

SLB 43:2023

Halter av kvävedioxid och partiklar vid införande av miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud i city

Denna rapport är framtagen av SLB-analys vid miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys sköter luftmiljöövervakningen i Stockholms stad samt är regional operatör inom Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Systemet består av mät- och utsläppsdatabaser samt av beräkningsmodeller. Utredningen är gjord av Lars Burman, Jennie Hurkmans och Jenny Lindvall.

På uppdrag av trafikkontoret i Stockholm har SLB-analys beräknat effekterna av ett införande av miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud i Stockholms city på utsläpp och luftföroreningshalter. Haltberäkningar har gjorts för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10), vilka är de luftföroreningar som har de högsta nivåerna i staden i jämförelse med fastslagna värden till skydd för människors hälsa. Situationen med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud år 2025 har jämförts med ett nollalternativ samma år utan åtgärder. Området i Stockholms city som har utretts för miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud framgår av Figur 1.



Figur 1. Föreslaget område för miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud år 2025 i delar av Stockholms city. Området begränsas av Kungsgatan, Birger Jarlsgatan, Hamngatan och Sveavägen, vilka inte ingår i miljözonen.

Miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud

Kommuner kan besluta om att stänga ute vissa fordon från särskilt miljö känsliga områden i tätorter genom att införa miljözoner. Det finns tre olika miljözoner definierade i trafikförordningen (1998:1276) [1]. Miljözon klass 3 har de hårdaste utsläppskraven och omfattar både lätta och tunga motorfordon. I miljözon klass 3 tillåts renodlade elfordon, bränslecellsfordon samt gasfordon som uppfyller utsläppskraven för klass Euro 6 (registrerade efter 1 september 2015). För tunga fordon måste laddhybrider uppfylla klass Euro 6 (registrerade efter 1 september 2014). Lätta laddhybrider är däremot inte tillåtna oavsett euroklass. Syftet med miljözoner är att påskynda förnyelsen av fordonsparken, förbättra luftkvaliteten och påskynda utvecklingen mot en hållbar fordonsflotta.

Kommunerna kan även förbjuda användning av dubbdäck på enskilda gator enligt trafikförordningen (1998:1276). Syftet är att minska vägslitage och förbättra luftkvaliteten vad gäller partiklar, PM10, som till stor del består av slitagepartiklar.

Beräkningsmetodik

Beräkningarna utgår från nuläget, dvs. nuvarande trafik- och utsläppssituation och de luftföroreningshalter som mäts upp i Stockholm. Utsläppen från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten är beskrivna i Östra Sveriges Luftvårdsförbunds regionala emissionsdatabas [2]. I Stockholm är vägtrafiken den dominerande källan till utsläpp av luftföroreningar. Emissionsdatabasen innehåller ett komplett vägnät med trafikflöden, fordonsammansättning och utsläpp av bl.a. kväveoxider, kolväten och avgaspartiklar. Utsläppen beskrivs utifrån emissionsfaktorer för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen [3].

Sammansättningen av olika fordonstyper och bränslen, t.ex. andelen el- och dieslbilar utgår från statistik i Stockholms län vad gäller fordonstyper i trafik och körsträckor. För beräkningsåret 2025 har fordonsparkens sammansättning tagits fram utifrån nationella prognoser avstämde mot nuläget. Inom miljözonsområdet har en anpassning gjorts till gällande krav. I beräkningarna antogs dagens trafikflöden både inom och utanför miljözonen vara oförändrade till år 2025.

Slitagepartiklar i trafikmiljöer orsakas främst av dubbdäckens hamrande på vägbanan men bildas också vid slitage av fordonens bromsar och däck. Uppvirvling av slitagepartiklar (vägdamm) utgör huvuddelen av utsläppen av partiklar, PM10, i staden. Emissionsfaktorer för olika dubbdäcksandelar i emissionsdatabasen baseras på NORTRIP-modellen [4,5]. Dubbdäcksandelar i staden kontrolleras regelbundet under vinterhalvåret. I nuläget är dubbdäcksanvändningen för lätta fordon i Stockholms innerstad ca 25 %, förutom på gator med dubbdäcksförbud där den är ca 15 % [6]. I beräkningarna antogs dubbdäcksanvändningen vara oförändrad till år 2025, förutom inom själva miljözonsområdet där full efterlevnad av dubbdäcksförbudet har antagits vid ett införande.

