



**Råd för val av
beläggning med hänsyn
till miljö**

Titel: Råd för val av beläggning med hänsyn till miljö.

Publikation: 2009:124

Utgivningsdatum: September 2009

Utgivare: Vägverket

Kontaktperson: Pereric Westergren

Tryck: Endast digital

ISSN: 1401-9612

Distributör: Vägverkets webbutik, www.vv.se, telefon: 0243-755 00, fax: 0243-755 50, e-post: vagverket.butiken@vv.se

Datum
2009-10-02

Förord

Vägverkets 'Råd för val av beläggning med hänsyn till miljö' har utformats för att bättre tillgodose att hänsyn tas till miljön vid val av beläggning vid nybyggnad, förstärkning och underhåll av väg. Publikationen är avsedd att användas tillsammans med beräkningsmodellen i Excel benämnd 'Miljoanalys_Aug09NNK'. Den kan hämtas på vägverkets hemsida:

<http://www.vv.se>

Modellen för beräkning av effekterna av beläggningsars olika rullmotstånd har tills vidare tagits bort från dokumentet och beräkningsmodellen. Ytterligare mätdata behöver samlas in för att kalibrera och säkerställa beräkningsmodellen för rullmotståndets effekter.

Råden ersätter 'Råd för val av beläggning med hänsyn till slitage, emission av buller och partiklar samt rullmotstånd' som utgavs i oktober 2007.

Dokumentet kommer att uppdateras efter hand som nya erfarenheter och forskningsresultat blir tillgängliga.

Borlänge 2009-10-02



Per Andersson

Sektionen för Vägteknik

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 BAKGRUND	3
2 INLEDNING	3
3 VAL AV BELÄGGNING MED HÄNSYN TILL BULLER	4
INLEDNING	4
BELÄGGNINGARS INVERKAN PÅ TRAFIKBULLEREMISSIONEN	5
LIVSLÄNGDER, DRIFT OCH UNDERHÅLL.....	5
MÄTNING AV BELÄGGNINGARS BULLEREGENSKAPER	6
<i>CPX-metoden</i>	6
<i>SPB-metoden</i>	6
BEHOV AV BULLERDÄMPANDE ÅTGÄRD	7
VAL AV ÅTGÄRD.....	12
4 VAL AV BELÄGGNING MED HÄNSYN TILL PARTIKLAR	16
INLEDNING	16
BELÄGGNINGARS INVERKAN PÅ PARTIKLEMISSIONEN	17
BERÄKNING AV EMISSIONER.....	18
BERÄKNING AV HALTER	21
BERÄKNING AV EXPONERING	23
BERÄKNING AV SAMHÄLLSEKONOMISKA KOSTNADER	24
5 SAMMANTAGEN VÄRDERING FÖR VAL AV BELÄGGNING	25
REFERENSER	26

1 Bakgrund

Vägtrafiken ger upphov till olika typer av miljöpåverkan såsom emission av buller, avgaser och partiklar. Hur stor miljöpåverkan som uppstår beror bl a på mängd och sammansättning av trafik, hastighet och omgivningsmiljö, men också vägbeläggningen har stor betydelse. Som exempel kan nämnas att beläggningens yttextur och sammansättning har betydelse för rullmotstånd och emission av buller och valet av beläggningstyp och stenmaterialkvalitet har betydelse för beläggningsslitage, livslängd och emission av partiklar. Det finns således all anledning att ta hänsyn till miljöfaktorerna vid val av beläggning. För att på ett bra sätt kunna göra detta krävs en samhällsekonomisk beräkning av vägtrafikens miljöeffekter under beläggningens livslängd på det vägavsnitt som är aktuellt för beläggning. De effekter som beräknas här är kostnaderna för emission av buller och partiklar. Beräkningen görs som en relativ jämförelse mellan årskostnader för en ABS16 och olika beläggningsoptioner. Resultaten för de två olika miljöpåverkande egenskaperna hos beläggningen summeras och den för samhället mest förmånliga beläggningen bör väljas.

Det mått som används för att beräkna den samhällsekonomiska lönsamheten är nettonuvärdeskvoten (NNK). Den generella definitionen av NNK är:

$$\text{NNK} = (\text{Nyttan} - \text{Investeringskostnaden}) / \text{Investeringskostnaden}$$

I denna studie definieras nyttan som skillnaden i de samhällsekonomiska kostnaderna mellan den alternativa beläggningen och referensbeläggningen. Investeringskostnaden är på samma sätt definierad som skillnaden i investeringskostnaden mellan den alternativa beläggningen och referensbeläggningen.

Tills vidare beräknas inte effekterna avseende rullmotstånd. Ytterligare mätdata behöver samlas in för att kalibrera och säkerställa beräkningsmodellen för rullmotståndets effekter.

Under beläggningens livscykel sker en nedbrytning som förändrar beläggningens egenskaper. Beläggningen slits ner av inverkan från trafiken och t ex spår och ojämnheter kan uppstå. Klimatet orsakar också viss nedbrytning som kan leda till bl a sprickor och stenlossning från beläggningen. Nedbrytningen har betydelse också för vägtrafikens miljöpåverkan som ökar med vägens nedbrytning. Viss hänsyn till detta för emission av buller har tagits i tabell 5 där bullervärden anges för nylagd respektive åldrad beläggning. Om nedbrytningen bedöms ha större betydelse för något av de jämförda alternativen vid val av beläggning bör hänsyn tas till detta.

2 Inledning

Valet av beläggning baseras vanligen på beläggningens tekniska egenskaper anpassade till den aktuella användningen och kostnaden. För att underlätta valet pågår ett arbete med en handbok; ”Handbok för val av beläggning”, som beräknas utkomma vid årsskiftet 2009/2010. På litet längre sikt är avsikten att det här dokumentet arbetas in i handboken. Beläggningens tekniska egenskaper och priserna är erfarenhetsmässigt ganska väl kända av beställaren. Beläggningarnas olika miljöpåverkan är till viss del känd och t ex används beläggning med bullerreducerande egenskaper på bullerutsatta platser. Föreliggande dokument ger större

möjligheter att ta hänsyn till miljön genom att underlätta valet av den beläggning, som ur ett samhällsekonomiskt perspektiv, utgör det bästa alternativet. Dokumentet innehåller beräkning av differensen mellan en referensbeläggning och en alternativ beläggning med avseende på kostnader för slitage samt emission av buller och partiklar. Valet förutsätter att den valda beläggningen också har de rätta tekniska och funktionella egenskaperna för sin användning.

Avsikten är att det här dokumentet ska användas tillsammans med en beräkningsmodell benämnd ”Miljöanalys”. Med modellens hjälp kan samhällsekonomiska kostnader och nyttor beräknas för användning av en alternativ beläggning jämfört med en referensbeläggning bestående av stenrik asfaltbetong typ ABS16. Modellen beräknar kostnad och nytta uttryckt i nuvärden, dvs framtida kostnader och nyttor kapitaliseras till nuvärden genom användning av en kalkylränta som anges av användaren. Om referensen har längre livslängd än alternativet beräknar modellen ett restvärde som den kvarstående delen av investeringen. Mer information om modellen finns i nedanstående kapitel.

Det bör observeras att vägobjekt som passerar genom vägmiljöer med olikartade sidoområden, t ex ett vägobjekt som går från ett glesbygdsområde och passerar en tätort, bör delas upp så att en del omfattar tätorten. Där får beläggningens konsekvenser för miljön större genomslag, vilket kan leda till att en beläggning med låg bulleremission bör väljas genom tätorten. Miljöpåverkan av emissionen av buller och partiklar från vägtrafiken avtar med avståndet från vägen. I modellerna används schablonmässiga värderingar av antalet berörda personer med hjälp av kartläggning av fastigheter genom användning av mjukvaran Auto-ka-vy, genom användning av annat kartmaterial eller genom okulärbedömning. Ju noggrannare värdering användaren gör desto säkrare blir resultaten.

Det bör påpekas att dränerande beläggningar med låg bulleremission leder vatten inuti stenskelettet och att det vattnet måste kunna ledas ut i sidled. Det går därför inte att lägga in en sådan beläggning på ett körfält tillsammans med angränsande täta beläggningar utan problem. Det kan vara nödvändigt att använda dränerande beläggning på alla körfält och att anpassa rännstensbrunnar m m så att vattnet kan dräneras ut ur beläggningen.

