



Mätningar och beräkningar

**Bilaga 2 till Göteborgs Stads åtgärdsplan för
partiklar (PM10)**

Innehåll

1	Inledning	4
2	Metod och förutsättningar	4
2.1	Stadenövergripande beräkningar	4
2.2	Beräkningar i gaturumsmiljö	5
3	Överskridandets omfattning	6
3.1	Modellberäkningar	6
3.2	Mätningar	8
3.2.1	Mätningar av luftkvalitet i Gårda	9
3.2.2	Meteorologiska förhållanden under våren 2022	11
4	Källfördelningsstudie	13
4.1	Bidrag till utsläpp av PM10 från olika källor	13
4.2	Bidrag till halter av PM10 från olika källor	15
5	Basscenario	18
6	Åtgärdsberäkningar	19
6.1	Väghållning	23
6.1.1	Förbättrad väghållning på E6:an i Gårda	24
6.1.2	Förbättrad väghållning på kommunala gator	27
6.2	Dubbdäck	28
6.2.1	Minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda	28
6.2.2	Minskad dubbdäcksandel på kommunala gator	28
6.3	Kombination: väghållning och dubbdäck	29
6.3.1	Förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda	29
6.3.2	Förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel på kommunala gator	30
6.4	Vägtrafikarbete	31
6.4.1	Minskat vägtrafikarbete på E6:an i Gårda	31
6.4.2	Minskat vägtrafikarbete på kommunala gator	31
6.5	Kombination: vägtrafikarbete och dubbdäck	32
6.5.1	Minskat vägtrafikarbete och minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda	32
6.5.2	Minskat vägtrafikarbete och minskad dubbdäcksandel på kommunala gator	33
6.6	Samlad bedömning av åtgärdsberäkningar	34
7	Åtgärdsscenarioer två och fem år fram i tiden	34

7.1	Åtgärdsscenario två år fram i tiden	34
7.2	Åtgärdsscenario fem år fram i tiden	35
8	Referenser.....	36

1 Inledning

Detta är en bilaga till Göteborgs Stads åtgärdsplan för partiklar (PM10) 2025–2030. I bilagan beskrivs de mätningar, beräkningar och analyser som ligger till grund för de ställningstaganden som presenteras i åtgärdsplanen och dess övriga bilagor.

2 Metod och förutsättningar

I detta kapitel beskrivs de modeller som har använts för beräkningarna i bilagan, samt vilka indata beräkningarna kräver. Stadenövergripande beräkningar har gjorts i AIRVIRO¹ och gaturumsberäkningar har gjorts i SIMAIR².

2.1 Stadenövergripande beräkningar

För att få en överblick av partikelhalterna i hela Göteborg har stadenövergripande spridningsberäkningar gjorts i modelleringsverktyget AIRVIRO. Verktyget består av ett antal moduler för integrerad hantering av indata, emissionsinventering, spridningsberäkning samt analys och presentation av beräkningsresultat. AIRVIRO kan hantera olika typer av emissionskällor, såsom skorstensutsläpp från till exempel industrier, utsläpp från vägtrafik och sjöfart, samt diffusa utsläpp från bland annat småskalig vedeldning och arbetsmaskiner.

Med AIRVIRO Gauss beräknas den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark, vilket i områden med tät bebyggelse representerar halter två meter ovan taknivå. AIRVIRO Gauss är därmed särskilt lämpad för övergripande beräkningar av haltfördelningen över en hel stad, men representerar inte halterna nere i gaturum och bebyggelse. För att beräkna haltfördelningen i gaturumsmiljö krävs en annan typ av spridningsmodell som kan ta hänsyn till bebyggelsens effekt på spridningsmönstren (se avsnitt 2.2).

Spridningsmodellering kräver en hel del indata avseende emissioner och meteorologi. Beräkningarna i AIRVIRO är därför kopplade till en så kallad emissionsdatabas (EDB). I EDB:n samlas aktuella data från alla olika utsläppskällor som är relevanta för Göteborg. Trafikens utsläpp är i EDB:n kopplat till två olika emissionsmodeller. Ur HBEFA³ hämtas emissionsdata för förbränningsrelaterade partikelutsläpp, och i NORTRIP beräknas partikelutsläpp kopplat till slitage mellan däck och vägbana samt uppvirvlande vägdamm. Emissionsfaktorerna är baserade på ett antal faktorer såsom trafikmängder, körhastighet och köbildning. I beräkningarna för åtgärdsplanen används emissionsdata för år 2022.

¹ [Airviro | Apertum](#)

² [SIMAIR | SMHI](#)

³ [HBEFA - Handbook Emission Factors for Road Transport](#)

Förutom emissionsdata behöver spridningsmodeller även meteorologiska data. Den viktigaste meteorologiska faktorn är vinden som avgör hur föroreningar fördelas och transporteras över ett område. De bästa meteorologiska data att nyttja vid spridningsmodelleringar är data från mastmätningar. Master tio meter eller högre med vindmätningar på flera nivåer samt temperaturskillnader mellan minst två nivåer är att föredra men även mindre master kan användas. I beräkningarna för åtgärdsplanen används meteorologiska data från miljöförvaltningens mastmätning vid Skansen Lejonet år 2022.

Luftföroreningshalter över Göteborg påverkas även av föroreningar som har sitt ursprung utanför staden. Därför behöver man även ta hänsyn till en så kallad bakgrundshalt, vilket i modellberäkningar avser den halt som orsakas av utsläpsskällor utanför beräkningsområdet. Bakgrundshalten utgör därmed bashalten till vilken de lokala spridningsmodellresultaten adderas.

Resultaten från beräkningarna kan presenteras på olika sätt, till exempel med kartor som visar halterna över årsmedelvärden och percentiler.

Tillvägagångssättet stämmer överens med hur miljökvalitetsnormerna är formulerade. För partiklar (PM10) presenteras 90-percentiler för dygn, vilket ger en indikation om hur halterna fördelas under dagar med höga utsläpp och/eller stationär luft. 90-percentilen innebär att 90 procent av alla dygnsmedelvärden är lägre än de halter som visas i kartan. Då utesluts de 35 sämsta dygnet, vilket betyder att dygnskartan visar halter för det 36:e sämsta dygnet på året.

De stadenövergripande beräkningarna har precis som alla andra modellberäkningar osäkerheter. Osäkerheterna beror dels på kvaliteten på indata, dels på att modeller ger en förenklad beskrivning av verkligheten. Miljöförvaltningens beräkningar är dock validerade mot de mätningar av luftkvalitet som görs i Göteborg och visar en överensstämmelse med mätdata som uppfyller Naturvårdsverkets kvalitetsmål.

2.2 Beräkningar i gaturumsmiljö

För att ta hänsyn till bebyggelsens påverkan på luftkvalitet krävs modeller som är anpassade till att kunna beräkna ventileringen och utspädningen av föroreningar i bebyggd miljö. Det finns många olika typer av gaturum i en stad. De kan vara breda eller smala, ensidiga (endast en sida som är bebyggd, öppet gaturum på andra sidan) eller stängda (hus på bägge sidor). Hög och tät bebyggelse på båda sidor av gatan skapar trånga gaturum där biltrafikens emissioner lätt stannar kvar. Ventileringen är bättre i bredare gaturum, med lägre bebyggelse, och där korsningar och uppluckrad bebyggelse skapar öppningar. Även variationen i bebyggelsens höjd längs med gatan underlättar ventileringen och därmed spridningen av emissioner från biltrafiken.

Beräkningar i gaturumsnivå har gjorts med beräkningsverktyget SIMAIR som är framtaget för beräkning av luftkvalitet i svenska tätorter. Beräkningssystemet är uppbyggt kring ett antal kopplade beräkningsmodeller som integrerar lokala haltbidrag samt bakgrundsbidrag från övriga tätorten, Sverige och Europa. De

olika beräkningsmodellerna verkar på olika skalor, från lokala beräkningar med en upplösning på 25 meter till regionala beräkningar med en upplösning på 11 kilometer. På det viset tar man hänsyn till att luftföroreningar kommer från olika källor som finns på olika avstånd från området som ska studeras.

På samma sätt som AIRVIRO kräver SIMAIR-modellen indata avseende meteorologi och emissioner. Meteorologiska data för SIMAIR kommer från olika källor, som till exempel mätningar från väderstationer samt data från vädersatelliter och väderradar. Emissionsmodellerna HBEFA och NORTRIP används för beräkningar av vägtrafikens utsläpp. Trots den komplexa modelluppbyggnaden med olika kopplade modeller är SIMAIR lätt att använda, då meteorologiska indata och emissionsdata tas fram inom SIMAIR-systemet. Som användare behöver man därmed endast välja ett beräkningsår samt uppdatera indata för beräkningar av lokala emissioner i ett specifikt gaturum. Exempel på information som användaren behöver tillhandahålla är data om trafikarbete (årsdygnstrafik), fordonssammansättning, andel dubbdäck och väghållningsåtgärder (sandning, saltning, sopning och dammbindning). För åtgärdsplanens beräkningar har meteorologiska indata för 2022 använts.

SMHI har validerat SIMAIR-resultaten mot mätningar av partiklar (PM₁₀), kvävedioxid (NO₂) och bensen i olika mätmiljöer för åren 2014–2016 (SMHI, 2018). Avseende PM₁₀ visar studien att det finns en tendens att SIMAIR överskattar lokala PM₁₀-halter i trafikmiljö jämfört med mätningar, vilket förklaras med att väghållningsåtgärder för att minska damm inte har inkluderats i emissionsberäkningar av partiklar. I den aktuella SIMAIR-versionen, som har använts för beräkningarna i denna rapport, finns dock möjlighet att ta hänsyn till olika väghållningsåtgärder såsom sopning och dammbindning. För beräkningar av den urbana bakgrunden av PM₁₀ visar studien ingen systematisk överskattning eller underskattning.

3 Överskridandets omfattning

Miljöförvaltningen bedömer, utifrån de modellberäkningar och luftkvalitetsmätningar som beskrivs i detta kapitel, att partikelhalterna som uppmäts vid mätstationen i Gårda är bland de högsta som förekommer i staden och att risken för överskridande därför enbart finns i begränsade områden av Göteborg. Det ligger inga skyddsvärda objekt (skolor, förskolor eller vårdinrättningar) i området med beräknade överskridanden av miljökvalitetsnormen. Det kan finnas ett fåtal lägenheter i Gårda med fasad ut mot Kungsbackaleden där miljökvalitetsnormen överskrids, men utöver det bedömer miljöförvaltningen inte att några bostäder utsätts för halter över miljökvalitetsnormen.

3.1 Modellberäkningar

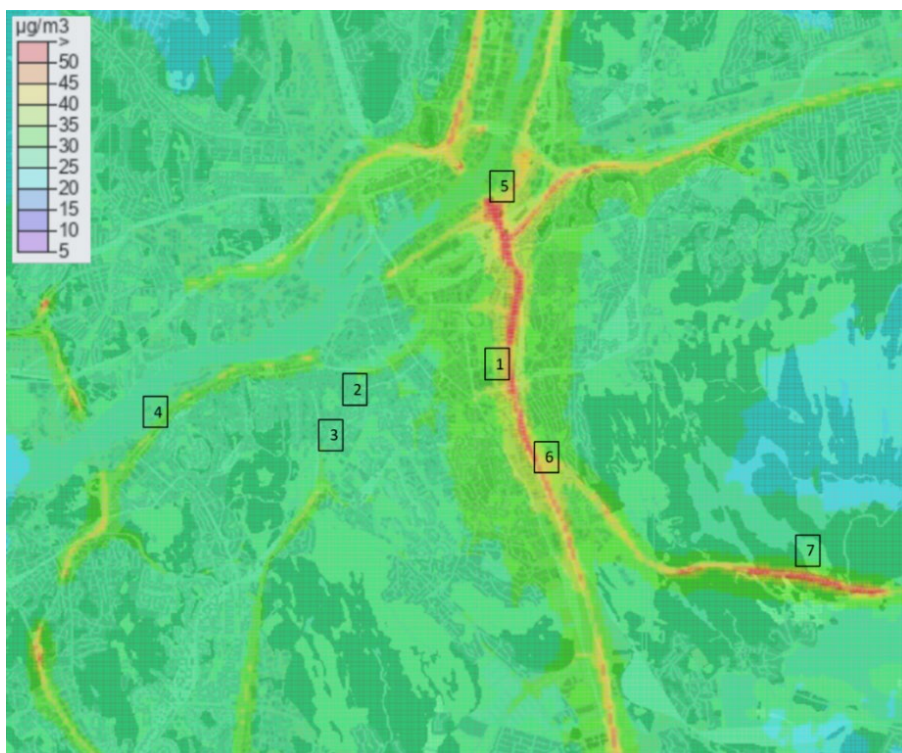
Figur 3.1 visar resultaten från miljöförvaltningens stadenövergripande beräkningar av partikelhalterna (PM₁₀) i Göteborg år 2022. Figur 3.2 visar en

mer detaljerad karta av de centrala delarna av Göteborg. Siffrorna i kartorna visar de platser där miljöförvaltningen och Luftvårdsförbundet i Göteborgsregionen mätte partikelhalter i gatunivå under 2022, där 1) Gårda 2) Haga Sprängkullsgatan 3) Haga Övre Husargatan och 4) Fiskhamnen.

Enligt beräkningarna underskrids miljökvalitetsnormen med god marginal i hela Göteborg med undantag av på eller precis utmed de statliga vägarna samt vid mynningarna till de största vägtunnelarna. De allra högsta halterna beräknas vid E6:an från Tingstadstunnelns södra mynning till Kallebäcksmotet. Halterna är också höga utmed Riksväg 40. Dessa områden visas i figur 3.2.



Figur 3.1. Beräknade 90-percentiler av dygnsmedelvärden av partiklar (PM10) år 2022. Siffrorna i kartan visar placeringen av stationer för mätningar av luftkvalitet i gatunivå år 2022 där 1) Gårda 2) Haga Sprängkullsgatan 3) Haga Övre Husargatan och 4) Fiskhamnen.



Figur 3.2. Beräknade 90-percentiler av dygnsmedelvärden av partiklar (PM10) i de mer centrala delarna av Göteborg år 2022. Siffrorna 1–4 i kartan visar placeringen av stationer för mätningar av luftkvalitet i gatunivå år 2022 där 1) Gårda 2) Haga Sprängkullsgatan 3) Haga Övre Husargatan och 4) Fiskhamnen. I kartan illustreras även 5) Tingstadstunnelns södra mynning, 6) Kallebäcksmotet och 7) sträcka av Riksväg 40 med 90 km/h som hastighetsbegränsning.

