

SLB 37:2025

Beräkningar av åtgärder mot höga partikelhalter (PM10) som underlag till åtgärdsprogram för Visby, Gotland

Under år 2022 överskred region Gotlands mätningar på Österväg gränsvärdet för antal dygn över miljökvalitetsnormen för partiklar, PM10. I och med överskridandet av miljökvalitetsnormen för PM10 behöver ett nytt åtgärdsprogram upprättas för att miljökvalitetsnormen för PM10 ska följas i Visby. EU har år 2024 tagit beslut om att nya EU-gränsvärden ska gälla från 1 januari 2030 [1]. De föreslagna åtgärderna bör därför medföra att också detta gränsvärde klaras. Detta PM redovisar de beräkningar av åtgärders effekter på halterna av PM10 som SLB-analys har utfört som underlag till region Gotlands framtagande av åtgärdsprogram och beräkningarna jämförs med det EU-gränsvärde som de nya normerna för PM10 kommer att baseras på.

Beräkningarna utförs för Österväg där mätningar av luftkvaliteten har pågått sedan 2013 och som är en av de mest utsatta gatorna i Visby vad gäller luftkvalitet. Beräkningarna har utförts för varje åtgärd var för sig samt i vissa fall i kombination för att uppskatta samlad effekt.

Effekten av följande åtgärder har beräknats:

- Minskad biltrafik
- Sänkt hastighet
- Minskad dubbdäcksandel
- Halkbekämpningsmetod
- Dammbindning

Beräkningarna ger endast en uppskattning av åtgärdernas effekter på PM10-halterna. Dessa uppskattningar kommer att vara beroende av de antaganden som görs angående källorna till de partikelhalter som vi har idag i Visby. Dessa antaganden är behäftade med osäkerheter som försvåras av de specifika omständigheter som vi har i Visby med förekomst av kalksten både i asfalten, i halkbekämpningsmaterialet och från omgivningarna.

Samtliga åtgärder fokuserar på PM10, men kommer också ha en effekt på halterna av PM2.5. Detta då de förhöjda halterna av PM2.5 som uppmäts i Visby har en mycket bra samvariation med PM10 och merparten av PM2.5 under dessa tillfällen bedöms komma från samma källa som PM10, det vill säga vägdam.

Beräkningsmetodik

Lokalt producerade PM10-partiklar (och till viss del PM2.5) i trafikmiljön orsakas främst av slitage av vägar, däck och bromsar samt av tillfört material från halkbekämpning (sand och salt) samt av partiklar från omgivningen till vägen. Åtgärdernas effekter på emissionerna av slitagepartiklar har beräknats med hjälp av partikelemissionsmodellen NORTRIP [2,3]. För att beräkna halten av luftföroreningar kopplas NORTRIP till gaturumsmodellen OSPM [4,5]. Endast åtgärdernas effekt på det lokala haltbidraget för Österväg har beräknats. Det urbana bakgrundsbidraget baseras på uppmätta halter vid mätstationen Brömsebroväg. De procentuella haltförändringarna har därefter applicerats på uppmätta halter vid Österväg för åren 2022–2023. Anledningen till vi har begränsat oss till dessa år är att år 2021 saknas en stor mängd data under höghaltsperioden och år 2024 har en av de föreslagna åtgärderna redan utförts (hastighetssänkning).

NORTRIP

NORTRIP (NOn-exhaust Road TRaffic Induced Particle emissions) är en modell för att beräkna emissioner av slitagepartiklar från vägbanan, fordonens däck och bromsar samt uppvirvling (engelska ”*suspension*”) av partiklar från vägytan. Direktmission och uppvirvling av partiklar från väg- och fordonsslitage styrs i hög grad av väderförhållanden. NORTRIP-modellen är processbaserad och siktar på att ta med alla processer som är relevanta för partikelgenerering och avgång till atmosfären. Vägbanornas fuktighet simuleras av NORTRIP-modellen baserat på tillgänglig meteorologi. Saltning, sandning och snöröjning etc. simuleras också av NORTRIP-modellen enligt specificerade regler [3]. Modellen är beskriven i flera vetenskapliga arbeten [2,3,6], har använts för att beräkna PM10-emissioner från vägtrafiken på ett stort antal platser i Norden och används av både SMHI och Norges meteorologisk institutt i deras kartläggningar och prognoser av luftkvalitet [7,8].