3 Val av beläggning med hänsyn till buller

Inledning

Buller upplevs av många människor som ett av de största miljöproblemen i samhället. Buller definieras i detta sammanhang som oönskat ljud. De riktvärden för buller i boendemiljöer som antagits av Regeringen och normalt inte bör överskridas vid **nybyggnad eller väsentlig ombyggnad** av infrastruktur är:

- 30 dBA ekvivalentnivå inomhus
- 45 dBA maximalnivå inomhus nattetid
- 55 dBA ekvivalentnivå utomhus (vid fasad)
- 70 dBA maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad.

För andra miljöer finns också riktvärden framtagna av olika myndigheter. För t ex friluftsområden anger Naturvårdsverket och Vägverket som riktvärde ekvivalentnivån 40 dBA. Se

vidare Vägverkets publikation 2001:88 ”Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket”(1).

Vid tillämpning av riktvärdena i samband med åtgärder för infrastruktur bör hänsyn tas till vad som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.

Vägverket har preciserat sin målsättning för emission av buller från vägtrafiken på följande sätt:

”Antalet människor som utsätts för vägtrafikbuller med ljudnivåer överstigande de riktvärden som riksdagen ställt sig bakom för buller inomhus i bostäder ska ha minskat med 5 procent till 2010 jämfört med 1998. Inriktningen för att nå bullermålet bör vara effektivaste reduktion av störningar och att de mest bullerutsatta människorna prioriteras; de med ljudnivåer mer än 10 dB över riktvärdena inomhus.” Det innebär bl a att fastigheter som exponeras av ekvivalentnivåer för buller ≥ 65 dBA behöver åtgärdas.

Buller kan vara påfrestande också för de personer som är passagerare i fordon av olika slag. Buller i fordonskupéer kan framkalla bl a stress och trötthet och arbete pågår att kartlägga effekterna av buller i fordon. För närvarande har inga effekter av buller i fordonskupéer medtagits i nedan presenterade modell.

Beläggnings inverkan på trafikbulleremissionen

En stor del av bullret från vägtrafiken alstras genom bildäckens kontakt med vägytan och därför har beläggnings utformning och aktuella tillstånd stor betydelse för bullernivån. Olika beläggningstyper har olika bulleralstrande egenskaper och dessa egenskaper förändras under beläggnings nedbrytning vid trafikering. Val av beläggning kommer därför att ha betydelse för bulleremissionen från belagda vägytor. Allmänt kan sägas att en mindre stenstorlek normalt ger lägre bulleremission för varje beläggningstyp. Det är också väl känt att hålrumsrika beläggningar, ofta benämnda dränerande eller bullerreducerande beläggningar, har en ljuddämpande förmåga som ger lägre bulleralstring. Vanligen avtar den bullerreducerande förmågan över tiden i hålrumsrika beläggningar eftersom de ljuddämpande hålrummen minskar, dels genom efterpackning och slitage, och dels sätts igen av slitagerester m m.

Livslängder, drift och underhåll

Användning av mindre stenstorlek kommer att minska livslängden hos beläggningar som ligger på hög- och medeltrafikerade vägar eftersom dubbtrafiken kommer att ge ett ökat spårslitage. När det gäller lågbullrande, hålrumsrika beläggningar visar erfarenheterna hittills att de har kortare livslängd än täta beläggningar. Som ovan nämnts avtar också den akustiska livslängden för lågbullrande beläggningar, d v s den bullerreducerande förmågan avtar. Förhållandet för beläggningar med grov yttextur, t ex ytbehandlingar typ YB, är vanligen det motsatta. Genom trafikens slitage på beläggningar med grov positiv textur minskar beläggnings bulleremission.

Bullerreducerande beläggningar med höga hålrumshalter kräver ett ändrat program för vinterdrift jämfört med täta beläggningar. Eftersom de är hålrumsrika kräver de en större saltgiva för att saltet skall ge samma effekt som på täta beläggningar. Det kan också vara befogat att bedriva en något försiktigare snöröjning på bullerreducerande beläggning för att

motverka förtida nedbrytning. I syfte att bibehålla den akustiska livslängden är det också nödvändigt att rensa hålrumrika beläggningar från slitagerester m m, med hjälp av t ex högtrycksspolning av belägningsytan med bestämda intervaller. Detta gäller särskilt vid låga fordons hastigheter då den självrensande effekten är relativt låg.

Mätning av beläggningars bulleregenskaper

Mätning av trafikbuller utförs idag med i huvudsak två olika metoder:

- Mätning av bulleremission med en mätvagn enligt CPX-metoden (Close Proximity)
- Mätning genom utplacerade mikrofoner på ett bestämt vägvsnitt enligt metod EN-ISO 11819-1 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 1: Statistical pass-by method (SPB).

CPX-metoden

Mätning med CPX-metoden utförs med en täckt fordonsdragen mätvagn där mikrofoner mäter nära kontaktytan mellan däck och vägbanan. Mätning med ett speciellt sommardäck används för att simulera personbilsbuller och ett odubbbat speciellt vinterdäck används för att simulera lastbilsbuller (se figur 1). Ett flertal utrustningar finns på marknaden men fortfarande saknas en allmänt accepterad metodstandard för mätmetoden. Utrustningen som redovisas i figur 1 är framtagen av det Tekniska Universitetet i Gdansk i samarbete med VTI.



Figur 1 Utrustning för mätning av buller enligt CPX-metoden (Ulf Sandberg, VTI)

SPB-metoden.

Statistical-pass-by-metoden mäter trafikbuller på ett bestämt avstånd från vägkanten och på en bestämd höjd med hjälp av mikrofoner (se figur 2). Metoden mäter således också fordonsbuller (t ex motorbuller) i högre grad än CPX-metoden. Metoden är Europaharmoniserad och föreskrivs för användning t ex i den Europeiska produktstandarden för Ytbehandling.



Figur 2 Utrustning för mätning av trafikbuller med SPB-metoden (Ulf Sandberg, VTI).

Behov av bullerdämpande åtgärd

Vägtrafikbullrets störande effekter beror i första hand på vägytans utformning och tillstånd, trafikmängden, fordonssammansättningen, hastigheten, avståndet från vägen och terrängens utseende mellan vägen och bullermottagaren. Även fordonens och däckens utformning och tillstånd har stor betydelse men det behandlas inte vidare här. För att bedöma om ett visst vägavsnitt har för hög bullernivå i förhållande till angivna gränsvärden (40, 55 och 65 dBA) har ett tabellverk utformats (Kjell Strömmer, VV/Strm). Ingångsvärdena är:

- Trafikmängd ÅDT_t antal fordon per årsmedeldygn
- Hastighet i km/h
- Avstånd från vägmitt i meter
- Vid bebyggelse eller över vatten

Tabellerna visar hur långt från vägen bullret når i värsta fall, när markdämpningen är låg, samt under genomsnittliga förhållanden där marken dämpar bullret relativt väl. När vägen och bostadsvåningarna ligger mer än 4 m över omgivande mark eller om marken reflekterar bullret väl, t ex över vatten, är markdämpningseffekten låg. I dessa fall bör tabellerna för låg markdämpning användas. För de flesta övriga fall kan tabellerna för normal markdämpning användas. De gäller för plan mark, ingen eller låg bankhöjd, bostäder upp till två våningar samt att bullret inte avskärmas i någon större grad av bullerskärmar, byggnader etc. I avskärmande fall samt när större noggrannhet i bullrets utbredning önskas, bör en särskild bullerutredning göras.

Om utfallet i tabellen hamnar på ett vitt område krävs inga bulleråtgärder. Om utfallet hamnar i grön, gul eller röd yta krävs en vidare utredning för att bedöma om någon typ av bullerdämpande åtgärd krävs. De gränsvärden som används i tabellverket är:

- 40 dBA, ekvivalentnivå utomhus för utsedda friluftsområden särskilt känsliga för buller, skiljelinjen mellan vit och grön färg i tabellerna

- 55 dBA, ekvivalentnivå utomhus, rekommenderat riktvärde vid fasad för bostäder, vårdlokaler och undervisningslokaler, skiljelinjen mellan grön och orange färg i tabellerna
- 65 dBA, ekvivalentnivå utomhus vid fasad, åtgärdsnivå enligt regeringsbeslut; skiljelinjen mellan orange och lila färg i tabellerna.

De åtgärder som kan vara aktuella är:

- Beläggning med låg bulleremission
 - Val av mindre stenstorlek
 - Val av bullerreducerande beläggningstyp
- Bullerdämpande hinder som skärmväggar eller bullervallar
- Åtgärder för sänkning av hastigheten
- Isolering av fönster mm

Här behandlas dock enbart aktuella beläggningsåtgärder.