3.2 Mätningar

Göteborgs Stad och Luftvårdsförbundet i Göteborgsregionen mäter kontinuerligt halterna av partiklar (PM10) i Göteborg, dels vid fasta mätstationer dels vid tillfälliga mätstationer. Placeringar av mätstationer år 2022 visas i figur 3.1 och figur 3.2. En beskrivning av mätstationerna och mätresultaten för 2022 presenteras i tabell 3.1.

Mätstationen i Gårda är placerad intill E6/Kungsbackaleden som är en av de hårdast belastade trafiklederna i Sverige. Här uppmäts de högsta halterna av partiklar (PM10) i Göteborg, och det är här miljö kvalitetsnormen riskerar att överskridas. Mätningarna i Fiskhamnen gjordes utmed Oscarsleden, där årsdygnstrafiken (ÅDT) är cirka 41 000. PM10-halterna vid Fiskhamnen är betydligt lägre än halterna i Gårda, och miljö kvalitetsnormen klarades med god marginal. Mätningarna på Övre Husargatan utförs i ett av de hårdast trafikerade (ÅDT cirka 11 000) stängda gaturummen i Göteborg. Även här klarades miljö kvalitetsnormen med god marginal. Mätstationen vid Sprängkullsgatan, med en ÅDT på cirka 9 000, ligger i mer svårbeskriven omgivning med flera lokala källor såsom arbetsmaskiner. Miljö kvalitetsnormen klarades även vid Sprängkullsgatan.

Tabell 3.1. Resultat från mätningar av partikelhalter (PM10) år 2022. Resultaten från Fiskhamnen är osäkra då datafångsten låg på 72 procent, vilket är lägre än Naturvårdsverkets kvalitetsmål för mätdata.

Nr	Mätplats	Gaturum	Årsdygnstrafik (ÅDT) (antal)	Uppmätt årsmedelvärde (µg/m ³)	Uppmätt 90%-il dygn (µg/m ³)	Dygn över 50 µg/m ³ (antal)
1	Gårda	Öppet	105 000	25,1	47,7	34
2	Haga Sprängkullsgatan	Halvöppet	9 270	19,8	35,2	16
3	Haga Övre Husargatan	Stängt	11 000	17,0	32,1	11
4	Fiskhamnen	Öppet	41 100	17,6	30,0	5

3.2.1 Mätningar av luftkvalitet i Gårda

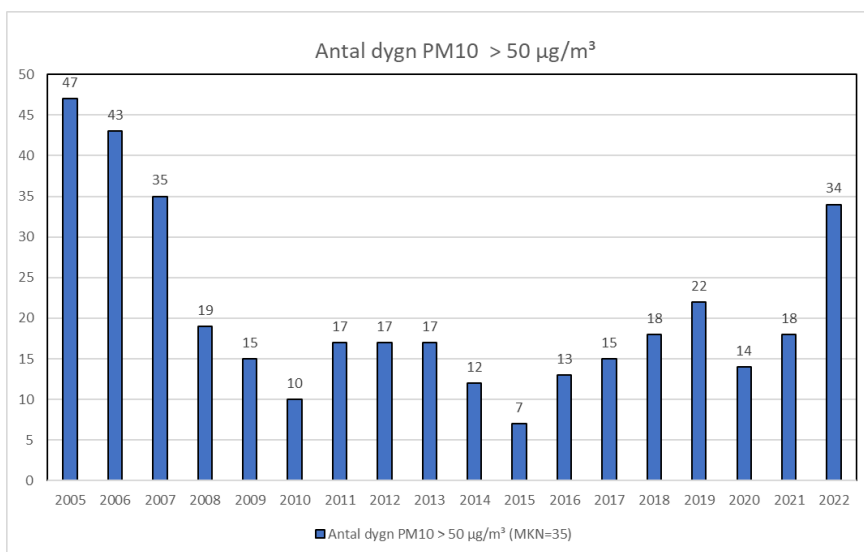
Mätstationen Gårda är placerad intill E6/Kungsbackaleden som har en årsdygnstrafik (ÅDT) på cirka 105 000 varav 10 procent utgörs av tung trafik. Platsen för mätningarna är relevant i förhållande till kraven i 22 § Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2019:9). Partikelmätningarna i Gårda görs sedan år 2004 med mätinstrumentet TEOM 1400AB som är godkänt som likvärdigt med referensmetoden (19 § NFS 2019:9). Mätstationen drivs av upphandlad konsult på uppdrag av Luftvårdsförbundet i Göteborgsregionen. Mätplatsen beskrivs i mer detalj i tabell 3.2.

Tabell 3.2. Dokumentation av mätplats Gårda.

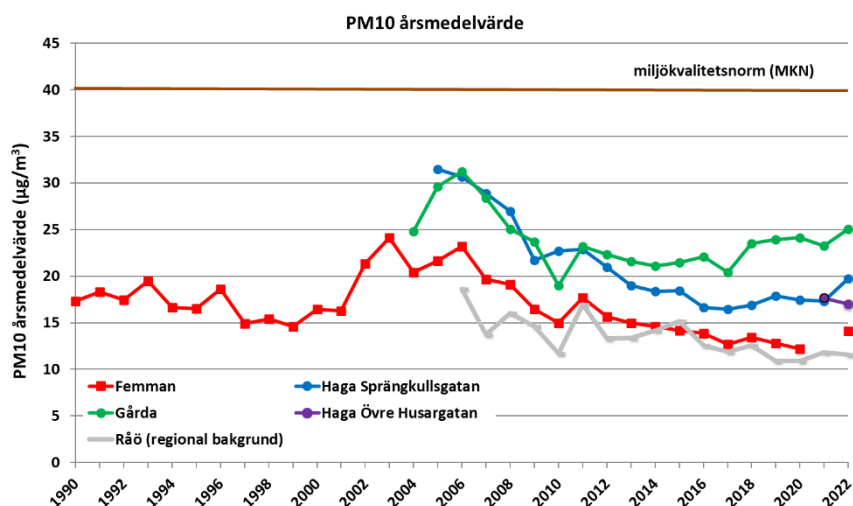
Dokumentation av mätplats Gårda	-
Generell information om mätstation	-
Namn på mätstationen	Göteborg Gårda
Nationell stationskod	9028
Tätortens namn	Göteborg
Gatuadress till mätstationen	E6 Kungsbackaleden
Typ av område	Tätort
Typ av mätstation	Gaturum
Mobil mätstation	Nej
Geografiska koordinater	57.70093694N, 11.99460414E, WGS84
Höjd över havet (m)	4,8
Gatans bredd (m)	30
Omgivande bebyggelse	Byggnader på ena sidan
Genomsnittlig fasadhöjd (m)	7
Skyltad hastighet för trafik (km/h)	70
Uppskattad trafikvolym (ÅDT)	104 825
Andel tung trafik (%)	10
Lokala spridningsförutsättningar	Enstaka byggnader
Regionala spridningsförutsättningar	Dalgång i bergig terräng
Lista på uppmätta föroreningar	PM10, NO ₂ , NO _x
Startdatum för mätstationen	1996-01-01
Information om luftintag	-
Höjd över mark (m)	2,5
Avstånd till vägkorsning eller trafikplats (m)	220
Avstånd från vägkant (m)	8
Avstånd till husfasad (m)	70

Figur 3.3 visar antalet dygn som tillåtet dygnsmedelvärde ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) har överskridits i Gårda mellan 2005 och 2022. Under 2022 överskreds värdet 34 av 35 tillåtna gånger. PM10-halterna i Gårda har varit relativt höga även tidigare år, men miljö kvalitetsnormen har inte överskridits sedan år 2006. Dock kan en trend av ett ökat antal dygn över miljö kvalitetsnormen noteras efter år 2015, med undantag för år 2020–2021 vilket kan vara relaterat till rådande pandemi.

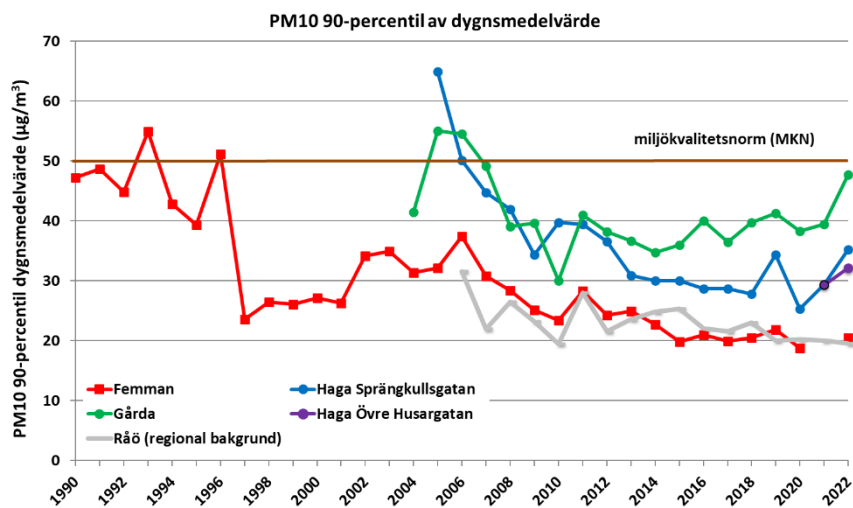
Figur 3.4 visar uppmätta årsmedelvärden av partiklar (PM10) vid mätstationerna i Göteborg mellan 1990 och 2022. Figur 3.5 visar 90-percentilen av dygnsmedelvärde, vilket motsvarar det 36:e sämsta dygnet under ett kalenderår. I figurerna visas även regionala bakgrundshalter uppmätta på Råö. Halterna av PM10 har minskat sedan mitten av 00-talet, men på senare år har den minskande trenden avstannat eller vänt mot ökande halter.



Figur 3.3. Antal dygn med partikelhalter (PM10) över nivån för miljö kvalitetsnormen (MKN) som avser dygnsmedelvärde, 2005–2022 vid mätstationen i Gårda.



Figur 3.4. Uppmätta årsmedelvärden av partiklar (PM10) i Göteborg 1990–2022. I figuren visas även den regionala bakgrundshalten som mäts på Råö.

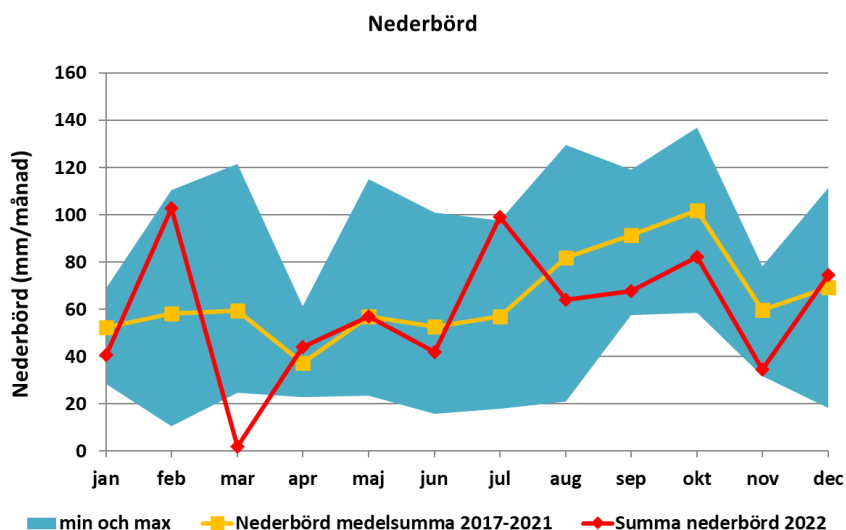


Figur 3.5 Uppmätta 90-percentiler av dygnsmedelvärden av partiklar (PM10) i Göteborg 1990–2022. I figuren visas även den regionala bakgrundshalten som mäts på Råö.

3.2.2 Meteorologiska förhållanden under våren 2022

Våren 2022 inleddes med en varm och i synnerhet i södra Sverige mycket torr marsmånad. Enligt SMHI dominerades månaden av högtrycksbetonat väder i hela Sverige, vilket förklarar det ovanligt torra vädret. Särskilt nederbördsfattigt var det i stora delar av Götaland⁴.

Figur 3.6 visar den samlade nederbörds mängden på mätstationen Femman, månad för månad under 2022, tillsammans med medelvärde och högsta- och lägsta medelvärde för föregående fem år (2017–2021). Det kan vara stora variationer i månadsnederbörden från år till år, dock har så lite nederbörd som 2022 inte förekommit i någon annan marsmånad under perioden 2017–2021.

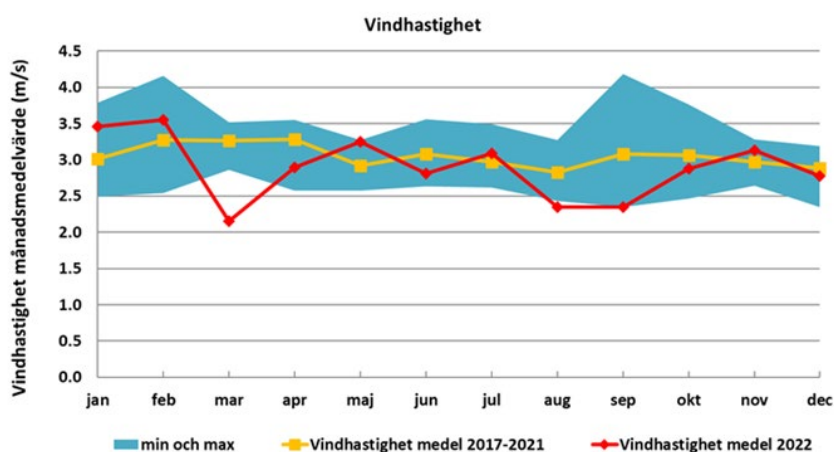


Figur 3.6. Samlad nederbörds mängd månad för månad på Femman år 2022 jämfört med medelvärde och högsta- och lägsta månadsmedelvärde för föregående fem år (2017–2021).

⁴ [Mars 2022 - Ovanligt solig och nederbördsfattig | SMHI](#)

Högtrycksbetonat och torrt väder är ogynnsamma förhållanden för luftkvaliteten avseende partikelhalter. Under torra förhållanden ansamlas stora mängder damm på vägarna, vilket sedan virvlas upp av trafiken. Det var sådana förhållanden som bidrog till de ovanligt många dagarna med överskridanden av 90-percentilen av dygnmedelvärde vid Gårda mätstation under 2022.