Beräkningsmodeller

Airviro's gaussmodell [7] används för att beskriva den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark för hela Stockholms- och Uppsala län. Haltbidrag från utsläpp utanför dessa län erhålls genom mätningar i regional bakgrundsmiljö. I beräkningarna används även meteorologiska data som avspeglar normala spridningsförhållanden i Stockholm, vilka hämtas från en 50 m hög mast i Högdalen i södra Stockholm. Airviro's gaturumsmodell (OSPM) [8] används för att beräkna luftföroreningshalterna två meter ovan gatunivå vid sammanhängande bebyggelse. Bebyggelse påverkar ventilationen av gatan och därmed också halterna i gaturummet.

Miljö kvalitetsnormer, miljö kvalitetsmål och WHO:s nya riktvärden

Miljö kvalitetsnormer anger högsta tillåtna halter av olika föroreningar i luften för att skydda människors hälsa. De nuvarande svenska normvärdena enligt luftkvalitetsförordningen (2010:477) [9] utgår från EU-direktiv som baseras på Världshälsoorganisationen, WHO:s gamla riktvärden från år 2005. År 2021 skärptes WHO:s riktvärden efter en översyn av den senaste forskningen om hälsoeffekter kopplade till luftföroreningar [10]. Inom EU pågår för närvarande en översyn av gällande luftkvalitetsdirektiv för bättre anpassning till de nya riktvärdena. Inom några år kommer detta även innebära skärpta svenska miljö kvalitetsnormer.

Denna utredning fokuserar på att jämföra beräknade luftföroreningshalter med WHO:s nya riktvärden. Dessa visas i Tabell 1 för kvävedioxid, NO₂, och i Tabell 2 för partiklar, PM10. I tabellerna visas även de nuvarande miljö kvalitetsnormerna som klaras överallt i Stockholm idag, samt målvärden för det svenska miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft” [11]. De olika medelvärdestiderna avspeglar dels luftföroreningarnas långtidseffekter (år), dels korttidseffekter (dygn, timmar). Årsmedelvärden får inte överskridas medan dygns- och timmedelvärden tillåts överskridas vid ett bestämt antal tillfällen.

Tabell 1. Miljö kvalitetsnorm, miljö kvalitetsmål och WHO:s nya riktvärden för kvävedioxid, NO₂, avseende skydd av hälsa [9, 10, 11].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Målvärde (µg/m ³)	Riktvärde (WHO) (µg/m ³)	Anmärkning
Kalenderår	40	20	10	Värdet får inte överskridas
Dygn	60 ¹	-	25 ²	Se fotnot
Timme	90 ³	60 ³	200 ⁴	Se fotnot

¹ Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår

² Värdet får inte överskridas mer än 3–4 dygn per kalenderår

³ Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår

⁴ Värdet får inte överskridas

Tabell 2. Miljö kvalitetsnorm, miljö kvalitetsmål och WHO:s nya riktvärden för partiklar, PM10, avseende skydd av hälsa [9, 10, 11].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Målvärde (µg/m ³)	Riktvärde (WHO) (µg/m ³)	Anmärkning
Kalenderår	40	15	15	Värdet får inte överskridas
Dygn	50 ¹	30 ¹	45 ²	Se fotnot

¹ Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

² Värdet får inte överskridas mer än 3–4 dygn per kalenderår

Resultat

Enligt beräkningarna medför ett införande av miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud i city att utsläppen från den lokala vägtrafiken minskar och att luftkvaliteten blir bättre.