Tabell 1.1 Bullernivåer vid bebyggelse hastighet 50 km/h

Bullernivåer vid bebyggelse, normal markdämpning Beläggning ABS 16 (referens)

Ekvivalentnivåer vid 50 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	46,5	42,5	38,5	35	32,5	28,5	25,5	21,5	18,5	16,5
200	49,5	45,5	41,5	38	35,5	31,5	28,5	24,5	21,5	19,5
500	53,5	49,5	45,5	42	39,5	35,5	32,5	28,5	25,5	23,5
1000	56,5	52,5	48,5	45	42,5	38,5	35,5	31,5	28,5	26,5
2000	59,5	55,5	51,5	48	45,5	41,5	38,5	34,5	31,5	29,5
5000	63,5	59,5	55,5	52	49,5	45,5	42,5	38,5	35,5	33,5
10000	66,5	62,5	58,5	55	52,5	48,5	45,5	41,5	38,5	36,5
20000	69,5	65,5	61,5	58	55,5	51,5	48,5	44,5	41,5	39,5
50000	73,5	69,5	65,5	62	59,5	55,5	52,5	48,5	45,5	43,5
100000	76,5	72,5	68,5	65	62,5	58,5	55,5	51,5	48,5	46,5

Tabell 1.2, 1.3 och 1.4 Bullernivåer vid bebyggelse vid hastighet 70, 90 och 110 km/h

Bullernivåer vid bebyggelse, normal markdämpning**Beläggning ABS 16 (referens)**

Ekvivalentnivåer vid 70 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	50	46	42	38,5	36	32	29	25	22	20
200	53	49	45	41,5	39	35	32	28	25	23
500	57	53	49	45,5	43	39	36	32	29	27
1000	60	56	52	48,5	46	42	39	35	32	30
2000	63	59	55	51,5	49	45	42	38	35	33
5000	67	63	59	55,5	53	49	46	42	39	37
10000	70	66	62	58,5	56	52	49	45	42	40
20000	73	69	65	61,5	59	55	52	48	45	43
50000	77	73	69	65,5	63	59	56	52	49	47
100000	80	76	72	68,5	66	62	59	55	52	50

Ekvivalentnivåer vid 90 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	53	49	45	41,5	39	35	32	28	25	23
200	56	52	48	44,5	42	38	35	31	28	26
500	60	56	52	48,5	46	42	39	35	32	30
1000	63	59	55	51,5	49	45	42	38	35	33
2000	66	62	58	54,5	52	48	45	41	38	36
5000	70	66	62	58,5	56	52	49	45	42	40
10000	73	69	65	61,5	59	55	52	48	45	43
20000	76	72	68	64,5	62	58	55	51	48	46
50000	80	76	72	68,5	66	62	59	55	52	50
100000	83	79	75	71,5	69	65	62	58	55	53

Ekvivalentnivåer vid 110 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	55	51	47	43,5	41	37	34	30	27	25
200	58	54	50	46,5	44	40	37	33	30	28
500	62	58	54	50,5	48	44	41	37	34	32
1000	65	61	57	53,5	51	47	44	40	37	35
2000	68	64	60	56,5	54	50	47	43	40	38
5000	72	68	64	60,5	58	54	51	47	44	42
10000	75	71	67	63,5	61	57	54	50	47	45
20000	78	74	70	66,5	64	60	57	53	50	48
50000	82	78	74	70,5	68	64	61	57	54	52
100000	85	81	77	73,5	71	67	64	60	57	55

Tabell 2.1 och 2.2 Bullernivåer över vatten vid hastighet 50 km/h och 70 km/h

Bullernivåer vid låg markdämpning

Beläggning ABS 16 (referens)

Ekvivalentnivåer vid 50 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	46,5	42,5	39,5	38	36,5	35	33,5	32	30,5	29,5
200	49,5	45,5	42,5	41	39,5	38	36,5	35	33,5	32,5
500	53,5	49,5	46,5	45	43,5	42	40,5	39	37,5	36,5
1000	56,5	52,5	49,5	48	46,5	45	43,5	42	40,5	39,5
2000	59,5	55,5	52,5	51	49,5	48	46,5	45	43,5	42,5
5000	63,5	59,5	56,5	55	53,5	52	50,5	49	47,5	46,5
10000	66,5	62,5	59,5	58	56,5	55	53,5	52	50,5	49,5
20000	69,5	65,5	62,5	61	59,5	58	56,5	55	53,5	52,5
50000	73,5	69,5	66,5	65	63,5	62	60,5	59	57,5	56,5
100000	76,5	72,5	69,5	68	66,5	65	63,5	62	60,5	59,5

Ekvivalentnivåer vid 70 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	50	46	43	41,5	40	38,5	37	35,5	34	33
200	53	49	46	44,5	43	41,5	40	38,5	37	36
500	57	53	50	48,5	47	45,5	44	42,5	41	40
1000	60	56	53	51,5	50	48,5	47	45,5	44	43
2000	63	59	56	54,5	53	51,5	50	48,5	47	46
5000	67	63	60	58,5	57	55,5	54	52,5	51	50
10000	70	66	63	61,5	60	58,5	57	55,5	54	53
20000	73	69	66	64,5	63	61,5	60	58,5	57	56
50000	77	73	70	68,5	67	65,5	64	62,5	61	60
100000	80	76	73	71,5	70	68,5	67	65,5	64	63

Tabell 2.3 och 2.4 Bullernivåer över vatten vid hastighet 90 km/h och 110 km/h.

Bullernivåer vid låg markdämpning

Beläggning ABS 16 (referens)

Ekvivalentnivåer vid 90 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	53	49	46	44,5	43	41,5	40	38,5	37	36
200	56	52	49	47,5	46	44,5	43	41,5	40	39
500	60	56	53	51,5	50	48,5	47	45,5	44	43
1000	63	59	56	54,5	53	51,5	50	48,5	47	46
2000	66	62	59	57,5	56	54,5	53	51,5	50	49
5000	70	66	63	61,5	60	58,5	57	55,5	54	53
10000	73	69	66	64,5	63	61,5	60	58,5	57	56
20000	76	72	69	67,5	66	64,5	63	61,5	60	59
50000	80	76	73	71,5	70	68,5	67	65,5	64	63
100000	83	79	76	74,5	73	71,5	70	68,5	67	66

Ekvivalentnivåer vid 110 km/t vid olika trafikmängder och avstånd från vägen										
Trafikmängd Fordon ÅDTt	Avstånd från vägmitt, antal meter								Osäkra nivåer	
	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500
100	55	51	48	46,5	45	43,5	42	40,5	39	38
200	58	54	51	49,5	48	46,5	45	43,5	42	41
500	62	58	55	53,5	52	50,5	49	47,5	46	45
1000	65	61	58	56,5	55	53,5	52	50,5	49	48
2000	68	64	61	59,5	58	56,5	55	53,5	52	51
5000	72	68	65	63,5	62	60,5	59	57,5	56	55
10000	75	71	68	66,5	65	63,5	62	60,5	59	58
20000	78	74	71	69,5	68	66,5	65	63,5	62	61
50000	82	78	75	73,5	72	70,5	69	67,5	66	65
100000	85	81	78	76,5	75	73,5	72	70,5	69	68

Val av åtgärd

Som framgår av tabellverket ovan är beräkningarna baserade på beläggningstypen ABS 16, som har en relativt sett hög bulleralstring. Ett alternativ vid utfall i det röda eller gula fältet för att minska bullernivån är därför att byta till en beläggning som alstrar mindre buller än ABS 16. Olika beläggningsars bulleralstring jämfört med ABS 16 framtagna av Ulf Sandberg, VTI, framgår av tabell 3 nedan (2).

Tabell 3 Vägbeläggningsars bullerpåverkande egenskaper, uttryckt som korrektion till "normalvärde" för referensbeläggning av typ ABS16 (2). Minustecken innebär lägre bullernivå.