Grundförutsättning för beräkningar i NORTRIP

Beräkningarna utgår från de beräkningar av emissionsfaktorer för slitagepartiklar användes för den kartläggning som utfördes för Gotlands län år 2022. Modelluppsättningen följde till stor del den väl använda och väldokumenterade standardkonfigureringen vad gäller inställningar och parametrar. För att bättre simulera de halter som har uppmätts vid Österväg har det gjorts antaganden om en ”mjukare asfalt” för att ta hänsyn till förekomsten av kalksten i vägbeläggningen i Visby samt mängden sand som läggs ut. Hur mycket mjukare asfalten verkligen är och hur mycket sand som läggs ut är okänt, vilket bidrar till osäkerheten i beräkningarna.

Dubbdäcksandelen sattes i referensscenariot till 70 % då det är den andel som användes i kartläggningsberäkningarna. De andelar som har uppmätts på Österväg har varierat mellan 69–76 % under åren 2021–2025.

Antaganden i referensscenariot:

- **Trafik:** En trafikmängd på 10 000 fordon/dygn och en genomsnittlig tungtrafikandel på 7 %. Dygnsvariation och årstidsvariation från mätningar.

- **Hastighet:** 50 km/h. Modellen räknar att samtliga fordon kör exakt denna hastighet.
- **Meteorologi:** År 2011–2019.
- **Dubbdäcksandel:** Andelen antas vara 70 % under december – mars. Maj till september antas andelen dubbdäck vara noll med en successivt ökande andel under oktober och november och successivt avtagande under april.
- **Beläggning:** En något mjukare beläggning som ger mer slitage. Motsvarar en beläggning som använts i mindre städer runt om i Skandinavien.
- **Sandning:** Sandningstillfällen sätts automatiskt i modellen baserat på meteorologin. Sandmängd i referensscenariot har satts så att de beräknade halterna som stämmer med de uppmätta halterna.

I modellen användes sedan olika scenarier:

- **A:** Minskad hastighet till 40 km/h. Notera att modellen förutsätter att samtliga fordon kör denna hastighet. Det innebär att effekten av denna åtgärd överskattas då full efterlevnad inte är realistiskt.
- **B:** Minskad dubbdäcksandel till 50 %. I övrigt samma antaganden om tid på året för på- och avtagande som baslinjen.
- **C:** Minskad trafik med 10 %. Alla timmars trafikflöden har minskats med 10 %.
- **D:** En kombination av A, B och C.
- **E:** Minskad sandning. Ett scenario där mängden sand har minskats, vilket antas motsvara att sandningen minskas kraftigt eller inte utförs alls på Österväg, men att material från omgivande vägar, trottoarer, cykelbanor m.m. påverkar halterna.
- **F:** Ingen sandning. I detta scenario körs modellen helt utan sandning för att visa effekten av att ta bort sandning helt. Viss intransport från omgivningen kan man dock alltid förvänta sig varför detta scenario inte är helt realistiskt att genomföra.
- **G:** En kombination av A, B, C och E.

Dammbindning

Effekten av dammbindning har inte beräknats med modellerna ovan utan baseras på de uppmätta PM10-halterna på Österväg för 2022–2024. Effekten av dammbindning har baserats på försök i Stockholm där det behandlade dygnet har uppmätt 40 % lägre PM10-halter och dagen efter behandling har uppmätt 15 % lägre halter.

Två olika scenarier av dammbindning har använts:

- **H:** För normal användning av dammbindning så har det antagits att dammbindning utförts med schema. Så under perioden januari – april så har PM10-halterna under måndagar, onsdagar och fredagar justerats nedåt med 40 % och halterna under tisdag, torsdag och lördag justerats nedåt med 15 %.

- **I:** För maximal effekt av dammbindning så har samtliga dygn med uppmätt PM10-halt över $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ justerats nedåt med 40 %. Det motsvarar att samtliga dygn skulle vara påverkade av dammbindning.

Miljökvalitetsnormer och EU gränsvärden

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats nationellt i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden.