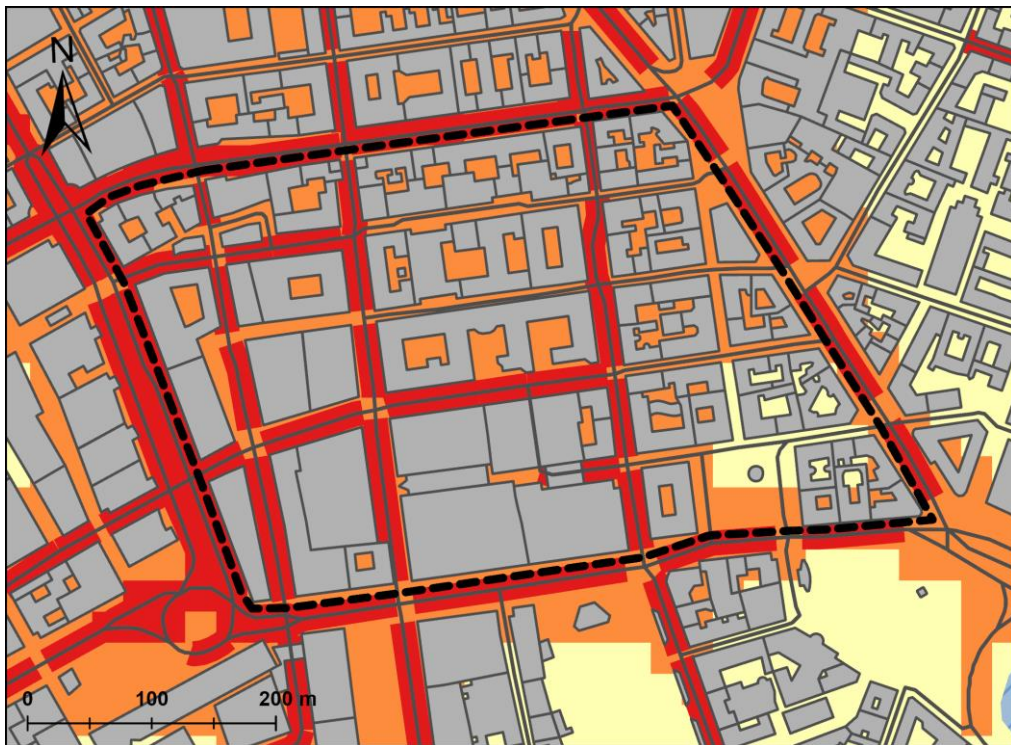
I Bilaga 1 redovisas beräkningsresultat för totala utsläppsminskningar av olika luftföroreningar inom det föreslagna miljözonsområdet vid full efterlevnad av bestämmelser år 2025. Jämförelse görs med situationen samma år utan åtgärder. Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider beräknas minska med 1,5 ton per år, vilket motsvarar en minskning med ca 99 %. Utsläppen av partiklar, PM10, från vägtrafiken beräknas minska med 0,15 ton per år (ca 55 %). Vägtrafikens utsläpp av koldioxid, CO₂, beräknas minska med 730 ton (ca 90 %).

På kartorna som följer redovisas resultatet av haltberäkningarna för kvävedioxid, NO₂, och partiklar, PM10, för det föreslagna miljözonsområdet och det närliggande cityområdet i centrala Stockholm. Beräknade haltförändringar för NO₂ är enbart kopplade till åtgärden miljözon klass 3, eftersom dubbdäcksförbud inte påverkar NO₂ vid oförändrade trafikflöden. Beräknade haltförändringar för PM10 är främst kopplade till åtgärden dubbdäcksförbud. Miljözonen påverkar även de utsläpp av mycket små partiklar som sker från avgasrören, men dessa utgör endast ca 5 % av de totala utsläppen av PM10 i miljözonen.

Beräkningsresultatet jämförs med WHO:s riktvärden till skydd av människors hälsa från år 2021 [10], både med årsmedelvärden och med antalet höga dygnsmedelvärden av NO₂ och PM10. Halterna som redovisas i figurerna gäller två meter ovanför gatan eller marken för ett meteorologiskt normalt år 2025. För att tydligare visa på förändringar med åtgärderna visas även skillnadskartor.

I Bilaga 2 och Bilaga 3 redovisas resultat av gaturumsberäkningar i tabellform för huvudgator i miljözonen där halterna av NO₂ och PM10 är högst. Hur mycket halterna minskar med miljözon och dubbdäcksförbud på en enskild gata i miljözonen beror bland annat på trafikmängd, fordonssammansättning, gaturummets utformning och hur mycket bakgrundsluften utgör av den totala belastningen av luftföroreningar på gatan. Beräkningsresultatet gäller vid full efterlevnad av bestämmelserna för både miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud.