Vägbeläggning			Korrektionsterm i dB(A) för hastighetsintervall samt viss andel (%) tunga fordon							
Nr.	Typ (här anges även max. stenstorlek)	Ålder [år]	40-60 km/h			61-80 km/h			81-130 km/h	
			0-5 %	6-19	20-100	0-5 %	6-19	20-100	0-5%	6-100
1a.	Skelettasfalt (ABS) (max 13-16 mm)	1-20	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
1b.	D:o, nylagd	<1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1
2a.	Skelettasfalt (ABS) (max 10-12 mm)	1-20	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1
2b.	D:o, nylagd	<1	-2	-1	-1	-3	-1	-1	-3	-2
3a.	Skelettasfalt (ABS) (max 7-9 mm)*	1-20	-2	-1	-1	-3	-2	-1	-3	-2
3b.	D:o, nylagd*	<1	-3	-2	-2	-4	-3	-2	-3	-3
4a.	Skelettasfalt (ABS) (max 4-6 mm)	1-20	-3	-2	-2	-4	-4	-2	-4	-2
4b.	D:o, nylagd	<1	-4	-3	-3	-5	-5	-3	-5	-3
5a.	Asfaltbetong, tät, ABT (max 13-16 mm)	1-20	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0
5b.	D:o, nylagd	<1	-2	-1	-1	-3	-2	-1	-3	-2
6a.	Asfaltbetong, tät, ABT (max 10-12 mm)	1-20	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-2	-1
6b.	D:o, nylagd	<1	-3	-2	-1	-3	-3	-2	-3	-2
7a.	Asfaltbetong, tät, ABT (max 7-9 mm)	1-20	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-2
7b.	D:o, nylagd	<1	-4	-3	-2	-4	-3	-2	-4	-3
8.	Slurry Seal och andra extremt tunna beläggn	0-5	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-1
9.	Tunnskiktbeläggn.: Se motsv ABS-belägg.									
10.	Bituminiserad chip-sten (BCS), max 13-20	0-20	+1	+1	0	+2	+2	+1	+2	+2
11a.	Ytbehandling, enkel (Y1B), max 16-20mm	1-20	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0
11b.	D:o, nylagd	<1	+2	+1	0	+2	+1	-1	+2	+1
12a.	Ytbehandling, enkel (Y1B), max 10-12mm	1-20	0	0	0	0	0	0	0	0
12b.	D:o, nylagd	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
13a.	Ytbehandling, enkel (Y1B), max 6-9 mm	1-20	-1	0	0	-2	-1	0	-2	0
13b.	D:o, nylagd	<1	-2	0	0	-2	-1	-1	-2	-1
14a.	Ytbehandling, dubbel (Y2B), max 16-20mm	1-20	0	0	0	0	0	0	0	0
14b.	D:o, nylagd	<1	0	0	-1	0	0	-1	0	-1
15a.	Ytbehandling, dubbel (Y2B), max 10-12mm	1-20	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
15b.	D:o, nylagd	<1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0
16a.	Dränasfalt HABD, hålrum 18-21%, 14-16mm	<1	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3
16b.	D:o, 1-2 år	1-2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2
16c.	D:o, 3-7 år	3-7	0	0	0	0	0	0	-1	-1
17a.	Dränasfalt HABD, hålrum 22-27%, 14-16mm	<1	-4	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4
17b.	D:o, 1-2 år	1-2	-2	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3
17c.	D:o, 3-7 år	3-7	-1	0	0	-2	-2	-2	-2	-2

18a.	Dränasfalt HABD, hålrum 18-21%, 10-13mm	<1	-4	-3	-2	-4	-4	-4	-5	-4
18b.	D:o, 1-2 år	1-2	-2	-1	0	-2	-2	-2	-4	-3
18c.	D:o, 3-6 år	3-6	-1	0	0	-1	-1	-1	-3	-2
19a.	Dränasfalt HABD, hålrum 22-27%, 10-13mm	<1	-5	-4	-3	-5	-5	-5	-6	-5
19b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-1	-3	-3	-3	-4	-4
19c.	D:o, 3-6 år	3-6	-2	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3
20a.	Dränasfalt HABD, hålrum 18-21%, 7-9 mm	<1	-5	-4	-3	-5	-5	-5	-6	-5
20b.	D:o, 1-2 år	1-2	-2	-1	-1	-3	-2	-2	-4	-3
20c.	D:o, 3-5 år	3-5	-1	0	0	-3	-1	-1	-3	-2
21a.	Dränasfalt HABD, hålrum 22-27%, 7-9 mm	<1	-6	-5	-4	-6	-6	-5	-6	-5
21b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-2	-4	-4	-3	-4	-3
21c.	D:o, 3-5 år	3-5	-2	-1	0	-3	-2	-2	-3	-2
22a.	Dubbel HABD, hålrum 18-21%, 10-13/16mm	<1	-5	-4	-3	-5	-5	-5	-6	-5
22b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-1	-3	-3	-3	-5	-4
22c.	D:o, 3-6 år	3-6	-2	-1	0	-2	-2	-2	-3	-2
23a.	Dubbel HABD, hålrum 22-27%, 10-13/16mm	<1	-6	-5	-4	-6	-6	-6	-7	-6
23b.	D:o, 1-2 år	1-2	-4	-3	-2	-4	-4	-4	-5	-4
23c.	D:o, 3-6 år	3-6	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-2
24a.	Dubbel HABD, hålrum 18-21%, 7-9/16 mm	<1	-6	-5	-4	-6	-6	-6	-6	-6
24b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3
24c.	D:o, 3-5 år	3-5	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1
25a.	Dubbel HABD, hålrum 22-27%, 7-9/16 mm	<1	-7	-6	-5	-7	-7	-7	-7	-7
25b.	D:o, 1-2 år	1-2	-4	-3	-3	-5	-5	-5	-4	-4
25c.	D:o, 3-5 år	3-5	-2	-1	0	-2	-2	-2	-1	-1
26.	Gummiasfalt, tät (GAP): Se komm. nedan									
27.	Gummiasfalt, öppen (GAO): Se komm.									
21.	Cementbetong, tät, slät, max 20-80 mm	0-40	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+2
22.	Cementbetong, tät, slät, max 12-18 mm	0-40	0	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+2
23a.	Cementbetong, frilagd bal., max 22 mm	2-10	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
23b.	D:o, nylagd	<2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1
24a.	Cementbetong, frilagd bal., max 11-16mm	2-10	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
24b.	D:o, nylagd	<2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-3
25a.	Cementbetong, frilagd bal., max 7-9 mm	2-10	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-3	-2
25b.	D:o, nylagd	<2	-3	-2	-2	-3	-3	-2	-4	-3
26.	Cementbetong, slipad (slipning ej sliten)	0-5	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-1
27.	Gatsten, kullersten & storgatsten	0-90	+6	+5	+4	+6	+6	+5	+6	+6
28.	Gatsten, traditionell sten ca 10x10 cm	0-90	+3	+3	+2	+4	+4	+3	+4	+4
29.	Gatsten, förbättrad sten enl Cph-typ	0-90	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2
30.	Cementblocksten, normal	0-10	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+3
31.	Cementblocksten, bästa typ	0-10	-1	0	0	-1	0	0	-1	0

* Referensvägtyta enligt ISO 10844 (använd för fordonsbullerprovning m m) motsvaras av beläggning nr 3 ovan.

För att undersöka om en bullerdämpande åtgärd är samhällsekonomiskt motiverad har en Excelmodell tagits fram (Jesper Elsander, VGtav). Modellen beräknar bullerkostnaden enbart för omgivningsmiljön. Modellen är baserad på att omgivningsmiljön är antingen bebyggelse (normal markdämpning) eller över vatten (låg markdämpning). Störningskostnaderna för trafikanterna i kupén finns inte medtagna i beräkningarna eftersom kunskaperna om dessa kostnader i nuläget är otillräckliga. Modellen beräknar även livslängd och årskostnad för beläggningsalternativen. Livslängdsberäkningen utförs med hjälp av de faktorer för relativt slitage (7) som framtagits med hjälp av VTI's slitagemodell för dubbelslitage. I sin nuvarande

utformning kan modellen användas för livslängdsberäkning/årskostnad på 1-4 körfält. Disponibel tjocklek för spår är i modellen för beläggningstyperna ytbehandling (YB) och tunnskiktbeläggning (TSK) max stenstorlek multiplicerad med 0,7 och för beläggningstyperna ABT, ABS och ABD maximala stenstorleken multiplicerad med 2. Det maximala spår djupet i modellen är dock 17 mm. Användaren måste bedöma om den angivna livslängden, som utgör grunden för årskostnadsberäkningen, får ett realistiskt värde. Om värdet inte överensstämmer med användarens uppfattning kan de värden användaren anser vara rimliga skrivas in i avsedda fält i modellen. I nuläget är livslängden i modellen maximerad till 20 år. I modellen finns också en kalibreringsfaktor med vilken det går att justera livslängderna på de jämförda beläggningarna. Om kalibreringsfaktorn ställs in på t ex 0,6 reduceras livslängderna på de jämförda beläggningarna med 60 %. För beläggning typ ABD, d v s en bullerreducerande beläggning, får användaren ange bullerreduktionen på egen hand eftersom det finns flera olika typer av bullerreducerande beläggningar och de har olika egenskaper. Eftersom det finns andra faktorer än dubb slitage som påverkar beläggningars livslängd har användaren möjligheter att själv sätta in livslängder på beläggningsalternativen i modellen. Ingångsdata i modellen är:

- Objektdata
 - Längd
 - Bredd
 - Årsdygnsmedeltrafik (ÅDTtot)
 - Hastighet
- Bullerutsatta
 - Antal villor, avstånd från vägmitt anges av användaren
 - Antal lägenheter, avstånd från vägmitt anges av användaren
 - Schablonmässigt beräknas varje villa och lägenhet bebos av 2,5 personer
 - Schablonmässigt kan för hyreshus räknas fönster mot vägen och antal boende beräknas som 0,4 personer per fönster.
- Beläggningsdata
 - På referens av ABS16
 - Kulkvarnsvärde
 - Beräknat pris per kvadratmeter
 - På alternativ med lägre bullernivå
 - Beläggningstyp
 - Största stenstorlek
 - Kulkvarnsvärde
 - Bullerreduktion enligt VTI's tabell
 - Beräknat pris per kvadratmeter

För att få fram de villor/lägenheter som är bullerutsatta på ett vägavsnitt kan datorprogrammet Auto-ka-vy, som är tillgängligt för Vägverket, användas. Alternativt kan en bedömning utföras genom okulärbesiktning eller manuellt från något aktuellt kartmaterial. Medelantalet boende per hus och lägenhet är satt till 2,5 personer. Alternativt kan för flerfamiljshus fönster i fasad mot vägen beräknas och antalet personer är satt till 0,4 personer per fönster. Om användaren har bättre data går det bra att använda dessa i stället.

Kostnader för olika beläggningar kan vara svåra att uppskatta. De varierar bl a beroende på objektstorlek, råvarukostnader, konkurrens- och marknadssituation. Därför rekommenderas att

kontakt tas med de regionala beläggningsingenjörerna som har de största kunskaperna om aktuella kostnadsnivåer för olika beläggningar.

Modellen räknar fram den samhällsekonomiska vinst/förlust som uppstår, dels beroende på skillnader avseende bulleremission, och dels beroende på skillnader i livslängd, när en alternativ beläggning väljs jämfört med en beläggning typ ABS16.

4 Val av beläggning med hänsyn till partiklar

Inledning

I vägområdet finns partiklar med olika ursprung, t ex partiklar från omgivande markområden och industrier, men också framför allt från vägtrafiken och från vägens drift och underhåll, t ex i form av sandningssand. Vägtrafikens bidrag till partiklar i utomhusluften är väsentligt. En dominerande del av dessa partiklar (mätt som massan av inandningsbara partiklar, PM₁₀) i vägnära miljöer kommer från slitage och uppvirvling av partiklar som skapats av interaktionen mellan fordonsdäck och vägbeläggning under vinterhalvåret. Huvuddelen av slitagepartiklarna finns i storleksfraktionen från 0,5 µm och större.

Produktionen av slitagepartiklar bestäms bland annat av följande faktorer:

- dubbdäcksandel,
- stenmaterialet slitstyrka och största stenstorlek,
- fordons hastigheten.

Partiklar i allmänhet har koppling till olika former av besvär, sjukdom och förtida död i befolkningen och det finns inte någon säkerställd nedre haltgräns under vilken effekter inte uppkommer. Grovfraktionen av PM₁₀ (PM_{2,5} – PM₁₀), dit en viss andel av slitagepartiklar från vägbaneslitage hör, har visats ha en koppling till negativa effekter på människans hälsa, och höga halter bidrar bland annat till fler öppenvårdsbesök för astma och fler sjukhusinläggningar för luftvägssjukdomar.

Halterna av inandningsbara partiklar (PM₁₀) och en mindre fraktion, s.k. fina partiklar (PM_{2,5}) är reglerade i direktivet 1999/30/EG och införda i direktivet 2008/50/EG om luftkvalitet och renare luft i Europa. De gränsvärden som anges i direktivet har delvis införts i svensk lagstiftning i Förordningen om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (SFS 2001:527) och en ny förordning som även innehåller normer för fina partiklar (PM_{2,5}) är på gång att införas. De halter av PM₁₀ som inte får överskridas är:

- 50 µg/m³ som dygnsmedelvärde (90-percentil¹)
- 40 µg/m³ som årsmedelvärde

Kommande norm för PM_{2,5} är 25 µg/m³ som årsmedelvärde (2015).

Dessa värden gäller bl.a. för byggande och vid drift och underhåll av vägar och gator. Det är fram för allt gränsvärdet per dygn (50 µg/m³) som är problematiskt att klara i smala gaturum och vid trafikleder med stor trafikmängd. Myndigheterna skall säkerställa att inte tillstånd ges (arbetsplan) som motverkar ett uppfyllande av kraven. Normala drift- och underhållsåtgärder är tillåtna inom områden där miljö kvalitetsnormerna överträds, men de får inte leda till att möjligheterna att klara normen försämras, utan snarare underlättas.

¹ Får överskridas max 35 dygn per år.

Förutom dessa lagreglerade halter i form av miljö kvalitetsnormer finns nationella miljömål för partiklar (PM₁₀) samt för fina partiklar (PM_{2,5}), som även den till viss del påverkas av partiklar från vägbaneslitage och uppvirvling. Dessa miljömål överskrids idag i många vägnära miljöer. De nationella delmålen för partiklar är:

- 35 µg/m³ som dygnsmedelvärde (90-percentil²) (PM₁₀)
- 20 µg/m³ som årsmedelvärde (PM₁₀)
- 20 µg/m³ som dygnsmedelvärde (PM_{2,5})³
- 12 µg/m³ som årsmedelvärde (PM_{2,5})

Beläggnings inverkan på partikelemissionen

Fordonstrafiken på gator och vägar ger upphov till slitage, bl a av vägbanan och spridning av partiklar. Emissionen av partiklar ökar med ökande trafik, ökande hastighet och emissionens påverkan på partikelhalten i luften avklingar med ökande avstånd till vägen. Andel av trafiken som använder vinterdäck med dubbar under vinterhalvåret påverkar partikelemissionen väsentligt. Till skillnad från emissionen av buller ökar emissionen av partiklar med minskande stenstorlek i beläggnings

Då beläggningsslitage är den viktigaste källan till partiklar i gaturummet vintertid är beläggnings benägenhet att bilda PM₁₀ vid slitage viktig. Det finns idag inga helt säkerställda mått på denna egenskap. Studier av partiklar från dubbdäcksslitage med en provvägsmaskin på VTI visar dock att partikelhalterna vid användning av olika beläggningstyper skiljer sig rejält från varandra. I laborativa försök i provvägsmaskin gav en ABT med en lokal granit ca 3-4 gånger så höga koncentrationer av PM₁₀ som en ABS med kvartsit (Gustafsson m.fl., 2005). En annan kvartsitbeläggning med kvartsit från ett annat stenbrott och med något större stenstorlek (16 mm i stället för 11 mm) gav högre PM₁₀ koncentrationer vilket indikerar att materialvalet är viktigare än stenstorleken vad gäller dammbildning. Även mobila mätningar i Sverige tyder på att olika typer av asfalt ger olika emissioner (Hussein et al., 2007). Dessa resultat från mobila mätningar och provvägsmätningar av PM₁₀-emissionen ligger väl i linje med mätningar av hur det totala vägslitaget vid dubbdäcksanvändning beror på stenmaterialet (Jacobson & Wågberg, 2004).

Sambandet mellan totalt beläggningsslitage och emissionen av inandningsbara partiklar används för beräkning av emissioner av PM₁₀ i dessa råd. De exakta kvantitativa sambanden mellan PM₁₀-halterna längs vägarna och olika faktorer såsom stenmaterial, maximal stenstorlek, stenhalt och fordonshastighet är dock inte säkerställda. Klart är dock att större slitage leder till ökad generering av partiklar. Därmed kan det behövas en avvägning av stenmax i en beläggning för att optimera emissionen av partiklar och buller.