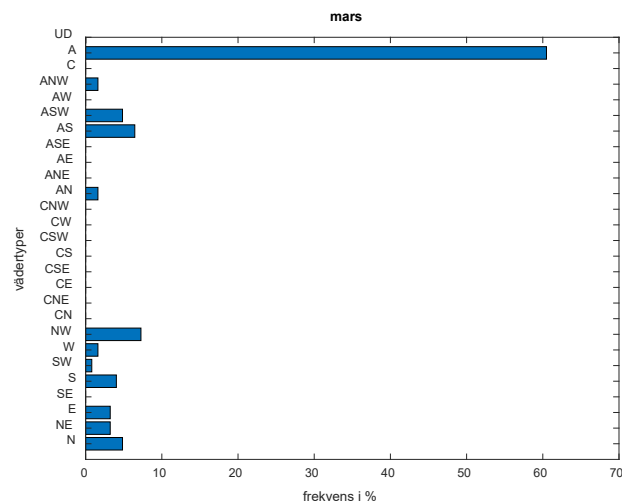
Det högtrycksbetonade vädret i mars ledde även till att miljöförvaltningens meteorologiska mätstation vid Lejonet uppmätte förhållandevis låga vindhastigheter (figur 3.7). Perioder med låga vindhastigheter gynnar höga luftföroreningshalter, då sämre ventilering hindrar en effektiv borttransport av lokalt utsläppta luftföroreningar.



Figur 3.7 Månadsmedelvärden av vindhastigheter på tio meters höjd vid miljöförvaltningens meteorologiska mätstation Lejonet år 2022 jämfört med medelvärde och högsta- och lägsta månadsmedelvärde för föregående fem år (2017–2021).

Det storskaliga väderläget över norra Europa påverkar i hög grad vädret över Skandinavien. Men hjälp av vädertypsklasser kan man beskriva den storskaliga cirkulationen i atmosfären över en given region och tidsperiod. Olika vädertypsklasser kan kopplas till lokala väderförhållanden såsom vindriktning vindhastighet, temperatur och nederbörd, vilket i sin tur kan påverka luftföroreningshalter lokalt.

I figur 3.8 visas förekomsten av olika vädertyper under mars 2022, framtagna med Lambs vädertypsklassificering. Vädertyp A karakteriserar högtrycksbetonat väder, vilket var det väderläge som överlägset dominerade väderleksförhållandena i mars 2022. Denna vädertyp är ofta kopplad till förekomsten av ett stabilt högtryck över Baltikum och håller lågtrycken från Atlanten, och därmed nederbörden, borta från den europeiska kontinenten. Lågtrycksbetonat väder som representeras av kategori C, och i många fall leder till nederbörd, förekom därför inte alls.



Figur 3.8. Fördelning av vädertyper i mars 2022. A: anticyklonat vädertyp (högtrycksbetonat), C: cyklonalt vädertyp (lågtrycksbetonat). Vädertyper som karakteriseras av en förhärskande vindriktning representeras av N (nordlig), NE (nordostlig), E (ostlig), SE (sydostlig), S (sydlig), SW (sydvästlig), W (västlig), NW (nordvästlig). Vädertyperna AN, ANE,..., ANW representerar blandade vädertyper, det vill säga högtrycksbetonat men med en förhärskande vindriktning. På samma sätt representerar CN, CNE,..., CW blandade vädertyper, där lågtrycksbetonat väder kombineras med en förhärskande vindriktning. UD står för "odefinierat".

4 Källfördelningsstudie

För att kunna identifiera lämpliga och effektiva åtgärder för att minska halterna av partiklar är det viktigt att de olika föroreningskällornas bidrag till halterna kvantifieras. Detta har gjorts dels genom att kartlägga bidraget till utsläpp till luft från olika källor, dels genom att beräkna bidraget till halter i luft från olika källor i en så kallad källfördelningsstudie.

4.1 Bidrag till utsläpp av PM10 från olika källor

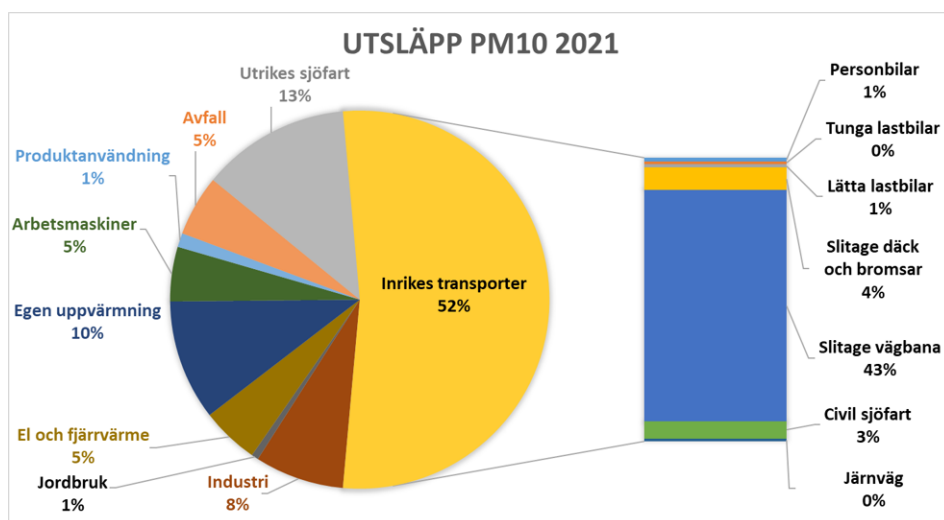
Genom att sammanställa olika källors bidrag till utsläppen av partiklar (PM10) i Göteborg kan vi få en detaljerad bild av varifrån utsläppen kommer. För detta används den [Nationella emissionsdatabasen](#) som samlar Sveriges nationella utsläpp av klimatgaser och luftföroreningar fördelade på läns- och kommunnivå. Uppgifterna i databasen utgår från Sveriges officiella utsläppsstatistik 2021.

I nationella emissionsdatabasen redovisas utsläppsdata uppdelat på de huvudsektorer och undersektorer som definieras i tabell 4.1. Cirkeldiagrammet i figur 4.1 visar fördelningen mellan huvudsektorerna. Transporter står för 65 procent av alla partikelutsläpp i Göteborg, varav 52 procent kan härledas till inrikes transporter och 13 procent till utrikes transporter (för PM10 endast sjöfart). Egen uppvärmning av bostäder och lokaler står för 10 procent av utsläppen, industri (energi och processer) för 8 procent, arbetsmaskiner för 5 procent, el- och fjärrvärme för 5 procent, och avfall för 5 procent. Produktanvändning och jordbruk bidrar med 1 procent vardera till de totala utsläppen. I den separata stapeln i figur 4.1 fördelas utsläppen inom

huvudsektorn inrikes transporter mellan undersektorer. Majoriteten av utsläpp från vägtrafik utgörs av slitagepartiklar från vägbanan, däck och bromsar.

Tabell 4.1. Sammanställning av huvudsektorer och undersektorer i nationella emissionsdatabasen RUS 2021. Källa: [Nationella emissionsdatabasen](#) | SMHI

Huvudsektor	Undersektor
El- och fjärrvärme	-
Egen uppvärmning av bostäder och lokaler	Bostäder, kommersiella och offentliga lokaler, jordbruks- och skogsbrukslokaler
Industri – energi och processer	-
Transporter	Personbilar, tunga lastbilar, lätta lastbilar, bussar, mopeder och motorcyklar, slitage från däck och bromsar, slitage från vägbanan, avdunstning från vägfordon, inrikes civil sjöfart (inklusive privata fritidsbåtar), inrikes flygtrafik, järnväg
Arbetsmaskiner	Skotrar och fyrhjulingar, hushållens arbetsmaskiner, kommersiella och offentliga verksamheter, jordbruk och skogsbruk, industri- och byggsektorns arbetsmaskiner (inklusive vägarbete), fiskebåtar, övrigt
Produktanvändning	Lösningsmedelanvändning – verksamheter, lösningsmedelanvändning – hushåll, färg – hushåll, färg – verksamheter, smörjmedel, paraffinvax, urea för katalysatorer, lustgas för produktanvändning, användning av fluorerade gaser, övrig produktanvändning
Jordbruk	Djurs matsmältning, gödsel (lagring, användning, bete) uppdelat på ko, svin, häst, höns och får, användning av konstgödsel, skörderester som gödsel, kalkning av åkermark, odling av organogena jordar, odling av mineraljordar, indirekta utsläpp av lustgas från brukad mark, övrigt gödselmedel med mera
Avfall (inklusive avlopp)	Avfallsdeponier, behandling av avloppsvatten, biologisk behandling av avfall, krematorier och förbränning av farligt avfall, oavsiktliga bränder, övrig avfallshantering
Utrikes transporter	Utrikes sjöfart inom Sveriges gränser, utrikes flyg under 1000 m höjd i svenskt luftrum



Figur 4.1. Utsläpp av partiklar (PM10) i Göteborg fördelat mellan olika sektorer. Källa: [Nationella emissionsdatabasen](#) | SMHI

4.2 Bidrag till halter av PM10 från olika källor

Sammanställningen över partikelutsläpp från olika typer av källor kompletteras med så kallade källbidragsberäkningar som visar i vilken utsträckning de största utsläppskällorna bidrar till partikelhalterna på olika platser i staden. Resultaten visar också för vilken typ av åtgärdsområden det finns störst potential för haltminskning på platser där miljö kvalitetsnormerna riskerar att överskridas.

Källbidragsberäkningarna för åtgärdsplanen är i så stor utsträckning som möjligt baserade på 2022 års indata. Beräkningar har gjorts för utsläppskällorna vägtrafik, sjöfart, industri- och hamnverksamhet, arbetsmaskiner samt småskalig uppvärmning. Inga beräkningar har gjorts för övriga utsläppskällor, då deras bidrag till de sammantagna partikelhalterna i staden är försumbart. Metodiken för beräkningarna beskrivs i avsnitt 2.1.

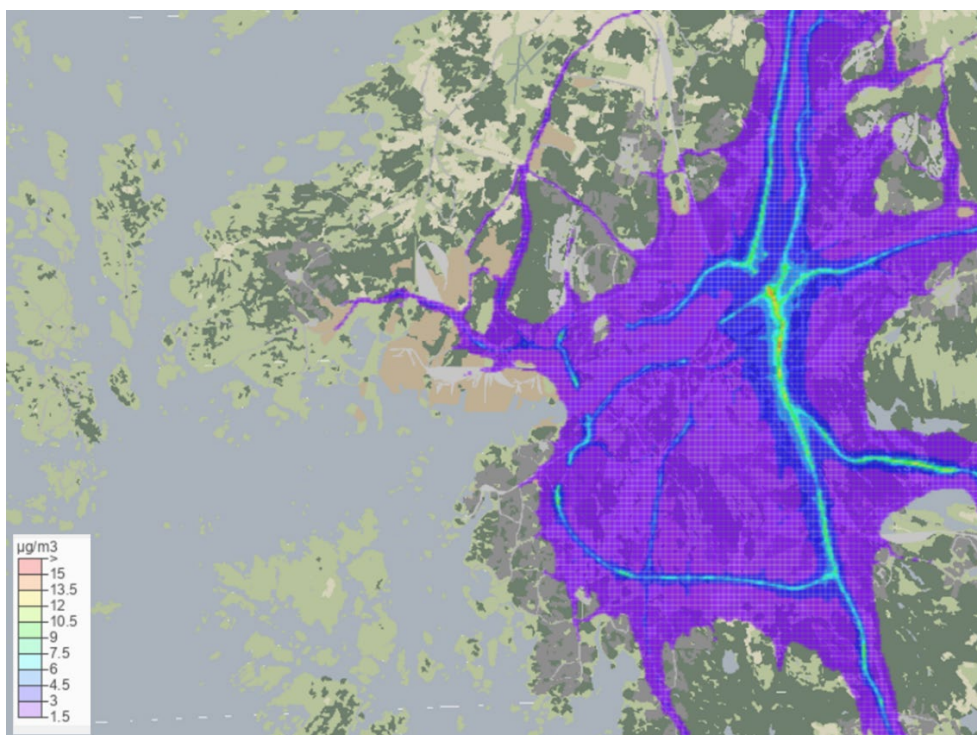
I kartorna i figur 4.2 till figur 4.5 visas beräkningsresultaten som årsmedelvärden av partikelhalter. Trots att det är 90-percentilen för dygn som riskerar att överskridas bedöms årsmedelvärdena ge en bättre beskrivning av proportionerna mellan utsläppskällorna. För att kunna se den geografiska fördelningen av respektive haltbidrag används olika färgskalor för de olika kartorna.

I tabell 4.2 sammanställs de beräknade källbidragen vid punkter som motsvarar de platser där miljöförvaltningen och Luftvårdsförbundet i Göteborgsregionen mätte partikelhalter under år 2022 (se figur 3.2).

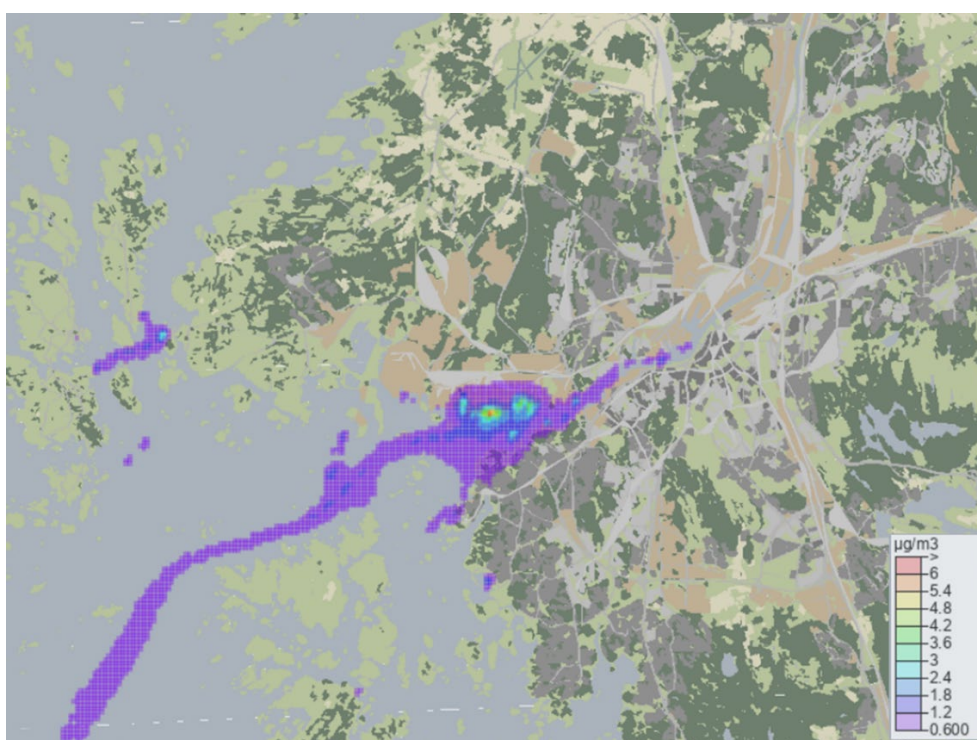
Det är tydligt att vägtrafiken ger det största bidraget i de områden där halterna är höga (figur 4.2). Sjöfarten ger betydande bidrag utmed hamnkajer, men dess påverkan i de områden där de totala halterna är höga är försumbart (figur 4.3). Bidragen från industri- och hamnverksamhet (figur 4.4) samt från arbetsmaskiner (figur 4.5) är marginella i förhållande till de totala halterna. Den småskaliga uppvärmningen ger ett icke försumbart bidrag i bostadsområden med mycket förbränning för egen uppvärmning (figur 4.6). Dessa utsläpp behöver minska för att nå en luftkvalitet som inte bidrar till hälsoproblem, men detta ligger utanför åtgärdsplanens målbild.