NO₂, årsmedelvärde år 2025 utan miljözon klass 3

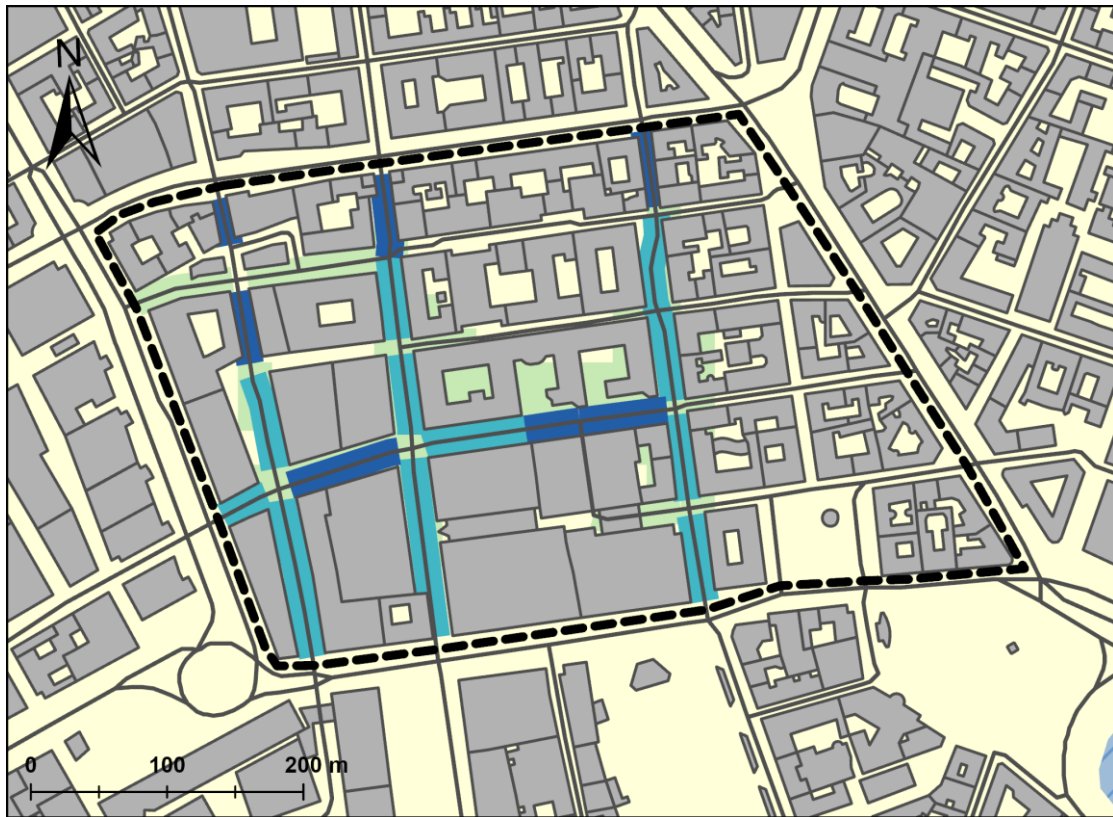


NO₂, årsmedelvärde år 2025 med miljözon klass 3



Figur 2. Beräknad årsmedelhalt av kvävedioxid, NO₂ (mikrogram per kubikmeter, µg/m³) år 2025 utan resp. med miljözon klass 3. WHO:s riktvärde till skydd av hälsa klaras inte vid röda områden.

Haltminskning år 2025 med miljözon klass 3



NO₂ årsmedelvärde

- < 1 µg/m³
- 1 - 3 µg/m³
- 3 - 5 µg/m³
- 5 - 7 µg/m³

— Vägar

----- Gräns miljözon klass 3

Figur 3. Beräknad minskad årsmedelhalt av kvävedioxid, NO₂ (mikrogram per kubikmeter, µg/m³) med miljözon klass 3 år 2025. Se även Bilaga 2.