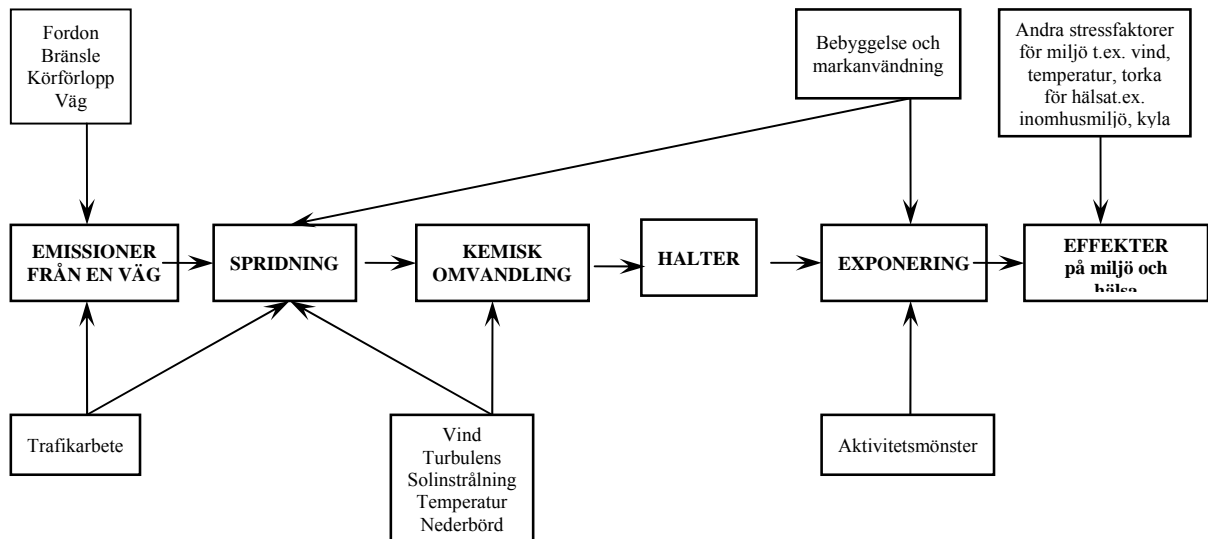
Vid val av beläggning bör hänsyn tas till människor som vistas i vägens omgivning och som exponeras av partiklar från slitage av vägbeläggning i enlighet med de bestämmelser som gäller och i övrigt när det är samhällsekonomiskt lönsamt. Frågor som bör besvaras är om

² Får överskridas max 37 dygn per år.

³ Får överskridas max 37 dygn per år.

luftkvalitet är en relevant fråga vid val av beläggning och om vald beläggning innebär förbättringar eller försämringar ur partikelsynpunkt. Bor eller vistas människor stadigvarande nära gatan eller vägen? Hur många människor berörs?

Beräkningsgången för att få fram de samhällsekonomiska kostnaderna för de partiklar som uppstår genom slitaget av vägbanan bygger på den s.k. impact-path-way metoden som beskrivs av bl.a. Friedrich och Bickel (3). Beräkningsgången beskrivs schematiskt i figur 3.



Figur 3 Schematisk beräkningsgång för beräkning av samhällsekonomiska kostnader för spridning av partiklar (Håkan Johansson, Vägverket).

Beräkning av emissioner

Enligt förhandsbesked från VTI avseende emission av partiklar från körningar med dubbdäck på olika beläggningstyper i provvägsmaskin kan mängden fina partiklar, PM₁₀, preliminärt anses utgöra ca 5 % av den totalt bortslitna mängden.

Enligt VTI's utredning, "Lågbullrande asfaltbeläggning – omräkningsfaktorer för nötningsresistens hos slitlager" (7), beräknas dubbdäcksslitaget för en referensbeläggning typ ABS16 med 70 % material > 4 mm och kulkvarnsvärde = 7 vara 3,4 g/fordonskilometer och fordon med dubbdäck. Dubbdäcksslitaget från andra beläggningstyper kan beräknas med hjälp av VTI's sammanställning av omräkningsfaktorer för dubbdäcksslitage som framgår av tabell 4 och dubbdäcksfrekvenser i procent på helår framgår av tabell 5.

Följande formel kan användas för att beräkna emission av PM₁₀-partiklar per genomsnittligt fordon.

$$E_{PM10} = DD/100 * 3,4 * 1000 * P_{PM10}/100 * RS$$

där

- E_{PM10} = Emission av PM10 i milligram per fordonskilometer
- DD = Dubbdäcksfrekvens i % räknat på helår (tas från tabell 5)
- P_{PM10} = Procentuell andel av bortsliten mängd (sätts till 5 % här)
- RS = Relativt slitage (tas från tabell 4)

E_{PM10} tas fram för såväl referensbeläggningen (Stenrik asfaltbetong, ABS16, kk 7, se tabell 4) som för den alternativa beläggningen.

Dubbdäcksfrekvensen varierar över landet och är högst i norr och lägst i söder (se tabell 5 fig 4). Dubbräkning utförd i Stockholmsområdet visar att dubbanvändningen normalt börjar i oktober-november och avslutas i mitten av maj. En överslagsberäkning från mätningar i Stockholmsområdet visar att trafikarbetet med dubbanvändning motsvarar 5,2 månader med maximal dubbanvändning för regionen. Statistik över maximal dubbanvändning för Vägverkets olika regioner har tagits fram av Däcksbranschens Informationsråd och finns i Vägverket publikation 2009:41 (http://publikationswebbutik.vv.se/shopping/ShowItem_4149.aspx). Med antagandet att dubbanvändningsperioden är ungefär lika lång i hela landet kan de årliga dubbfrekvenserna regionalt uppskattas som framgår av tabell 6. Om användaren har mer exakta siffror går det givetvis bra att använda dem i stället.

Tabell 4 Sammanställning över omräkningsfaktorer för dubbdäcksslitage.

Beläggning/Kulkvarnsvärde	Hastighet/Relativt slitage			
	50 km/h	70 km/h	90 km/h	110 km/h
ABS 22, kk 7	0,5	0,7	0,9	1,1
ABS 16, kk 7 1/	0,7	1,0	1,3	1,7
ABS 11, kk 7	0,9	1,3	1,7	2,1
ABS 8, kk 7	1,1	1,5	1,9	2,4
ABS 22, kk 10	0,7	1,0	1,4	1,7
ABS 16, kk 10	1,0	1,4	1,8	2,3
ABS 11, kk10	1,2	1,6	2,2	2,7
ABS 8, kk 10	1,3	1,8	2,4	3,0
ABS 22, kk 14	1,1	1,5	2,0	2,5
ABS 16, kk 14	1,3	1,8	2,4	3,1
ABS 11, kk 14	1,5	2,1	2,8	3,5
ABS 8, kk 14	1,7	2,3	3,0	3,8
ABT 22, kk 7	0,7	0,9	1,3	1,6
ABT 16, kk 7	0,9	1,3	1,7	2,1
ABT 11, kk 7	1,1	1,6	2,1	2,6
ABT 8, kk 7	1,3	1,7	2,3	2,9
ABT 22, kk 10	0,9	1,3	1,7	2,2
ABT 16, kk 10	1,2	1,6	2,2	2,7
ABT 11, kk10	1,4	1,9	2,6	3,2
ABT 8, kk 10	1,5	2,1	2,8	3,5
ABT 22, kk 14	1,3	1,8	2,4	2,9
ABT 16, kk14	1,5	2,1	2,8	3,5
ABT 11, kk14	1,7	2,4	3,2	4,0
ABT 8, kk14	1,9	2,6	3,4	4,3
ABD 16, kk 7	0,6	0,9	1,1	1,4
ABD 11, kk 7	0,8	1,1	1,5	1,9
ABD 16, kk 10	0,9	1,2	1,6	2,0
ABD 11, kk 10	1,1	1,5	2,0	2,5
ABD 16, kk 14	1,2	1,7	2,3	2,8
ABD 11, kk 14	1,4	2,0	2,6	3,3
Y1B 11-16, kk 7	0,6	0,9	1,1	1,4
Y1B 8-11, kk 7	0,8	1,1	1,5	1,9
Y1B 4-8, kk 7	1,0	1,3	1,8	2,2
Y1B 11-16, kk 10	0,9	1,2	1,6	2,0
Y1B 8-11, kk 10	1,1	1,5	2,0	2,5
Y1B 4-8, kk 10	1,2	1,7	2,2	2,8

1/ Referensbeläggning

Tabell 5 Uppmätt andel i respektive region med dubbdäck februari 2005-2009 (8).