Miljökvalitetsnormer innehåller värden för halter av luftföroreningar både för lång och kort exponeringstid. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt med både en låg genomsnittlig exponering av luftföroreningar (motsvaras av årsmedelvärde) och att minimera antalet tillfällen med höga halter under kortare tid (dygns- och timmedelvärden). För att en miljökvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

De nuvarande svenska miljökvalitetsnormerna utgår från EU-direktiv som baseras på Världshälsoorganisationens, WHO, tidigare riktvärden från år 2005. År 2021 skärptes WHO:s riktvärden efter en översyn av den senaste forskningen om hälsoeffekter kopplade till luftföroreningar. Till följd av detta antogs ett nytt luftkvalitetsdirektiv av EU i oktober år 2024 [1]. Efter att förslaget har antagits har medlemsländerna två år på sig att inkludera detta i nationell lagstiftning. Det nya direktivet kommer innebära att nya, skärpta svenska normer för luftkvalitet börjar gälla senast år 2030 och dessa är minst i linje med direktivet, men de kan också vara ännu strängare beroende på vad som beslutas i Sverige.

I Tabell 1 visas miljökvalitetsnormen för partiklar, PM10, till skydd för människors hälsa samt de gränsvärden för partiklar, PM10, som har antagits i EU:s reviderade luftkvalitetsdirektiv som ska uppfyllas senast år 2030. Normen omfattar årsmedelvärde och dygnsmedelvärde. För PM10 så tillåter nya EU-gränsvärdet maximalt 18 dygn med PM10-halter över $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per kalender år. Det motsvarar att titta på 95,1-percentilen av kalenderårets 365 dygnsmedelvärden av PM10 och innebär att 95,1-percentilen inte får överstiga $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I detta PM jämförs resultatet endast med EU:s gränsvärde för dygn då det är det gränsvärde som är svårast att klara. Notera också att klaras EU gränsvärden för år 2030 så klaras också nuvarande normer för PM10.

Tabell 1. Nuvarande svenska normvärden och EU-gränsvärden för år 2030 som ska ligga till grund för kommande svenska normer [1,9] .

Tid för medelvärde	Nuvarande svenska normvärden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EU-gränsvärden 2030 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	40	20	Värdet får inte överskridas
Dygn	50 ¹	45 ²	Se fotnot

¹ Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

² Värdet får inte överskridas mer än 18 dygn per kalenderår

Resultat

Resultatet av beräkningarna av åtgärdernas effekter kan ses i Tabell 2. Halterna visas som 95,1 percentilen av dygnsmedelvärden av PM10 i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket motsvarar det 19:e värsta dygnet under ett år. Det gränsvärde som har antagits i ett nytt EU-direktiv och ska gälla senast år 2030 är $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och får överskridas högst 18 dygn. Det innebär att halter under $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medför att gränsvärdet klaras. Notera att det inte är möjligt att addera haltminskningarna från enskilda åtgärder för att på så sätt få fram den totala haltminskningen.

I Tabell 2 visas resultatet baserat på ett referensvärde på $71,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det motsvarar medelvärdet av den uppmätta 95,1-percentilen för dygnsmedelvärden under år 2022 och 2023.

Tabell 2. Resultat av modellberäkningarna baserat på ett referensvärde på $71,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ motsvarande medelvärdet av 95,1-percentilen för dygnsmedelvärden för åren 2022–2023. Inställningar som avviker från referensscenariot är markerade med blått. Grön markering innebär att EU:s gränsvärde för dygn klaras med minst $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gul markering att resultatet är $45 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, orange markering innebär att gränsvärdet inte klaras, men att halten är överskrids med högst $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och röd markering innebär att halten överskrids med mer än $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Scenario	Hastighet [km/h]	Dubb [%]	Trafik [%]	Sand	Damm- bindning	Haltminskning PM10 19:e värsta dygnet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$ resp. %]	Normalår PM10 19:e värsta dygnet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Sämsta året PM10 19:e värsta dygnet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Referens	50	70	100	Standard	-	-	71,2	-
A	50	50	100	Standard	-	-4,0 -6%	67,2	69,1
B	40	50	100	Standard	-	-7,0 -10%	64,2	68,3
C	50	70	90	Standard	-	-3,9 -5%	67,3	68,6
D	40	50	90	Standard	-	-12,5 -18%	58,7	62,2
E	50	70	100	Minskad	-	-26,1 -37%	45,1	55,1
F	50	70	100	Ingen	-	-40,9 -57%	30,3	41,3
G	40	50	90	Minskad	-	-42,6 -60%	28,6	36,5
H	50	70	100	Standard	Standard	-20,5 -29%	52,3	69,2
I	50	70	100	Standard	"Max"	-28,8 -40%	44,6	49,6