Tabell 4.2. Beräknade bidrag till årsmedelvärde av partiklar (PM10) från olika utsläppskällor vid olika beräkningspunkter. En bakgrundshalt adderas för att få de totala halterna, som inom felmarginalen överensstämmer med de uppmätta halterna.

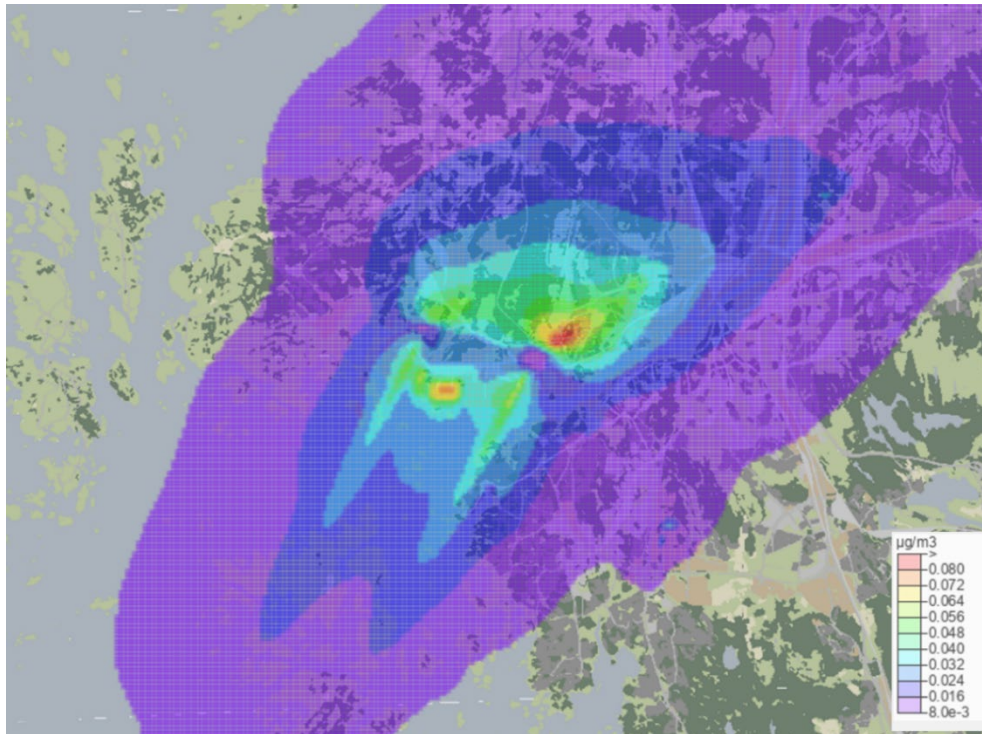
Nr	Beräkningspunkt	Trafik (µg/m ³)	Sjöfart (µg/m ³)	Industri och hamn (µg/m ³)	Arbetsmaskiner (µg/m ³)	Uppvärmning (µg/m ³)
1	Gårda	10	0,05	0,01	0,2	0,8
2	Haga Sprängkullsgatan	3	0,1	0,02	0,3	0,3
3	Haga Övre Husargatan	3	0,1	0,01	0,3	0,4
4	Fiskhamnen	4	0,3	0,02	0,3	0,3



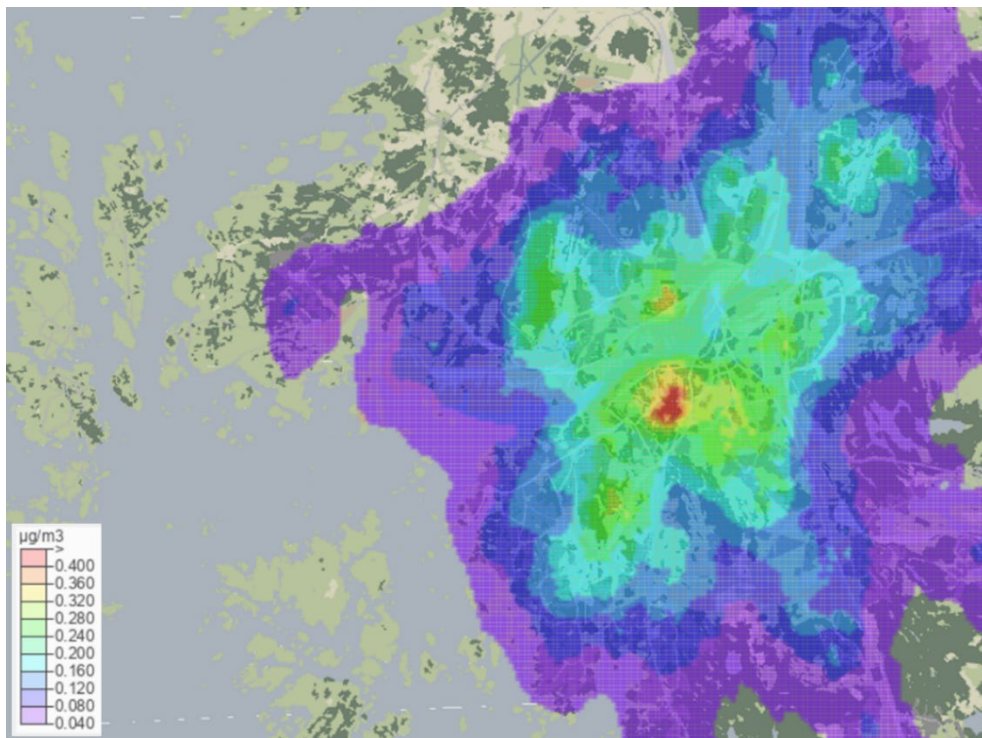
Figur 4.2. Beräknat källbidrag av PM10 från trafik under 2022. Bidraget anges som ett årsmedelvärde. Observera att färgskalorna är olika för olika kartor.



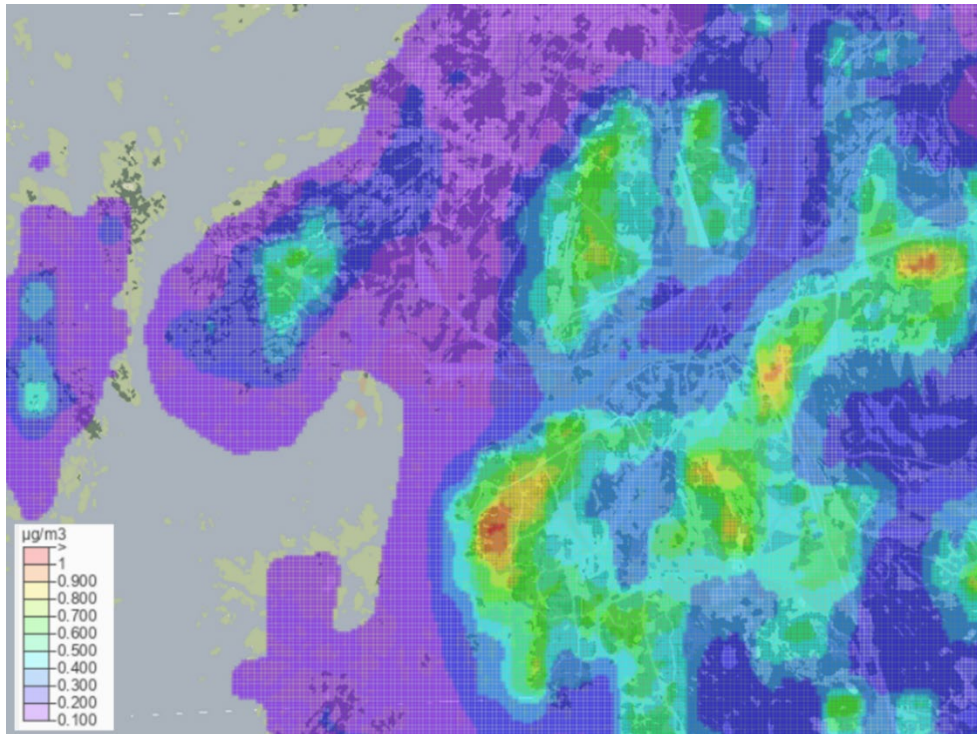
Figur 4.3. Beräknat källbidrag av PM10 från sjöfart under 2022. Bidraget anges som ett årsmedelvärde. Observera att färgskalorna är olika för olika kartor.



Figur 4.4. Beräknat källbidrag av PM10 från industri- och hamnverksamhet under 2022. Bidraget anges som ett årsmedelvärde. Observera att färgskalorna är olika för olika kartor.



Figur 4.5. Beräknat källbidrag av PM10 från arbetsmaskiner under 2022. Bidraget anges som ett årsmedelvärde. Observera att färgskalorna är olika för olika kartor.



Figur 4.6. Beräknat källbidrag av PM10 från småskalig uppvärmning under 2022. Bidraget anges som ett årsmedelvärde. Observera att färgskalorna är olika för olika kartor.

5 Basscenario

I arbetet med åtgärdsplan ska ett basscenario tas fram som beskriver hur halterna beräknas eller bedöms påverkas av genomförda, pågående och redan beslutade åtgärder, lämpligen på en tidshorisont om två respektive fem år fram i tiden. I basscenarioet har alltså de åtgärder som tagits fram i åtgärdsplanen inte genomförts.

Eftersom vägtrafiken är den största källan till höga partikelhalter i Göteborg är den förväntade förändringen i vägtrafikarbetet en avgörande faktor för att ta fram ett basscenario. I *Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram* följs mål och delmål upp bland annat med en indikator om minskat motoriserat vägtrafikarbete. Med motoriserat vägtrafikarbete avses mängden personbilar, lastbilar och bussar på vägnätet. Målvärdet för indikatorn är att vägtrafikarbetet på såväl kommunala som statliga vägar ska minska med 25 procent mellan år 2019 och 2030. (Göteborgs Stad, 2021)

I den senaste uppföljningen av programmet görs bedömningen att vägtrafikarbetet minskade med 6 procent mellan år 2019 och 2022. I uppföljningen konstateras att det krävs en omfattande omställning för att målet ska nås och att kraftfulla åtgärder behöver införas och accepteras både i Göteborg och nationellt. Måluppfyllelsen är beroende av utvecklingen i nationell transportpolitik och individers ändrade resvanor och transportval. (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023)

Indikatorn om minskat vägtrafikarbete följdes upp även år 2020 och 2021. År 2020 var minskningen 7 procent och 2021 var den 6 procent. Det går inte att göra någon kvalificerad bedömning av hur pass långt Göteborgs Stad kommer att nå fram till år 2030. Arbete pågår ständigt, men en del av framstegen motverkas av det faktum att vägtrafikarbetet ökar nationellt. För personbilar räknar Trafikverket med ett tillväxttal på 1,08 procent per år i Stor-Göteborg mellan år 2017 och 2040. För lastbilar är talet 1,58 för Västra Götaland. (Trafikverket, 2023)

I åtgärdsplanens basscenarion för 2027 och 2030 antas att vägtrafikarbetet ligger kvar på samma nivå som år 2022. Detta innebär att basscenariot blir detsamma som nuläget, vilket beskrivs i avsnitt 3.1.

6 Åtgärdsberäkningar

Beräkningarna i detta kapitel syftar till att bedöma effekten på partikelhalter av enskilda åtgärder eller kombinationer av åtgärder, samt att bedöma hur omfattande åtgärderna behöver vara för att ge tillräcklig effekt.

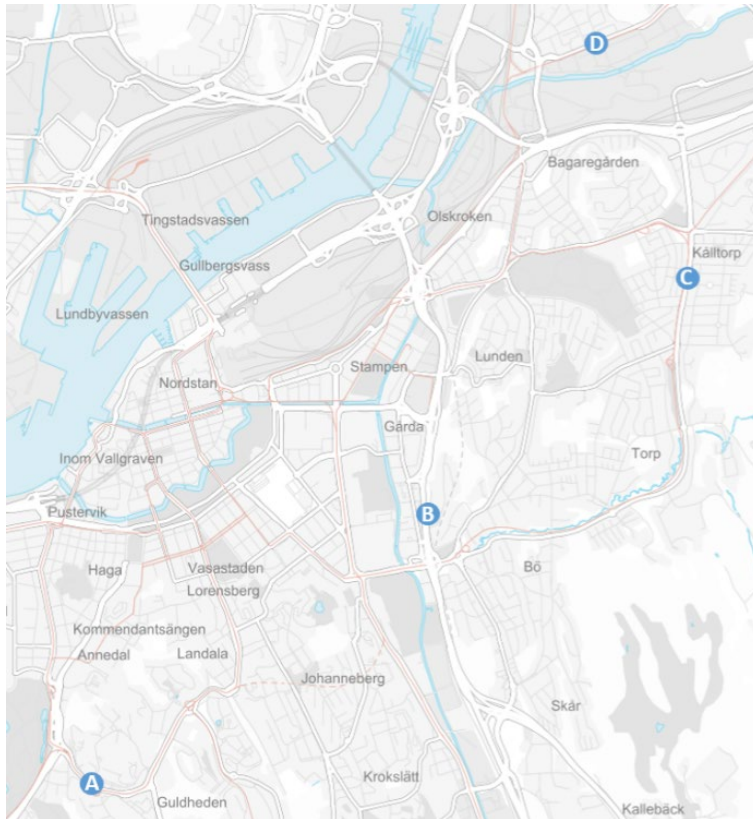
Åtgärdsberäkningarna har tagits fram med beräkningsverktygen SIMAIR och AIRVIRO (se kapitel 1) och har gjorts för fyra gator: E6:an i Gårda, Per Dubbsgatan, Munkebäcksgatan och Artillerigatan (se figur 6.1). Valet av gator baseras på att trafikmängderna är höga och att preliminära beräkningar visar att partikelhalterna kan vara förhöjda. I tabell 6.1 anges årsdygnstrafik och AIRVIRO-beräknade partikelhalter för de utvalda gatorna.