NO₂, dygnsmedelvärde år 2025 utan miljözon klass 3

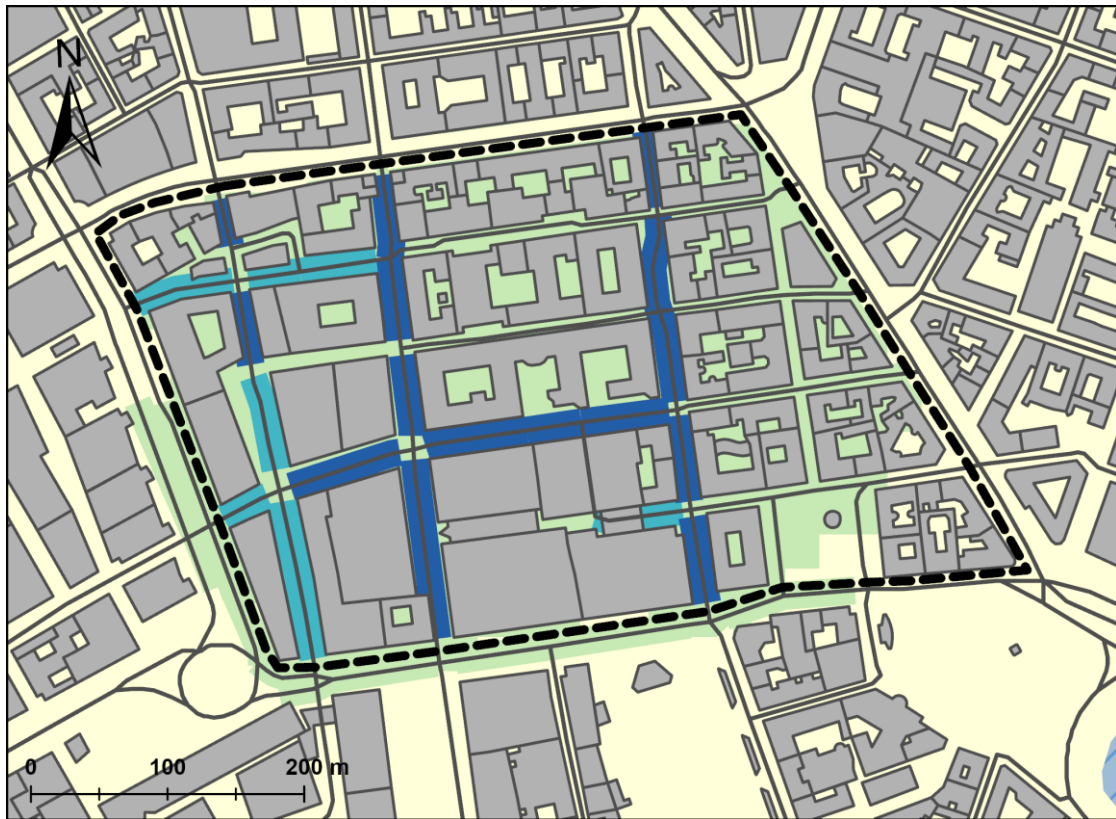


NO₂, dygnsmedelvärde år 2025 med miljözon klass 3



Figur 4. Beräknad dygnsmedelhalt av kvävedioxid, NO₂ (mikrogram per kubikmeter, µg/m³) år 2025 utan resp. med miljözon klass 3. WHO:s riktvärde till skydd av hälsa klaras inte vid röda områden.