Enligt modellberäkningarna är ingen av åtgärderna lägre dubbdäcksandel (scenario A), hastighetssänkning (scenario B) eller en minskning av trafiken vid Österväg med 10 % (scenario C) tillräckliga, varken var för sig eller tillsammans (scenario D), för att klara den kommande normen. Om man kraftigt minskar mängden sand som läggs ut i samband med halkbekämpning (scenario E) så beräknas halterna hamna nära $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för ett normalår, men överskrider gränsvärdet om vädret är ogynnsamt. Skulle sanden däremot tas bort helt (scenario F), vilket tyvärr inte är ett helt realistiskt scenario, så beräknas gränsvärdet att klaras för samtliga beräknade år. Kombinationen av en lägre

dubbdäcksandel, sänkt hastighet och minskad trafik tillsammans med en kraftig minskning av sandningen (scenario G) beräknas också medföra att gränsvärdet klaras samtliga år.

En annan åtgärd som redan har börjat införas vid Österväg är dammbindning. Effekten av en normal användning av dammbindning (scenario H) beräknas sänka halterna kraftigt, men är inte tillräckligt för att på egen hand klara gränsvärdet. Det överensstämmer med vad mätningarna visar hittills i år på Österväg efter införande av dammbindning. Mätningarna indikerar lägre halter, men antalet dygn över $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har redan överstigit 19 st i mitten av maj.

Antas istället maximal effekt av dammbindning så beräknas gränsvärdet att klaras ett normalår, men riskerar att överskridas under meteorologiskt ogynnsamma år.

Slutsatsen är att för att klara EU-gränsvärdet för 2030 så krävs en kombination av åtgärder och det är lämpligt att åtminstone inkludera både en minskning av mängden sand som läggs ut samt dammbindning, då det är dessa åtgärder som har störst effekt.

Referenser

- [1] Direktiv 2024/2881. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2024/2881 av den 23 oktober 2024 om luftkvalitet och renare luft i Europa (omarbetning). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/02881/oj>. (2024).
- [2] Denby BR, Sundvor I, Johansson C, Pirjola L, Ketzel M, Norman M, et al. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. *Atmospheric Environment* **77**:283–300 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.04.069>.
- [3] Denby BR, Sundvor I, Johansson C, Pirjola L, Ketzel M, Norman M, et al. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modelling. *Atmospheric Environment* **81**:485–503 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.09.003>.
- [4] Operational Street Pollution Model (OSPM) - Aarhus University - Department of Environmental Science. <https://envs.au.dk/en/research-areas/air-pollution-emissions-and-effects/the-monitoring-program/air-pollution-models/ospm/>. (Hämtad 2023-11-14).
- [5] Kakosimos KE, Hertel O, Ketzel M, Berkowicz R. Operational Street Pollution Model (OSPM) - a review of performed application and validation studies, and future prospects. *Environmental Chemistry* **7**:485 (2010). <https://doi.org/10.1071/EN10070>.
- [6] Norman M, Sundvor I, Denby BR, Johansson C, Gustafsson M, Blomqvist G, et al. Modelling road dust emission abatement measures using the NORTRIP model: Vehicle speed and studded tyre reduction. *Atmospheric Environment* **134**:96–108 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.03.035>.
- [7] Air quality forecast fact sheet. Norwegian Meteorological Institute; u.å. <https://www.met.no/prosjekter/luftkvalitet/dokumentasjon-av-luftkvalitetsmodellen>.
- [8] High resolution air quality modelling of NO₂, PM₁₀ and PM_{2.5} for Sweden. SMHI; 2025. Rapportnummer 121.
- [9] Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (SFS 2010:477). Klimat- och näringslivsdepartementet 2010. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/luftkvalitetsforordning-2010477_sfs-2010-477.

SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på: www.slb.nu