SIMAIR har använts för att beräkna partikelhalter i olika receptorpunkter, en på varje sida om gaturummet. De receptorpunkter som ingår i beräkningarna är rödmarkerade i figur 6.2 till figur 6.5. På grund av det stora antalet scenarier har beräkningarna begränsats till två profiler per gata.

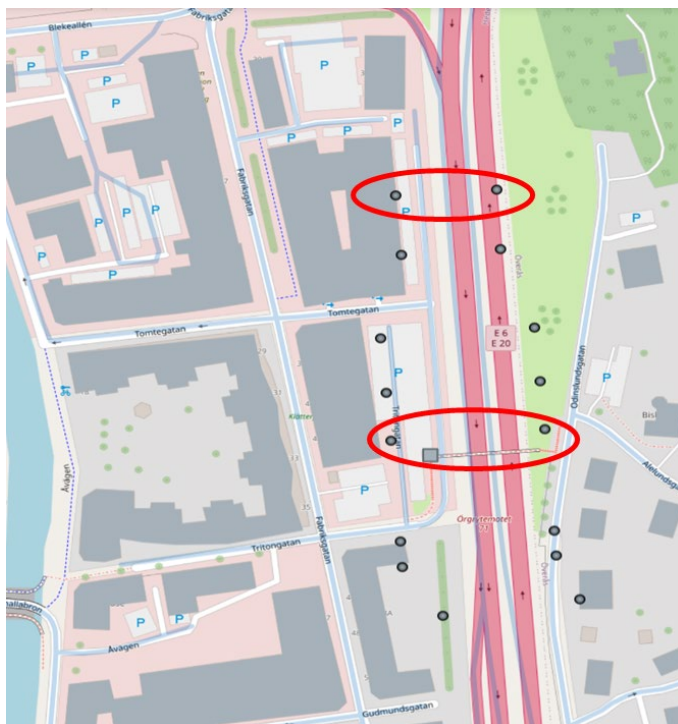
Vid jämförelser av resultaten från SIMAIR och miljöförvaltningens mätningar framgår att beräkningsmodellen genomgående överskattar PM10-halterna i Göteborg. Därför presenteras beräkningsresultaten som en relativ effekt av åtgärder istället för som absoluta haltskillnader. Scenarier med åtgärder jämförs med ett scenario utan åtgärd för att få fram en procentuell haltskillnad. Den procentuella haltskillnaden har sedan applicerats på beräkningsresultaten från de stadenövergripande AIRVIRO-beräkningarna, vilka stämmer bättre överens med uppmätta halter. På så sätt går det att uppskatta åtgärders effekt på faktiska partikelhalter.

Tabell 6.1. Trafikmängder samt beräknade årsmedelvärden och 90-percentiler av dygnsmedelvärden år 2022 för gatorna som används i åtgärdsberäkningarna.

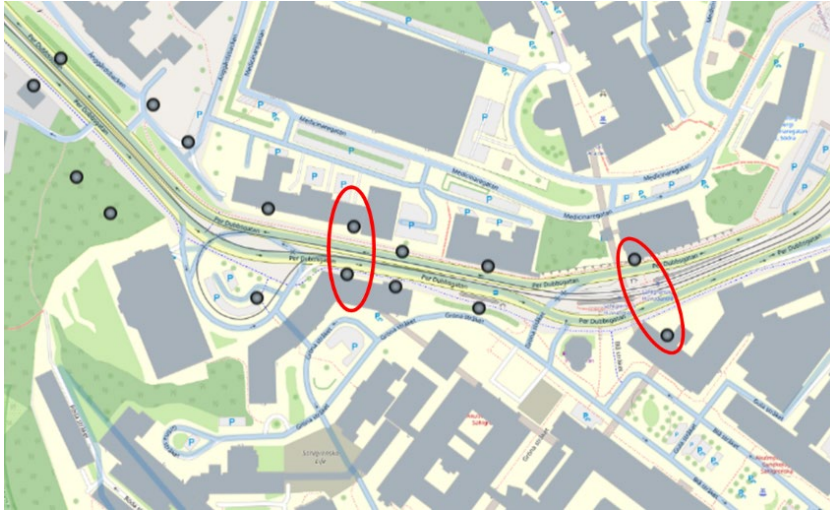
Gata	Årsdygnstrafik 2022 (antal)	Beräknat årsmedelvärde 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beräknad 90-percentil av dygnsmedelvärde 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
E6 vid Gårda	105 000	25	48
Per Dubbsgatan	19 900	18	30
Munkebäcksgatan	15 800	18	30
Artillerigatan	13 300	18	29



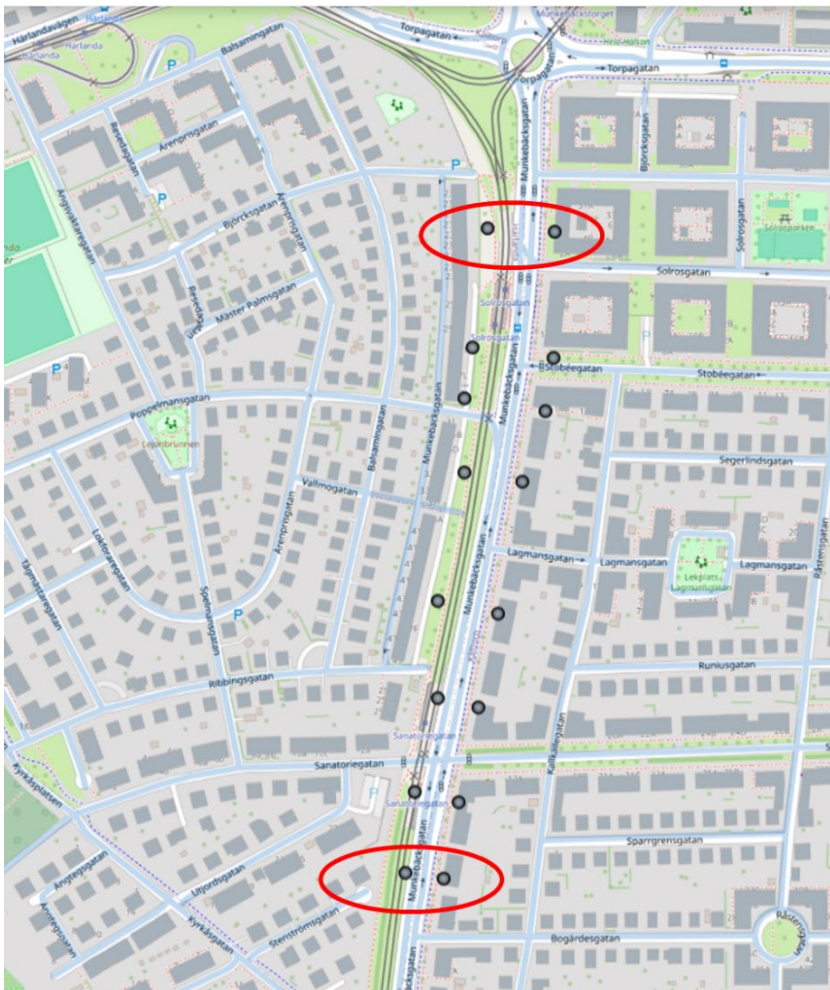
Figur 6.1. Gator för vilka gaturumsberäkningar har gjorts där A) Per Dubbsgatan. B) E6:an i Gårda. C) Munkebäcksgatan och D) Artillerigatan.



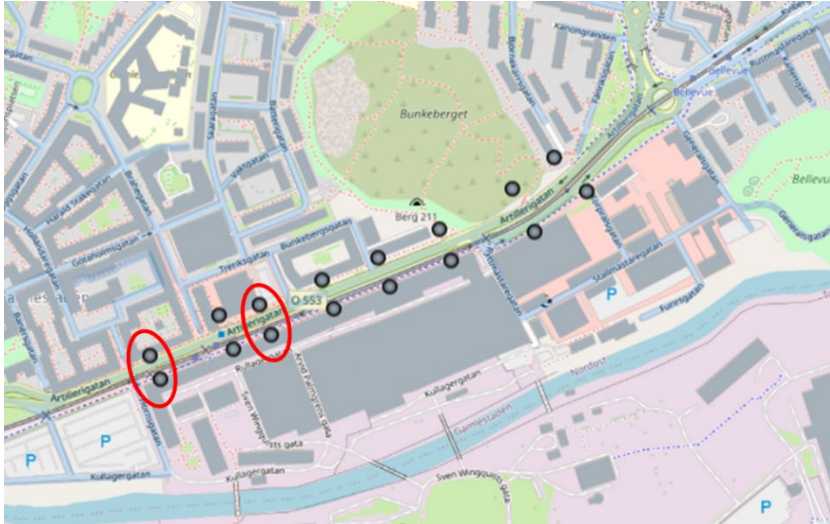
Figur 6.2. Receptorpunkter längs med E6:an i Gårda. Kvadraten i figuren visar placeringen av stationen för luftkvalitetmätningar i Gårda.



Figur 6.3 Receptorpunkter längs med Per Dubbsgatan.



Figur 6.4. Receptorpunkter längs med Munkebäcksgatan.



Figur 6.5. Receptorpunkter längs med Artillerigatan.

Beräkningar har gjorts för ett scenario utan åtgärder (scenario 1), för scenarier med förbättrad väghållning i form av sopning och dammbindning (scenario 2 och 3), för scenarier med minskad dubbdäcksandel (scenario 4 och 7) samt för scenarier med den kombinerade effekten av förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel (scenario 5, 6 och 8). Därutöver har scenarier beräknats som inte är kopplade till direkta åtgärder utan till en generell trafikminskning (scenario 9, 10 och 11). Slutligen har beräkningar gjorts för scenarier med den kombinerade effekten av halverad dubbdäcksandel och minskat vägtrafikarbete (scenario 12, 13 och 14). I tabell 6.2 sammanställs parametrarna för de scenarier som beräknats i kapitel 6.

Tabell 6.2. Sammanställning av parametrar för åtgärdsberäkningarna i kapitel 5.

Scenario	Andel av ÅDT 2022 (%)	Andel dubbdäck (%)	Sopning (ja/nej)	Dammbindning (ja/nej)
1	100	34	nej	nej
2	100	34	ja	nej
3	100	34	ja	ja
4	100	17	nej	nej
5	100	17	ja	nej
6	100	17	ja	ja
7	100	0	nej	nej
8	100	0	ja	ja
9	95	34	nej	nej
10	90	34	nej	nej
11	81	34	nej	nej
12	95	17	nej	nej
13	90	17	nej	nej
14	81	17	nej	nej

I tabellerna nedan sammanställs resultaten från beräkningarna av årsmedelvärde (tabell 6.3) och 90-percentilen av dygnsmedelvärde (tabell 6.4). I tabellerna anges medelvärdet från beräkningarna från gatornas två profiler. I efterföljande avsnitt presenteras beräkningar och resultat i mer detalj.

Tabell 6.3 Resultat från åtgärdsberäkningar där årsmedelvärde av partiklar (PM10) för scenario 2–14 jämförs med scenario 1.

Scenario	E6 Gårda		Per Dubbsgatan		Munkebäcksgatan		Artillerigatan	
	Halt-skillnad (%)	Årsmedel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Halt-skillnad (%)	Årsmedel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Halt-skillnad (%)	Årsmedel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Halt-skillnad (%)	Årsmedel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	-	25	-	18	-	18	-	18
2	-3	24	-3	17	0	18	-2	18
3	-3	24	-4	17	-3	18	-5	17
4	-14	22	-9	16	-3	18	-5	17
5	-15	21	-7	17	-4	17	-7	17
6	-16	21	-8	17	-5	17	-9	16
7	-27	18	-10	16	-6	17	-10	16
8	-29	18	-12	16	-8	16	-15	15
9	-3	24	0	18	0	18	-2	18
10	-5	24	-1	18	-2	18	-3	18
11	-9	23	-2	18	-3	17	-4	17
12	-15	21	-3	17	-4	17	-5	17
13	-16	21	-4	17	-5	17	-6	17
14	-19	20	-5	17	-5	17	-7	17

Tabell 6.4. Resultat från åtgärdsberäkningar där 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) för scenario 2–14 jämförs med scenario 1.

Scenario	E6 Gårda		Per Dubbsgatan		Munkebäcksgatan		Artillerigatan	
	Halt-skillnad (%)	90%-il dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Halt-skillnad (%)	90%-il dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Halt-skillnad (%)	90%-il dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Halt-skillnad (%)	90%-il dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	-	48	-	30	-	30	-	29
2	-1	48	-3	29	0	30	-2	28
3	-9	44	-5	29	-6	28	-10	26
4	-22	38	-8	27	-4	29	-9	26
5	-22	37	-9	27	-6	28	-11	26
6	-28	35	-10	27	-9	27	-15	25
7	-41	28	-13	26	-9	27	-16	24
8	-44	27	-14	26	-14	26	-20	23
9	-4	46	0	30	0	30	-2	28
10	-7	45	-1	30	-2	29	-3	28
11	-11	43	-2	29	-4	29	-4	28
12	-23	37	-4	29	-7	28	-7	27
13	-24	36	-5	28	-8	28	-7	27
14	-27	35	-6	28	-9	27	-7	27

6.1 Vaghållning

SIMAIR har använts för att beräkna effekterna på PM10-halterna vid förbättrad väghållning i form av utökade städinsatser och dammbindning. I beräkningsmodellen kan olika väghållningsparametrar väljas manuellt, det vill säga att sopning eller dammbindning ska utföras, eller att båda åtgärder ska tillämpas. En översikt av parametrarna finns i tabell 6.5. Användaren kan inte välja när i tid eller hur ofta åtgärderna genomförs - detta styrs av olika modellantaganden och meteorologiska förhållanden. Som exempel sker sandning i SIMAIR tidigast klockan 05 på morgonen och när temperaturen är

lägre än minus 2 grader Celsius. Intervall för sandning och sandmängd kan bestämmas av användaren. För sopning kan inga tidsintervaller väljas. Dammbindning görs i SIMAIR mellan november och april, vid särskilda tider på dygnet och vid torr väderlek. Tre olika typer av dammbindningsmedel kan väljas: magnesiumklorid (MgCl₂), kalciumklorid (CaCl₂) och kalciummagnesiumacetat (CMA). I beräkningarna för åtgärdsplanen används magnesiumklorid.