Haltminskning år 2025 med miljözon klass 3



NO₂ dygnsmedelvärde

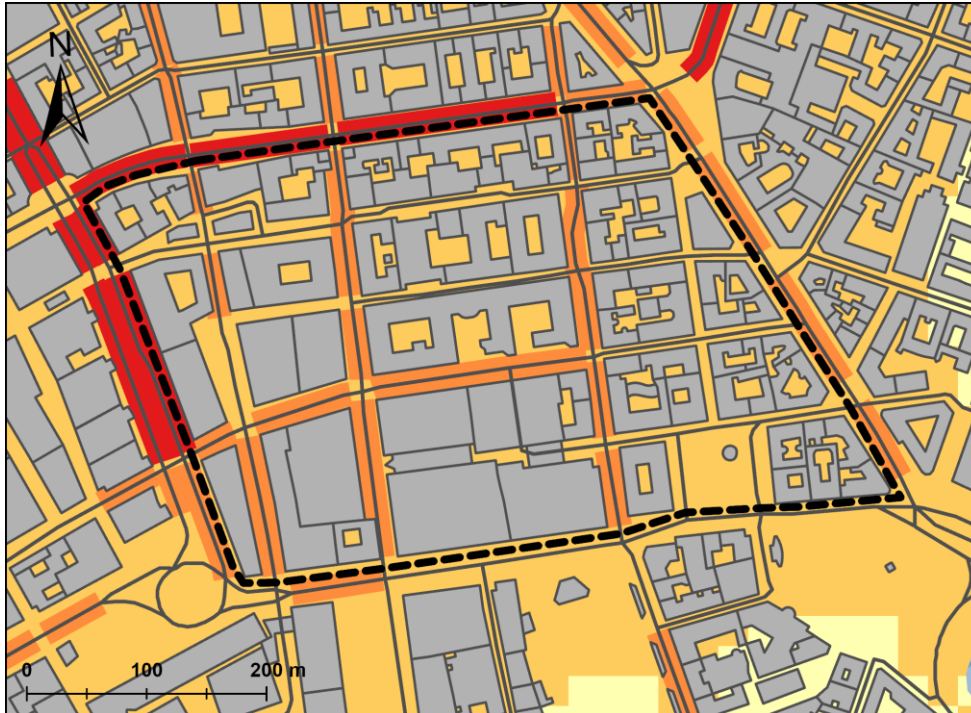
- < 1 µg/m³
- 1 - 5 µg/m³
- 5 - 10 µg/m³
- 10 - 15 µg/m³

— Vägar

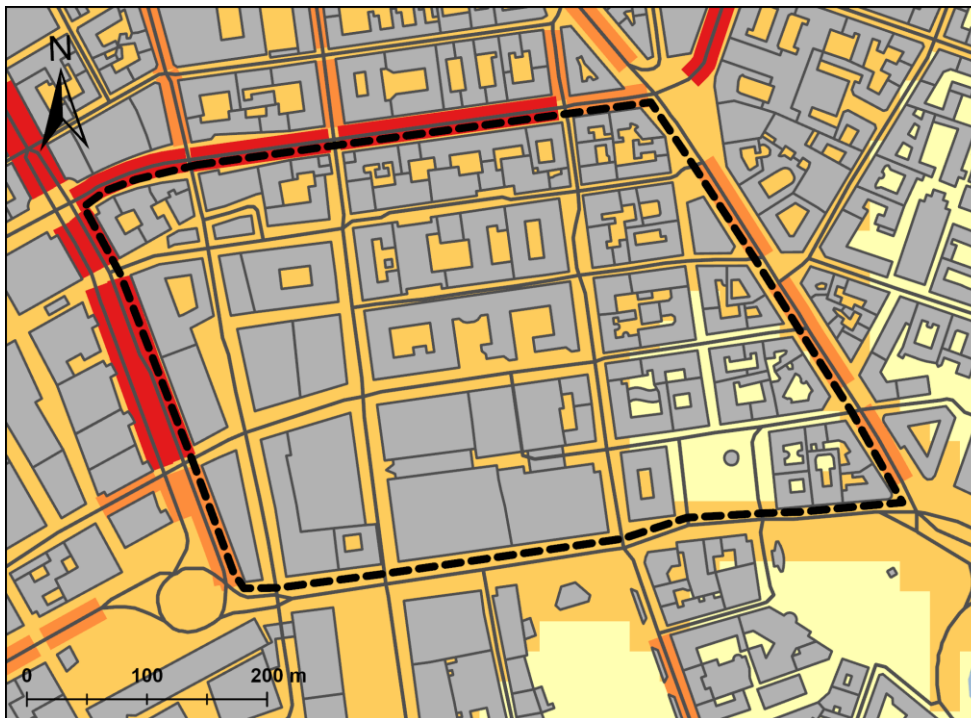
----- Gräns miljözon klass 3

Figur 5. Beräknad minskad dygnsmedelhalt av kvävedioxid, NO₂ (mikrogram per kubikmeter, µg/m³) med miljözon klass 3 år 2025. Se även Bilaga 2.