Region	2009	2008	2007	2005	Medel
Skåne	28	44	47	46	41
Väst	68	71	74	74	72
Sydöst	64	59	62	68	63
Stockholm	73	69	69	72	71
Mälardalen	70	82	76	81	77
Mitt	94	88	84	85	88
Norr	94	83	88	92	89
Nationellt medel					72

Tabell 6 Dubbfrekvenser för helår i procent.

Region	Dubbfrekvens i %
Skåne	$5,2/12 * 41 = 18$
Väst	$5,2/12 * 72 = 31$
Sydöst	$5,2/12 * 63 = 27$
Stockholm	$5,2/12 * 71 = 31$
Mälardalen	$5,2/12 * 77 = 33$
Mitt	$5,2/12 * 88 = 38$
Norr	$5,2/12 * 89 = 39$

Beräkning av halter

Efter att trafikmängd och emissionsfaktor bestämts beräknas det lokala haltbidraget med hjälp av nomogram⁴. Nomogrammen avser trafik på öppen väg respektive i gaturum.

Gaturum innebär gata i en tätort som omges av byggnader på en eller båda sidorna av gatan⁵. **Öppen väg** anses föreligga i övriga fall, d.v.s. spridd bebyggelse eller helt öppen terräng.

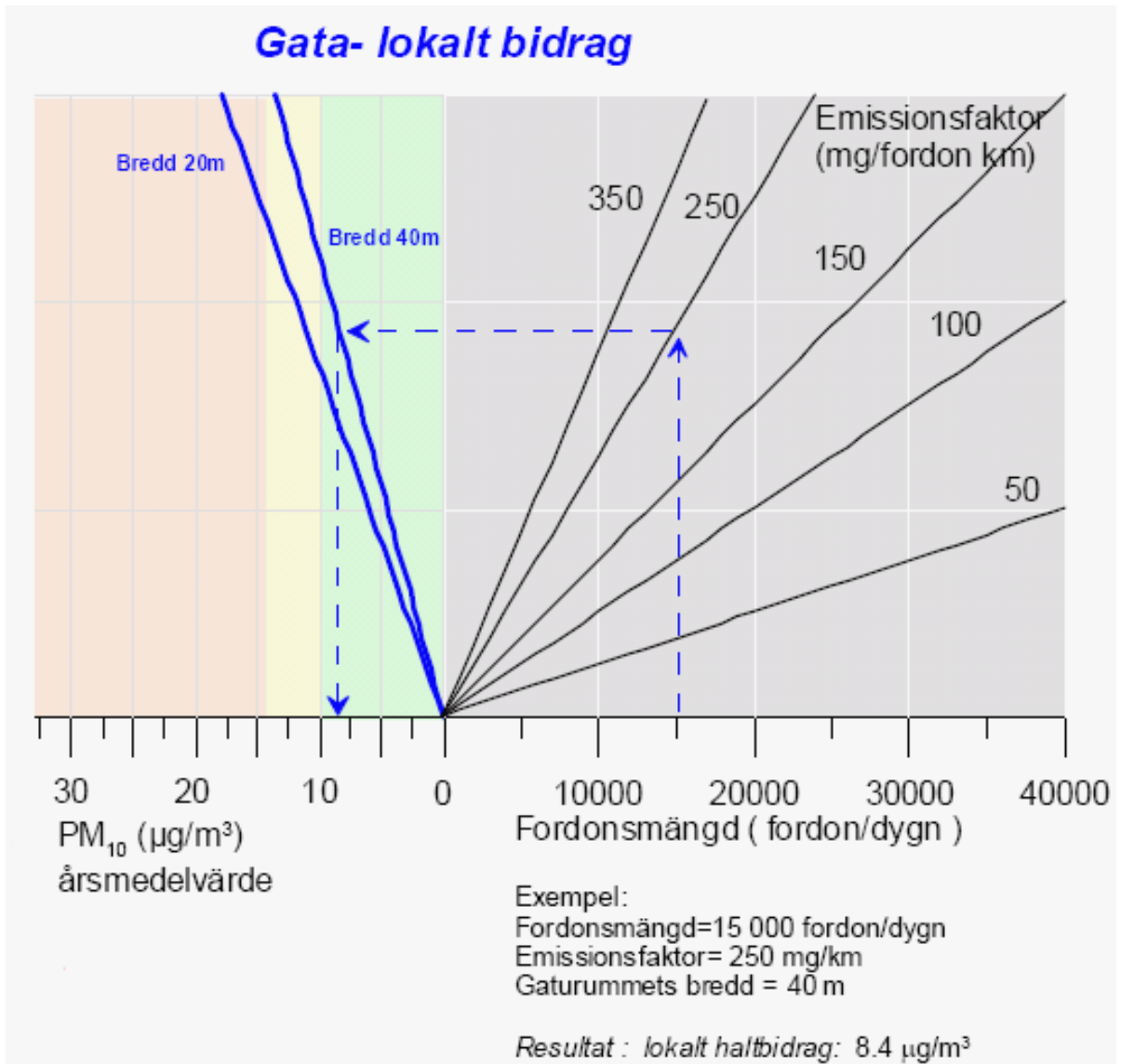
I figurerna 4 och 5 visas nomogrammen för PM₁₀-halter⁶. Från dessa fås haltbidraget C från slitaget av belägningen.

I beräkningsmodellen används en matematisk formel baserad på nomogrammen för beräkningarna.

⁴ Som alternativ kan man använda en spridningsmodell, t.ex. SIMAIR: www.luftkvalitet.se

⁵ Definition av gaturum och öppen väg enligt Referenslaboratoriet för tätortsluft

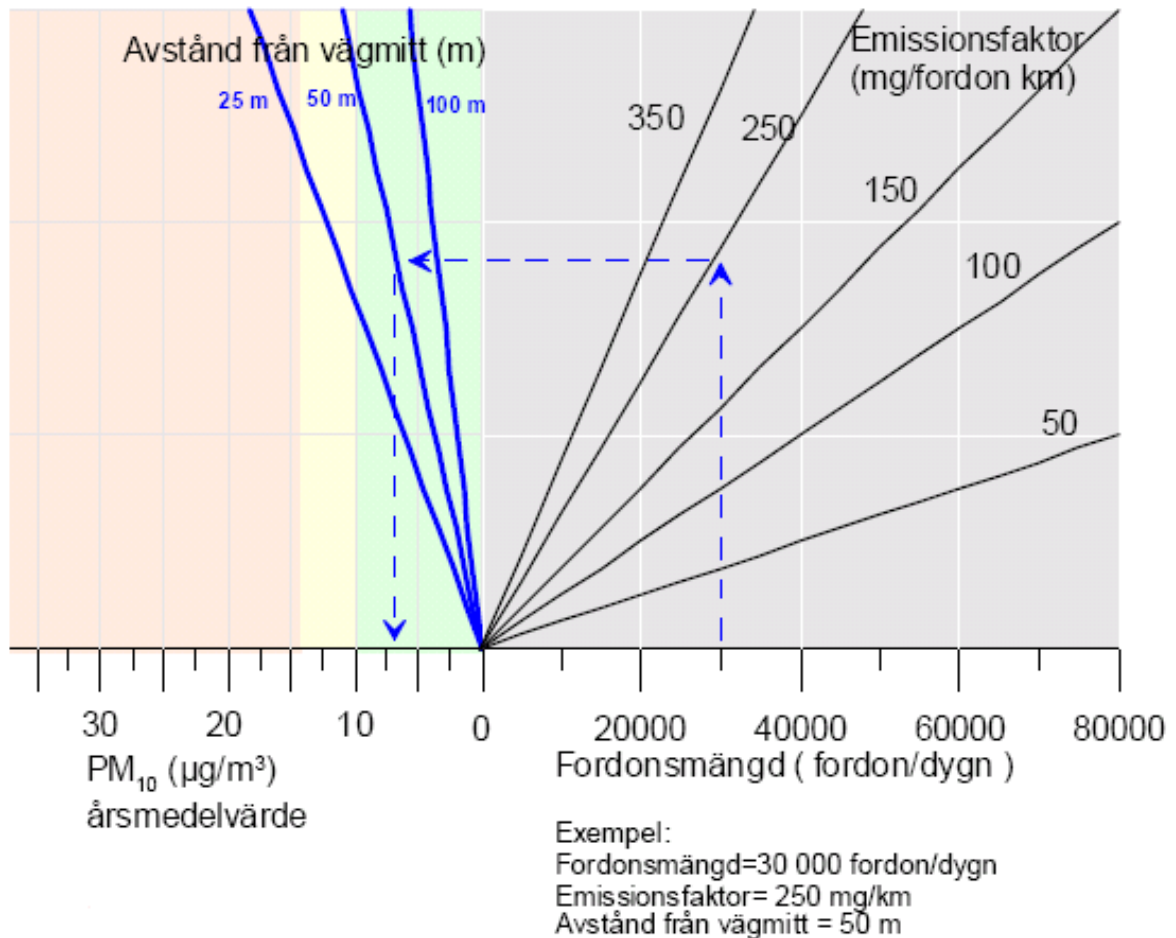
⁶ Källa: ”Nomogram för uppskattning av halter av PM10 och NO2” (SMHI nr 102 2001, reviderad version december 2004, www.luftkvalitet.se).