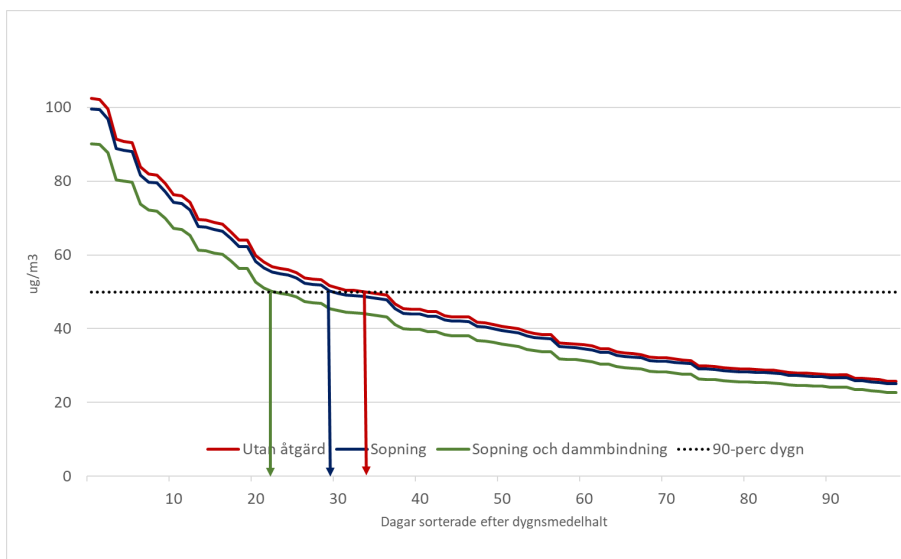
Tabell 6.5. Översikt av SIMAIR-parametrar för åtgärdsberäkningar.

Typ av väghållning	Kommentar
Sandning	Utförs vid temperaturer mellan -50 och -2 grader Celsius, 250 g/m ² sand var sjunde dag.
Saltning	Utförs vid temperatur mellan -6 och 0 grader Celsius.
Dammbindning	Val av hygroskopiskt salt: MgCl ₂ , CaCl ₂ eller CMA. Utförs mellan klockan 02 och 06, som mest var tredje dag och vid torrväderlek med temperatur mellan -30 och +25 grader Celsius.
Städning/sopning	Utförs under vinter och vår, frekvensen ej specificerad. Utförs mellan klockan 05 och 20, med minst 72 timmars mellanrum och med temperaturer högre än 0 grader Celsius.
Plogning	Utförs under vinter, frekvens och tidpunkt ej specificerade.
Större partiklar krossas till mindre	Krossning genom interaktion mellan partiklar, däck och vägbanan.

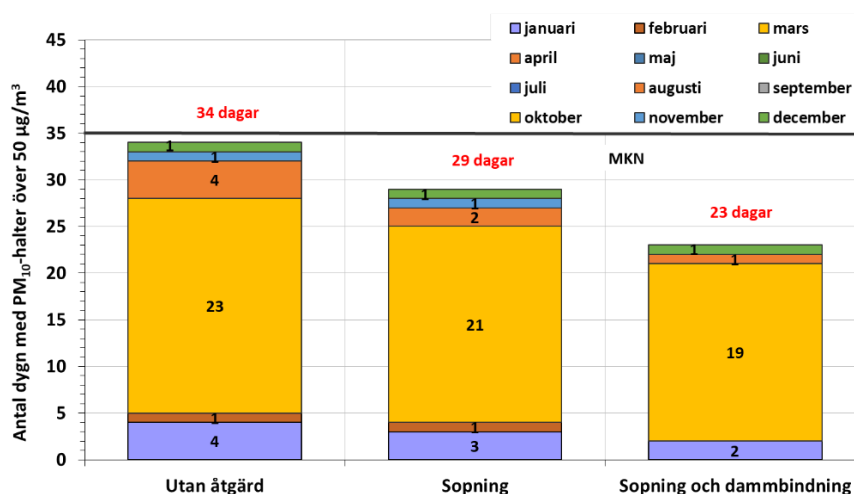
6.1.1 Förbättrad väghållning på E6:an i Gårda

Effekter på halterna av partiklar (PM₁₀) av förbättrad väghållning längs E6:an i Gårda har beräknats utifrån scenarierna utan åtgärd (scenario 1), endast sopning (scenario 2) samt sopning och dammbindning (scenario 3). De beräknade procentuella haltskillnaderna mellan scenario 2 respektive scenario 3 jämfört med scenario 1 har applicerats på de partikelhalter som mättes upp vid mätstationen i Gårda under 2022 i syfte att bedöma hur dessa åtgärder skulle ha påverkat de uppmätta värdena. Scenario 1 representerar därmed, i detta specifika fall, halter som uppmättes år 2022. Scenario 2 och 3 representerar uppmätta halter om sopning respektive sopning och dammbindning hade tillämpats enligt beräkningsmodellen.

För att illustrera effekten av väghållningsåtgärder på E6:an visar figur 6.6 resultatet som dygnsmedelhalter sorterade från de högsta till de lägsta värdena. För tydlighetens skull visas endast de 100 dagarna med de högsta halterna. I figur 6.7 visas effekten av åtgärderna månad för månad. Det är tydligt att bägge åtgärder minskar det totala antalet dagar med överskridanden. Sopningen minskar antalet överskridanden från 34 till 29. Med kombinationen sopning och dammbindning minskar antalet överskridanden till 23.



Figur 6.6. Dygnsmedelvärden av partikelhalter (PM10) vid mätstationen i Gårda utan åtgärd (scenario 1), med sopning (scenario 2) samt med sopning och dammbindning (scenario 3). Värdena är sorterade från högsta till lägsta. Pilarna indikerar antal dagar med överskridanden för respektive scenario. Den streckade linjen visar tillåtet värde för 90-percentilen av dygnsmedelvärde.



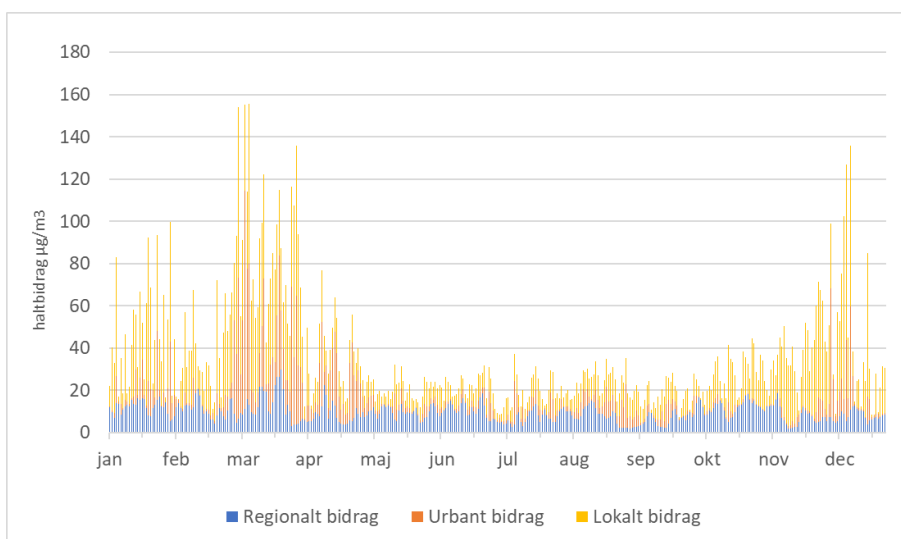
Figur 6.7. Antal dygn med partikelhalter (PM10) över 50 µg/m³ vid mätstationen i Gårda utan åtgärd (scenario 1), med sopning (scenario 2) samt med sopning och dammbindning (scenario 3). Den streckade linjen visar tillåtet antal överskridanden per kalenderår.

6.1.1.1 Haltbidrag på E6:an i Gårda

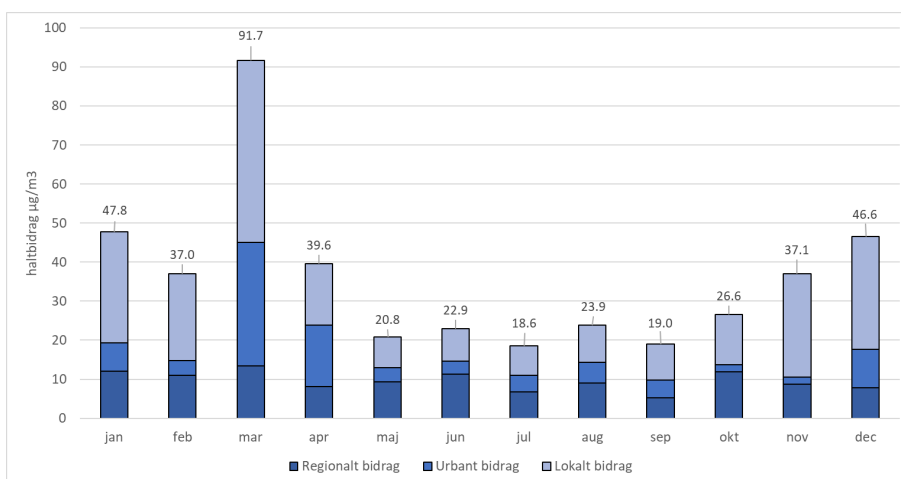
SIMAIR-beräkningar ger även information om regionala, urbana och lokala bidrag som tillsammans utgör den totala halten av partiklar (PM10). Det regionala bidraget representerar långdistanstransporterade luftföroreningar från alla typer av källor i Sverige och Europa. Det urbana bidraget står för utsläppen från vägar och andra källor runt om i tätorten. Det lokala bidraget utgörs av emissioner från vägtrafiken på den aktuella väglänken.

I figur 6.8 visas de olika haltbidragens andel till totalhaltens sammansättning dag för dag för beräkningen vid Gårda mätstation år 2022 utan några åtgärder.

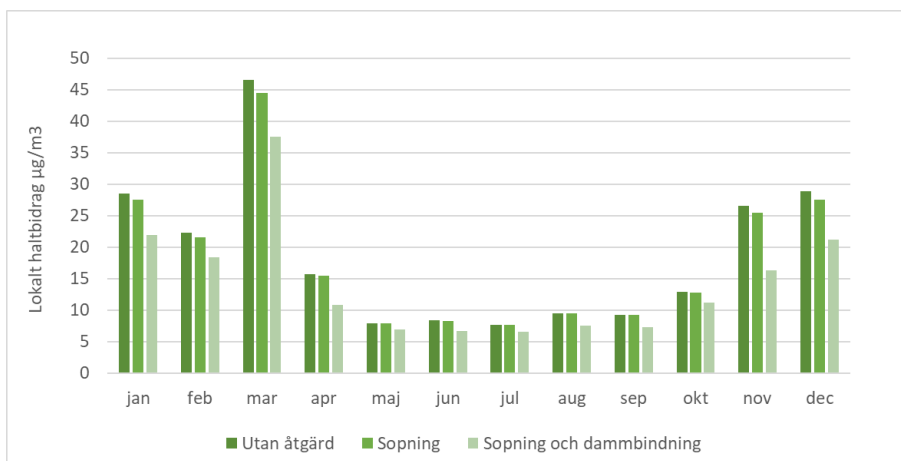
Figur 6.9 visar en månadsvis sammanställning. Det är stor variation i haltbidragen över året, med högre halter mellan januari och april samt mellan november och december. Under dessa perioder är också variationen från dag till dag särskild stor. Även det urbana bidraget varierar en del från dag till dag och över året. Det regionala bidraget har något lägre variabilitet över året och varierar inte särskilt mycket från dag till dag. Den totala halten var särskilt hög i mars, nästan dubbelt så hög som i januari och december. I mars var även det urbana bidraget högre jämfört med andra månader. För att få en uppskattning av väghållningens effekt i på det lokala haltbidraget visas i figur 6.10 en jämförelse mellan de olika scenarierna för varje månad (regionala och urbana bidraget ändras inte genom lokala väghållningsåtgärder).



Figur 6.8. Beräknat regionalt, urbant och lokalt bidrag till dygnsmedelhalter av partiklar (PM10) för receptorpunkterna vid Gårda mätstation år 2022. Beräkningarna avser scenario 1 utan åtgärd.



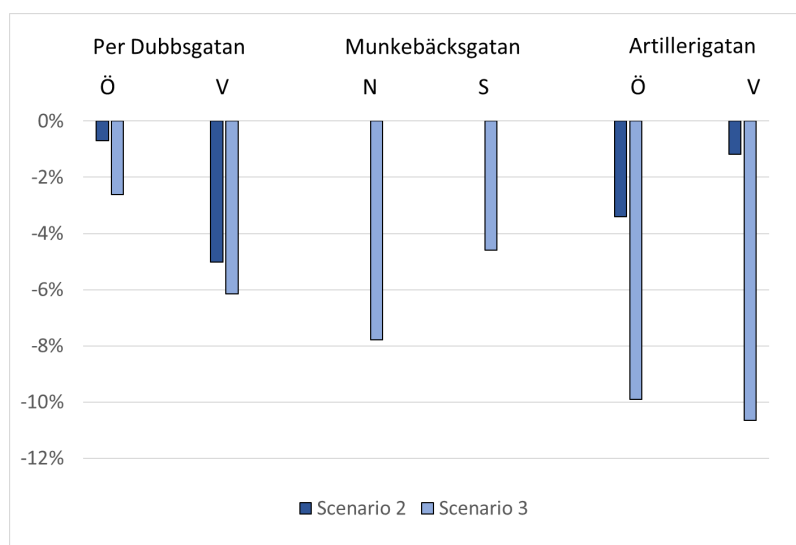
Figur 6.9. Beräknat regionalt, urbant och lokalt bidrag till halterna av partiklar (PM10) för receptorpunkterna vid Gårda mätstation år 2022. Beräkningarna avser scenario 1 utan åtgärd.



