ITM-rapport 158, 2007.
3. Johansson, J m.fl. Styrmedel för att minska användningen av dubbdäck. En genomgång av effekter, kostnader och genomförbarhet. WSP, 2007.
4. Gustafsson, M m.fl. Åtgärder för att minska partikelemissionerna från vägtrafik. VTI Rapport 2007.
5. Andersson, Göran. Vägverket, Fordonssektionen. Den tekniska utvecklingen av dubbdäck. PM 2006-12-21.
6. Rehnberg, Klas. Vägverket, Förvaltningsrätt. Dubbdäcksinskränkningar och trafikförfattningarna m.m. PM 2007-01-22.
7. Johansson, Östen. Vägverket, Transport- och marknadsanalys. Hur påverkas säkerheten av en lägre dubbdäcksanvändning i tätort? PM 2007-03-16.
8. Jacobson, Torbjörn. VTI. Översikt över faktorer som är kopplade till beläggningsslitaget och åtgärder för reducering av slitaget från dubbade fordon. PM 2007-01-02.
9. Gruhs, Pontus. Vägverket, Driftsektionen. Drift- och underhållsåtgärder för att få ner halten partiklar. PM 2007-01-31.