Vid små trafikmängder rekommenderas att skala upp trafiken med en faktor och när haltbidraget erhållits skala ner detta med samma faktor.

Figur 4 Nomogram för beräkning av lokala bidrag från gaturum till årsmedelhalter av PM_{10} (µg/m³).

Väg- lokalt bidrag



Exempel:
 Fordonsmängd=30 000 fordon/dygn
 Emissionsfaktor= 250 mg/km
 Avstånd från vägmitt = 50 m

Resultat : lokalt haltbidrag: 6.9 µg/m³

Vid små trafikmängder rekommenderas att skala upp trafiken med en faktor och när haltbidraget erhållits skala ner detta med samma faktor

Figur 5 Nomogram för beräkning av lokala bidrag från öppen väg till årsmedelhalter av PM₁₀(µg/m³).

Beräkning av exponering

Exponeringen beräknas som produkten av antalet personer och halten. För beräkning av antalet personer som berörs kan bullerberäkningsmodellen användas. Antalet personer i villor och hyreshus som berörs beräknas genom att multiplicera antalet villor och hyreshus på respektive avstånd från vägmitt med angivna schablonvärden. Halten varierar för olika avstånd och produkterna summeras sedan.

$$Exp = \sum_{i=1}^{\infty} C_i \cdot B_i$$

Där C_i är haltbidraget från slitaget och B_i befolkningen på avståndet från vägens mitt. Halten avtar med avståndet från vägen och exponeringsbidraget minskar. Har man tillgång till en spridningsmodell kan man här göra relativt noggranna beräkningar och också ta med bidraget relativt långt från vägen. Om nomogram används får man dock göra en förenkling. För ett gaturum beräknar vi exponeringen enligt

$$Exp_{gaturum} = C_G \cdot B_G$$

Där C_G är haltbidraget från slitaget och B_G befolkningen i gaturummet för en given delsträcka. Den givna delsträckan skall ha likartade förhållanden och samma halt.

För en öppen väg beräknar vi exponeringen med nomogrammetoden enligt

$$Exp_{väg} = C_{25} \cdot B_{0-50} + \frac{(C_{50} + C_{100})}{2} \cdot B_{50-100} + \frac{C_{100}}{2} \cdot B_{100-500}$$

Där C_{25} är haltbidraget från slitaget på avståndet 25 meter och B_{0-50} är befolkningen i zonen 0-50 meter från vägmitt för en given delsträcka. Den givna delsträckan skall ha likartade förhållanden och samma halt.

För en längre sträcka summeras sedan exponeringen för olika delsträckor.

$$Exp_{total} = Exp_{gaturum1} + Exp_{gaturum2} + Exp_{gaturum3} + \dots + Exp_{väg1} + Exp_{väg2} + Exp_{väg3} + \dots$$

Beräkning av samhällsekonomiska kostnader

Beräkningen av de samhällsekonomiska kostnaderna för partikelexponeringen utgår från den effekt av exponeringen som den ger upphov till, i form av ytterligare sjukdomsfall, samt de kostnader som dessa sjukdomsfall innebär för samhället. Slitagepartiklar ger inte upphov till samma effekter som avgaspartiklar. Detta bl a eftersom de inte tränger lika djupt ner i lungorna samt har en annan sammansättning. Enligt Brunkreef och Forsberg (4) har grova partiklar, såsom slitagepartiklar, större eller lika effekt på lungsjukdomar, astma och sjukhusinläggningar för andningsbesvär jämfört med fina partiklar såsom avgaspartiklar. Vad gäller effekter på ökad dödlighet, bl a genom hjärt- och kärlsjukdomar pekar däremot de flesta studier på större effekt av fina partiklar jämfört med grova partiklar. Nerhagen m fl (5) ger ett förslag på värderingen av slitagepartiklars effekt på sjukdom. I studien utgår de ifrån värderingen för fina partiklars effekt och skalar ner denna till 60 procent för slitagepartiklar. Värderingen hamnar då på **58 kr per $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . En beräkning av kostnad för dödlighet⁷ ger en värdering på **9 kr per $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Värderingen härrör från 2005 och har nyligen uppräknats med sammantaget **2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Den samhällsekonomiska kostnaden för ökad sjukdom och dödlighet beräknas då för referensbeläggning och alternativbeläggningen enligt:

$$K_{ref} = Exp_{total_ref} \cdot 69$$

⁷ Fås genom addition av pris per kg (dödlighet) och pris per kg (sjukdom). Förhållandet mellan pris per kg och pris per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sjukdom) används för att få fram sammanlagt pris per $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

$$K_{alt} = Exp_{total_alt} \cdot 69$$

Den årliga skillnaden avseende de samhällsekonomiska kostnaderna för partiklar PM₁₀ mellan alternativet och referensbeläggningen beräknas då som,

$$K_{diff} = K_{alt} - K_{ref}$$

5 Sammantagen värdering för val av beläggning

I en sammantagen värdering summeras differenserna av de samhällsekonomiska kostnaderna för referensbeläggningen och de olika alternativen och det alternativ bör väljas som ger det bästa ekonomiska utfallet, d v s den största samhällsnyttan.

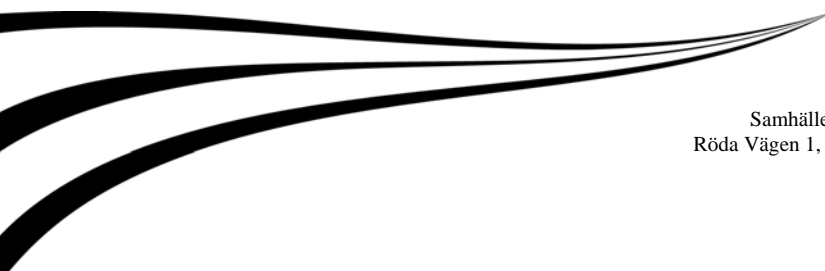
Total differens/år = Differens slitage + differens emission av buller + differens emission av partiklar.

Genom att dividera den totala differensen/år med ytan för det aktuella objektet erhålls ett värde på differensen per kvadratmeter och år.

I vissa fall kan det finnas skäl att välja ett dyrare alternativ ur samhällsekonomisk synpunkt än det som ger den största samhällsnyttan. Det kan t ex vara fallet när det finns en miljökonsekvensbeskrivning som förutsätter en bullerreducerande beläggning eller när omständigheterna kräver en viss typ av beläggning. Om inga särskilda skäl föreligger bör den beläggning väljas som ger det samhällsekonomiskt bästa utfallet och som i övrigt uppfyller kraven på aktuellt objekt.

Referenser

1. Dehlbom, Mats och Perérs, Mikael: Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket, Vägverkets publikation 2001:88.
2. Sandberg, Ulf: ”Vägytans inverkan på trafikbulleremission och rullmotstånd.” VTI 2006.
3. Friedrich R och Bickel P (ed) (2001): Environmental External Costs of Transport, Springer Verlag ISBN 3-540-42223-4.
4. Brunekreef B and Forsberg B (2005) Eur Respir J 2005; 26: 309–318
5. Nerhagen L. Forsberg B. Johansson C. Lövenheim B. (2005) Luftföroreningarnas externa kostnader, förslag på beräkningsmetod för trafiken utifrån granskning av ExternE-beräkningar för Stockholm och Sverige. VTI rapport 517.
6. Hjort, Camilla och Tenskog, Maria: ”Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden.” VV Publikation 2006:27.
7. Jacobson, Torbjörn: ”Lågbullrande asfaltbeläggning – omräkningsfaktorer för nötningsresistens hos slitlager.” VTI 2006.
8. Vägverket publikation 2009:41: ”Undersökning av däcktyp samt mönsterdjup i Sverige – januari/februari 2009.”



Samhälle och trafik
Röda Vägen 1, 781 78 Borlänge.