Figur 6.10. Beräknat lokalt bidrag till halterna av partiklar (PM10) för receptorpunkterna vid Gårda mätstation månad för månad år 2022. Beräkningarna avser scenarierna utan åtgärd (scenario 1) med sopning (scenario 2) samt med sopning och dammbindning (scenario 3).

6.1.2 Förbättrad väghållning på kommunala gator

Figur 6.11 visar effekten på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM10 med sopning (scenario 2) samt med sopning och dammbindning (scenario 3) på utvalda kommunala gator, jämfört med att inga åtgärder görs (scenario 1).



Figur 6.11. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) vid sopning (scenario 2) samt vid sopning och dammbindning (scenario 3) på utvalda kommunala gator. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

Sopning beräknas minska partikelhalterna på Per Dubbsgatan med upp till 5 procent. På Munkebäcksgatan beräknas sopningen däremot inte resultera i någon haltminskning alls. Gaturummets utformning är en viktig faktor för att förklara skillnaderna. Jämfört med Per Dubbsgatan och Artillerigatan är Munkebäcksgatans gaturum mycket bredare och mer öppet.

Sopning kombinerat med dammbindning beräknas ge haltminskningar på mellan 2 och 10 procent. Resultaten skiljer sig åt mellan de olika gatorna, men även mellan olika receptorpunkter inom samma gata, vilket återspeglar att gaturummets egenskaper varierar längs med ett gatuavsnitt. På Per Dubbsgatan

är till exempel receptorpunkterna i den västra profilen belägna i ett trångt gaturum som är stängt på båda sidor, medan punkterna i den östra profilen återfinns i mer öppna förhållanden.

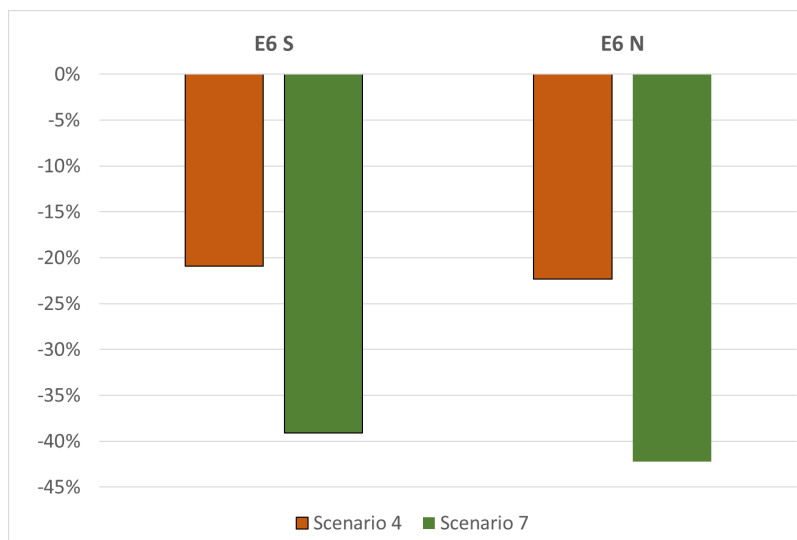
6.2 Dubbdäck

Beräkningar av effekterna av minskad dubbdäcksandel utgår från Trafikverkets mätningar vintern 2022, där andelen dubbdäck i Göteborg uppges vara 34 procent (Trafikverket, 2022). Beräkningar har gjorts för en halvering av dubbdäcksandelen, alltså 17 procent dubbdäcksandel (scenario 4), samt för 0 procent dubbdäcksandel (scenario 7). Samtliga scenarier jämförs med scenariot utan åtgärd (scenario 1) och avser 90-percentilen av dygnsmedelvärdet.

6.2.1 Minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda

Figur 6.12 visar effekterna av minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda. Vid en halvering av dubbdäcksandelen (scenario 4) beräknas partikelhalterna minska med över 20 procent. Helt utan dubbdäck (scenario 7) beräknas partikelhalterna minska med runt 40 procent.

Dubbdäcksförbud kan inte införas på E6:an som är en statlig väg. Resultaten är ändå relevanta eftersom det är möjligt att minska dubbdäcksandelen på statliga vägar genom informationskampanjer eller som en spridningseffekt av dubbdäcksförbud på kommunala vägar.

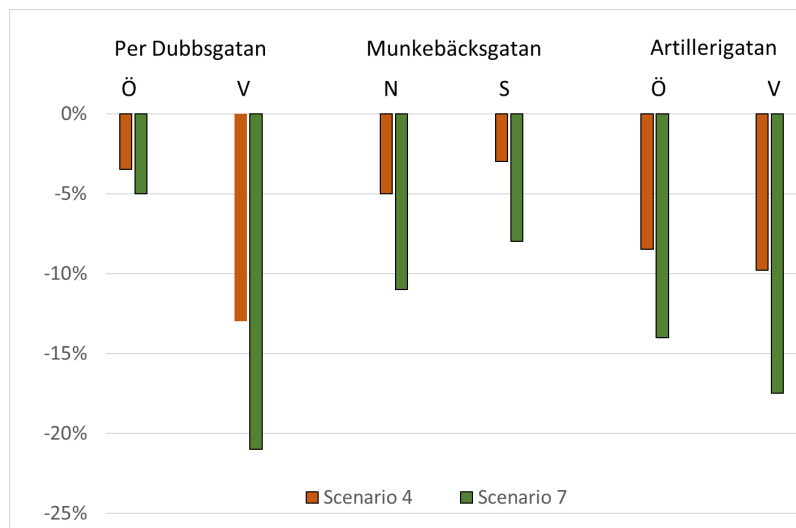


Figur 6.12. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) vid dubbdäcksandel 17 procent (scenario 4) och 0 procent (scenario 7) på E6:an i Gårda. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.2.2 Minskad dubbdäcksandel på kommunala gator

Figur 6.13 visar den beräknade effekten av minskad dubbdäcksandel på utvalda kommunala gator. Vid en halvering av dubbdäcksandelen (scenario 4) beräknas partikelhalterna minska med upp till 10 procent. Helt utan dubbdäck

(scenario 7) beräknas partikelhalterna minska med upp till över 20 procent. Hur stor effekten av åtgärden blir är beroende av trafikmängder och gaturummens utformning. Det är också skillnad mellan receptorpunkternas profiler inom samma gata, vilket återspeglar att gaturummens egenskaper varierar längs med ett gatuavsnitt.



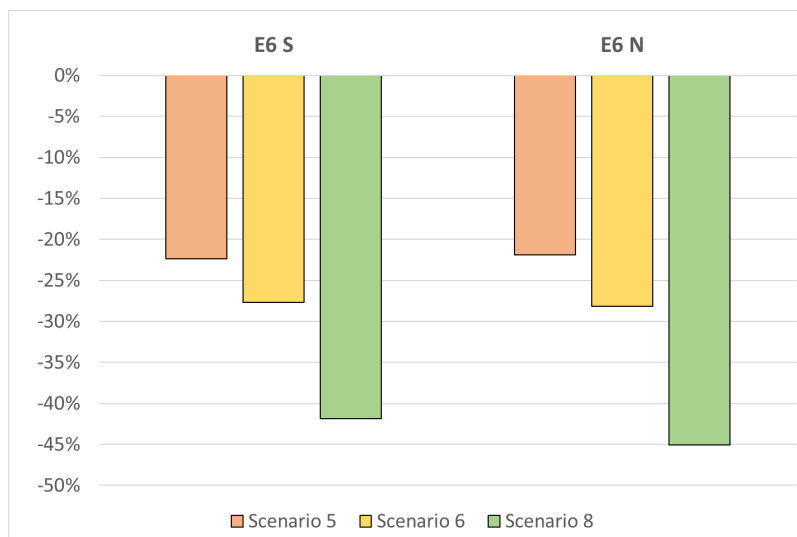
Figur 6.13. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) vid dubbdäcksandel 17 procent (scenario 4) och 0 procent (scenario 7) på utvalda kommunala gator. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.3 Kombination: väghållning och dubbdäck

Det är tänkbart att åtgärder avseende väghållning kombineras med minskad dubbdäcksandel. Beräkningar har gjorts för en halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med sopning (scenario 5), halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med sopning och dammbindning (scenario 6) samt helt utan dubbdäck med sopning och dammbindning (scenario 8). Samtliga scenarier jämförs med scenariot utan åtgärd (scenario 1) och avser 90-percentilen av dygnsmedelvärdet.

6.3.1 Förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda

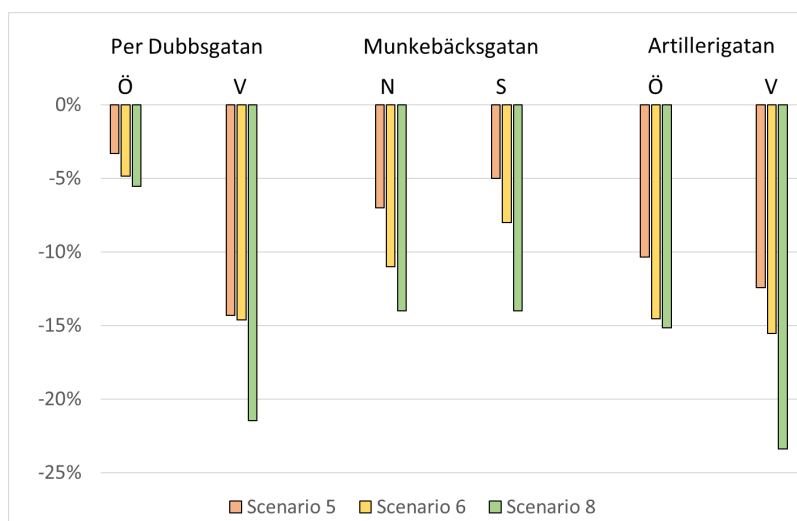
Figur 6.14 visar effekten på partikelhalterna på E6:an i Gårda av förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel. Halverad dubbdäcksandel och sopning (scenario 5) beräknas minska partikelhalterna med strax över 20 procent. Halverad dubbdäcksandel, sopning och dammbindning (scenario 6) ger ytterligare haltminskningar upp till nästan 30 procent. I scenariot helt utan dubbdäck med sopning och dammbindning (scenario 8) beräknas partikelhalterna minska med upp mot 45 procent.



Figur 6.14. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) för 17 procent dubbdäcksandel med sopning (scenario 5), 17 procent dubbdäcksandel med sopning och dammbindning (scenario 6) samt 0 procent dubbdäcksandel med sopning och dammbindning (scenario 8) på E6:an i Gårda. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.3.2 Förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel på kommunala gator

Figur 6.15 visar effekten på partikelhalterna på utvalda kommunala gator av förbättrad väghållning och minskad dubbdäcksandel. Scenariot helt utan dubbdäck samt med sopning och dammbindning (scenario 8) resulterar, som förväntat, i de största haltminskningarna vid alla gator. Det syns även här skillnader mellan profilerna i ett och samma gatuavsnitt, vilket visar att gaturummets egenskaper i hög grad påverkar hur stor haltminskningen blir.



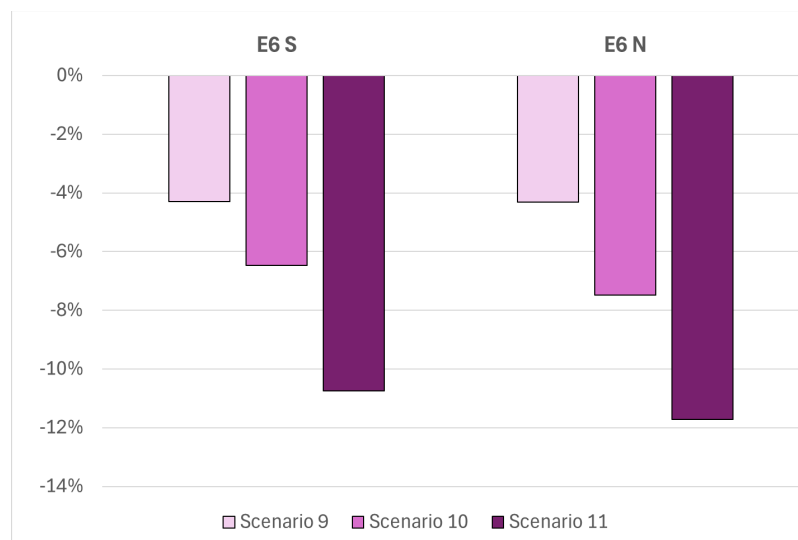
Figur 6.15. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) för 17 procent dubbdäcksandel med sopning (scenario 5), 17 procent dubbdäcksandel med sopning och dammbindning (scenario 6) samt 0 procent dubbdäcksandel med sopning och dammbindning (scenario 8) på utvalda kommunala gator. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.4 Vägtrafikarbete

Utöver de konkreta åtgärder som beräknas i föregående avsnitt är det också relevant att beräkna effekten på partikelhalterna av minskat vägtrafikarbete. Tre scenarier för minskat vägtrafikarbete har beräknats. I scenario 9 och 10 antas att vägtrafikarbetet har minskat med 5 respektive 10 procent jämfört med år 2022. I scenario 11 har vägtrafikarbetet minskat enligt målen i *Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram* (Göteborgs Stad, 2021), vilket innebär en minskning med 25 procent från år 2019 eller med 19 procent från år 2022. Samtliga scenarier jämförs med scenariot utan åtgärd (scenario 1) och avser 90-percentilen av dygnsmedelvärdet.

6.4.1 Minskat vägtrafikarbete på E6:an i Gårda

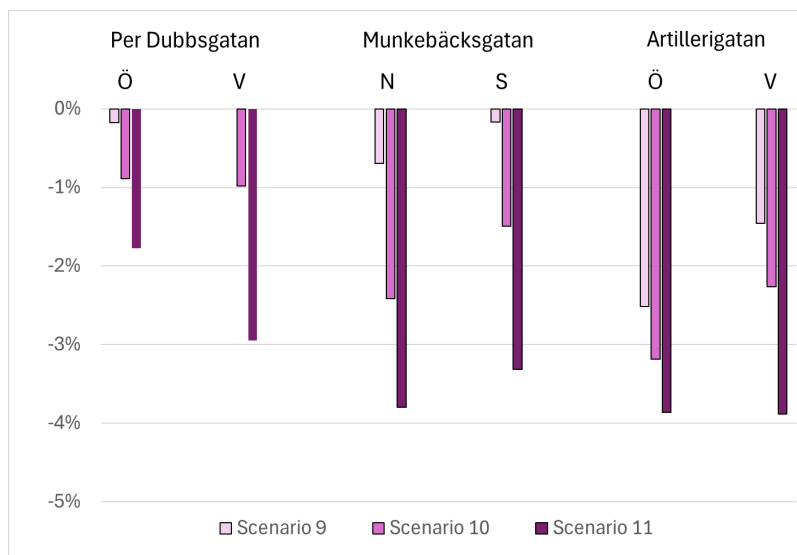
Figur 6.16 visar effekten på partikelhalterna på E6:an i Gårda vid minskat vägtrafikarbete. Med 5 procent minskat vägtrafikarbete (scenario 9) beräknas partikelhalterna minska med cirka 4 procent. Med 10 procent minskat vägtrafikarbete (scenario 10) beräknas partikelhalterna minska med cirka 7 procent. Med en minskning av vägtrafikarbetet på 19 procent (scenario 11) uppgår haltminskningen till runt 11 procent.



Figur 6.16. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) vid en minskning av vägtrafikarbetet med 5 procent (scenario 9), 10 procent (scenario 10) och 19 procent (scenario 11) på E6:an i Gårda. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.4.2 Minskat vägtrafikarbete på kommunala gator

Figur 6.17 visar att effekten på partikelhalterna av minskat vägtrafikarbete på kommunala gator är starkt beroende av gaturummets utformning. Vid en vägtrafikminskning på 5 procent (scenario 9) beräknas partikelhalterna minska med upp till 2 procent. Vid en minskning av vägtrafikarbetet på 10 procent (scenario 10) beräknas minskningen bli mellan 1 och 9 procent. Vid en minskning av vägtrafikarbetet på 19 procent (scenario 11) beräknas en haltminskning på mellan 2 och 11 procent.



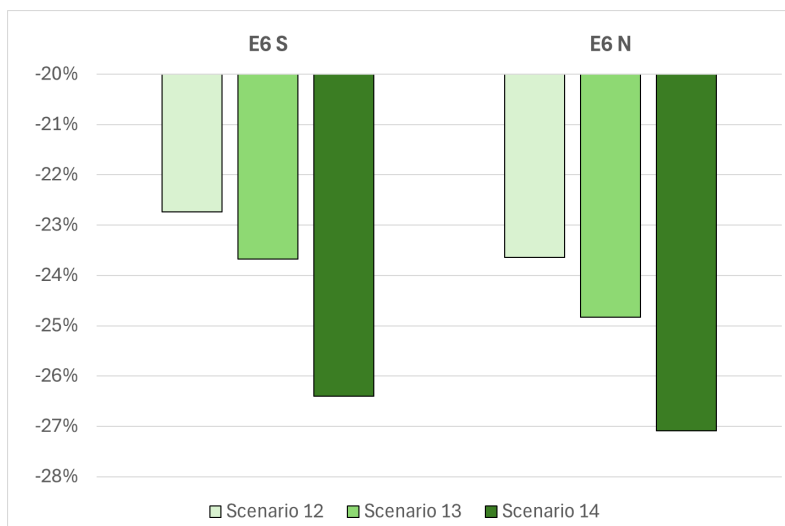
Figur 6.17. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) vid en minskning av vägtrafikarbetet med 5 procent (scenario 9), 10 procent (scenario 10) och 19 procent (scenario 11) på utvalda kommunala gator. Effekten anges i procentskillnad jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.5 Kombination: vägtrafikarbete och dubbdäck

För att långsiktigt sänka partikelhalterna i Göteborg behövs åtgärder som både minskar vägtrafikarbetet och dubbdäcksandelen. Här presenteras resultat från beräkningar som beskriver effekten av en halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med en minskning i vägtrafikarbetet med 5 procent (scenario 12), 10 procent (scenario 13) och 19 procent (scenario 14) jämfört med år 2022. Samtliga scenarier jämförs med scenariot utan åtgärd (scenario 1) och avser 90-percentilen av dygnsmedelvärdet.

6.5.1 Minskat vägtrafikarbete och minskad dubbdäcksandel på E6:an i Gårda

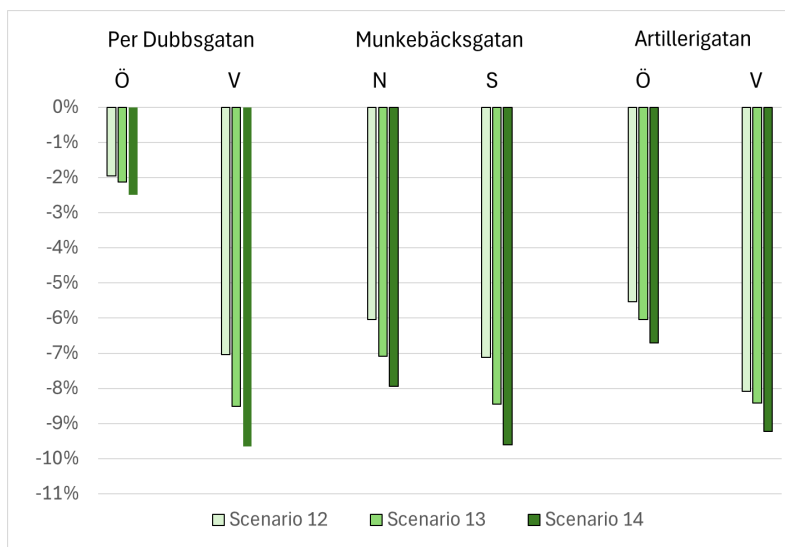
Figur 6.18 visar effekten på partikelhalterna på E6:an i Gårda vid en halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med en minskning i vägtrafikarbetet. Med halverad dubbdäcksandel kombinerat med 5 respektive 10 procent minskat vägtrafikarbete (scenario 12 och 13) beräknas partikelhalterna minska med upp till 23 respektive 24 procent. I scenariot med halverad dubbdäcksandel och 19 procent minskat vägtrafikarbete (scenario 14) beräknas partikelhalterna minska med 27 procent.



Figur 6.18. Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärden av partiklar (PM10) vid en halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med en minskning av vägtrafikarbetet med 5 procent (scenario 12), 10 procent (scenario 13) och 19 procent (scenario 14) på E6:an i Gårda. Effekten anges i procentminskning jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.5.2 Minskat vägtrafikarbete och minskad dubbdäcksandel på kommunala gator

Figur 6.19 visar effekten på partikelhalterna på utvalda kommunala gator vid en halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med en minskning i vägtrafikarbetet. Även i dessa beräkningar har gaturummets utformning stor betydelse för partikelhalterna. Med halverad dubbdäcksandel kombinerat med 5 respektive 10 procent minskat vägtrafikarbete (scenario 12 och 13) beräknas partikelhalterna minska med mellan 2 och 9 procent beroende på gaturummets profil. I scenariot med halverad dubbdäcksandel och 19 procent minskat vägtrafikarbete (scenario 14) beräknas halterna minska med upp till 10 procent.



Figur 6.19 Beräknad effekt på 90-percentilen av dygnsmedelvärden av partiklar (PM10) vid en halvering av dagens dubbdäcksandel kombinerat med en minskning av vägtrafikarbetet med 5 procent (scenario 12), 10 procent (scenario 13) och 19 procent (scenario 14) på utvalda kommunala gator. Effekten anges i procentminskning jämfört med scenariot utan åtgärd (scenario 1).

6.6 Samlad bedömning av åtgärdsberäkningar

Beräkningarna visar att sopning har en begränsad effekt på partikelhalterna, och att effekten i hög grad beror på gaturummets utformning. Sopning har större effekt i stängda och trånga gaturum med sämre ventilering, jämfört med breda och öppna gaturum. Om sopning kombineras med dammbindning blir effekten på partikelhalterna större. Även för dammbindning beror effekten på gaturummets utformning. Sopning och dammbindning bedöms vara tillräckliga åtgärder för kortsiktigt sänka partikelhalterna så att miljö kvalitetsnormerna klaras, men är inte långsiktiga lösningar.

Beräkningarna visar att dubbdäcksandelen är en avgörande faktor för att minska partikelhalterna. Som enskild åtgärd ger minskad dubbdäcksandel den absolut största haltminskningen. Det krävs en omfattande minskning i vägtrafikarbetet för att nå en haltminskning i samma storleksordning som den som beräknats för minskad dubbdäcksandel. För att få en stor och långsiktig minskning av partikelhalterna behöver både vägtrafikarbetet och dubbdäcksandelen minska.

7 Åtgärdsscenarioer två och fem år fram i tiden

Åtgärdsscenarioerna i detta kapitel beskriver hur partikelhalterna beräknas förändras om åtgärderna i planen genomförs under angiven tidplan. Åtgärdsscenarioer för 2027 och 2030 jämförs med basscenarioer för samma år, vilka är desamma som nuläget för år 2022 (se kapitel 5). Åtgärdsscenarioerna har tagits fram med gaturumsberäkningar som ger en god representativ bild av haltförändringar vid utsatta platser i Göteborg, vilket också är de platser åtgärdsplanen fokuserar på.

7.1 Åtgärdsscenario två år fram i tiden

Åtgärdsscenarioet två år fram i tiden, åtgärdsscenario 2027, baseras på den åtgärd som kan genomföras direkt och ge omedelbar effekt, vilket är utökad sopning av vägar. Andra åtgärder kan ge viss effekt på partikelhalterna på kort sikt, men här är osäkerheterna stora.

Effekterna på partikelhalterna av utökad städning har beräknats i avsnitt 6.1 (scenario 2). De resultat som utgör åtgärdsscenarioet 2027 sammanfattas i tabell 7.1. I åtgärdsscenarioet beräknas 90-percentilen av dygnsmedelvärdet minska med cirka 1 procent på E6:an i Gårda och mellan 1 och 3 procent på vältrafikerade kommunala gator. Enligt beräkningarna i avsnitt 6.1.1 är detta tillräckligt för att antalet överskridanden av tillåtet dygnsmedelvärde ska minska så pass mycket att miljö kvalitetsnormen kortsiktigt ska klaras.

Tabell 7.1 Beräknade årsmedelvärden och 90-percentiler av dygnsmedelvärde av partiklar (PM10) vid utvalda gator för basscenario 2027 och åtgärdsscenario 2027.

Gata	Beräknat värde	Basscenario 2027 (nuläge 2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Åtgärdsscenario 2027 haltskillnad (%)	Åtgärdsscenario 2027 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
E6:an i Gårda	Årsmedel	25	-3%	24
E6:an i Gårda	90%-il dygn	48	-1%	48
Per Dubbsgatan	Årsmedel	18	-3%	17
Per Dubbsgatan	90%-il dygn	30	-3%	29
Munkebäcksgatan	Årsmedel	18	0%	18
Munkebäcksgatan	90%-il dygn	30	0%	30
Artillerigatan	Årsmedel	18	-2%	18
Artillerigatan	90%-il dygn	29	-2%	28

7.2 Åtgärdsscenario fem år fram i tiden

I åtgärdsplanen finns flera åtgärder som syftar till att minska vägtrafikarbetet i Göteborg. Bedömningen är att åtgärderna i planen har potential att leda till att vägtrafikarbetet i Göteborg minskar med 10 procent till år 2030 jämfört med år 2022. I åtgärdsplanen finns också åtgärder som syftar till att minska dubbdäcksandelen i Göteborg, dels genom att se över och eventuellt utöka dubbdäcksförbudet, dels genom informationskampanjer. Bedömningen är att åtgärderna i planen kan bidra till att dubbdäcksandelen i Göteborg minskar med hälften till år 2030 jämfört med år 2022.

Åtgärdsscenario 2030 utgår från att vägtrafikarbetet har minskat med 10 procent jämfört med år 2022 och att dubbdäcksandelen har halverats, från 34 till 17 procent. Detta motsvarar scenario 13 i kapitel 6. Resultaten sammanställs i tabell 7.2.

Åtgärdsscenario 2030 bedöms ge störst effekt vid E6:an i Gårda, där partikelhalterna beräknas minska med 16 procent beräknat som årsmedelvärde och med 24 procent beräknat som 90-percentil av dygnsmedelvärdet. I haltminskning motsvarar detta en minskning med cirka $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för årsmedelvärdet och $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för 90-percentilen av dygnsmedelvärde. På de kommunala gatorna beräknas halterna minska med mellan 4 och 6 procent beräknat som årsmedelvärde och mellan 5 och 8 procent beräknat som 90-percentilen av dygnsmedelvärde. Detta motsvarar cirka $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för årsmedelvärdet och $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för 90-percentilen av dygnsmedelvärde.

Resultaten indikerar att åtgärdsscenario 2030 ger störst effekt på de mest vältrafikerade lederna i staden, där partikelhalterna idag är som högst. Sammantaget skulle minskad dubbdäcksandel kombinerat med en trafikminskning i denna storleksordning ha en robust och långsiktig positiv effekt på partikelhalterna i staden. Utöver den effekt som visas här skulle även de urbana bakgrundshalterna minska.

Tabell 7.2 Beräknade årsmedelvärden och 90-percentiler av dygnsmedelvärde av partiklar (PM10) vid utvalda gator för basscenario 2030 samt för åtgärdsscenario 2030.

Gata	Beräknat värde	Basscenario 2030 (nuläge 2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Åtgärdsscenario 2030 haltskillnad (%)	Åtgärdsscenario 2030 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
E6:an i Gårda	Årsmedel	25	-16%	21
E6:an i Gårda	90%-il dygn	48	-24%	36
Per Dubbsgatan	Årsmedel	18	-4%	17
Per Dubbsgatan	90%-il dygn	30	-5%	28
Munkebäcksgatan	Årsmedel	18	-5%	17
Munkebäcksgatan	90%-il dygn	30	-8%	28
Artillerigatan	Årsmedel	18	-6%	17
Artillerigatan	90%-il dygn	29	-7%	27

8 Referenser

Göteborgs Stad. (2021). *Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram 2021-2030*.

Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2023). *2023:06 Uppföljning av mål och delmål i Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram 2021-2030*.

SMHI. (2018). *Validering av SIMAIR mot mätningar för åren 2014-2018*.

SMHI. (2022). <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/manadens-vader-i-sverige/mars-2022-ovanligt-solig-och-nederbordsfattig-1.181404>.

Trafikverket. (2022). *Undersökning av däcktyp i Sverige vintern 2022 (januari - mars)*.

Trafikverket. (2023). *PM Trafikuppräkningsstal TRV 2017/111007*.