PM10, årsmedelvärde år 2025 utan miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud

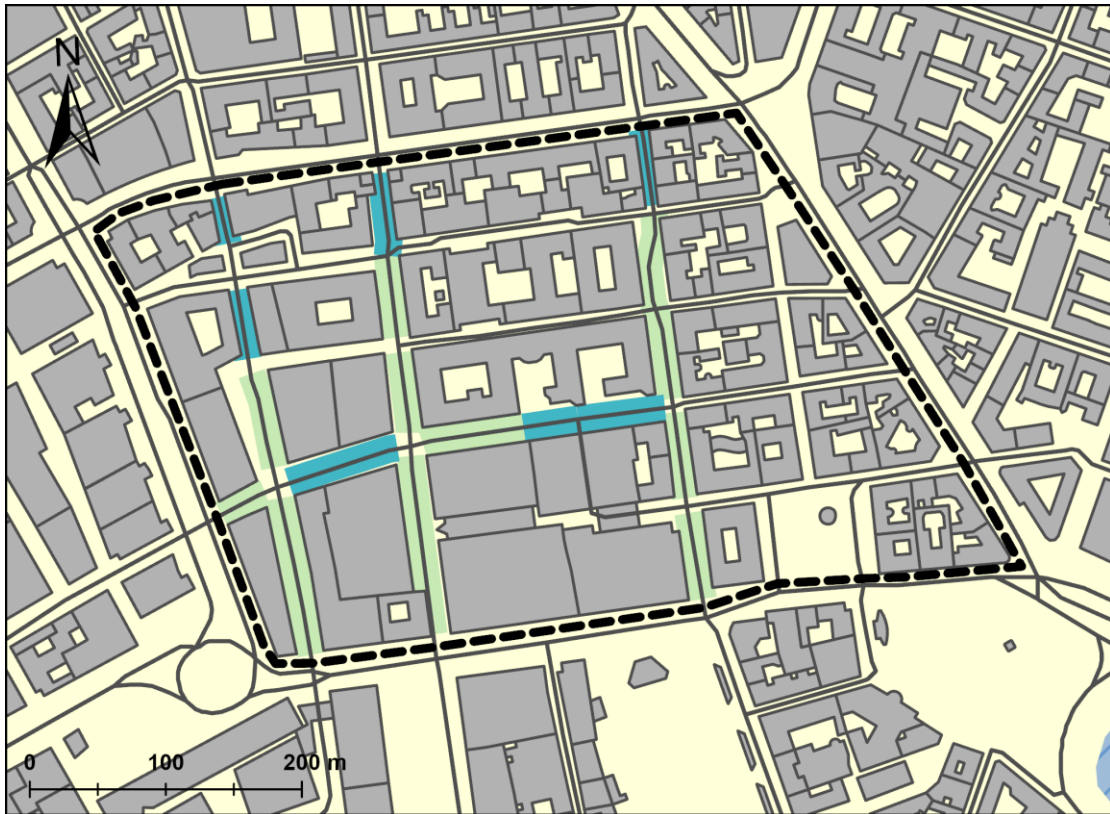


PM10, årsmedelvärde år 2025 med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud



Figur 6. Beräknad årsmedelhalt av partiklar, PM10 (mikrogram per kubikmeter, µg/m³) år 2025 utan resp. med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud. WHO:s riktvärde till skydd av hälsa klaras inte vid röda områden.

Haltminskning år 2025 med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud



PM10 årsmedelvärde

- < 1 µg/m³
- 1 - 2 µg/m³
- 2 - 3 µg/m³

— Vägar

----- Gräns miljözon klass 3

Figur 7. Beräknad minskad årsmedelhalt av partiklar, PM10 (mikrogram per kubikmeter, µg/m³) med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud år 2025. Se även Bilaga 3.

PM10, dygnsmedelvärde år 2025 utan miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud



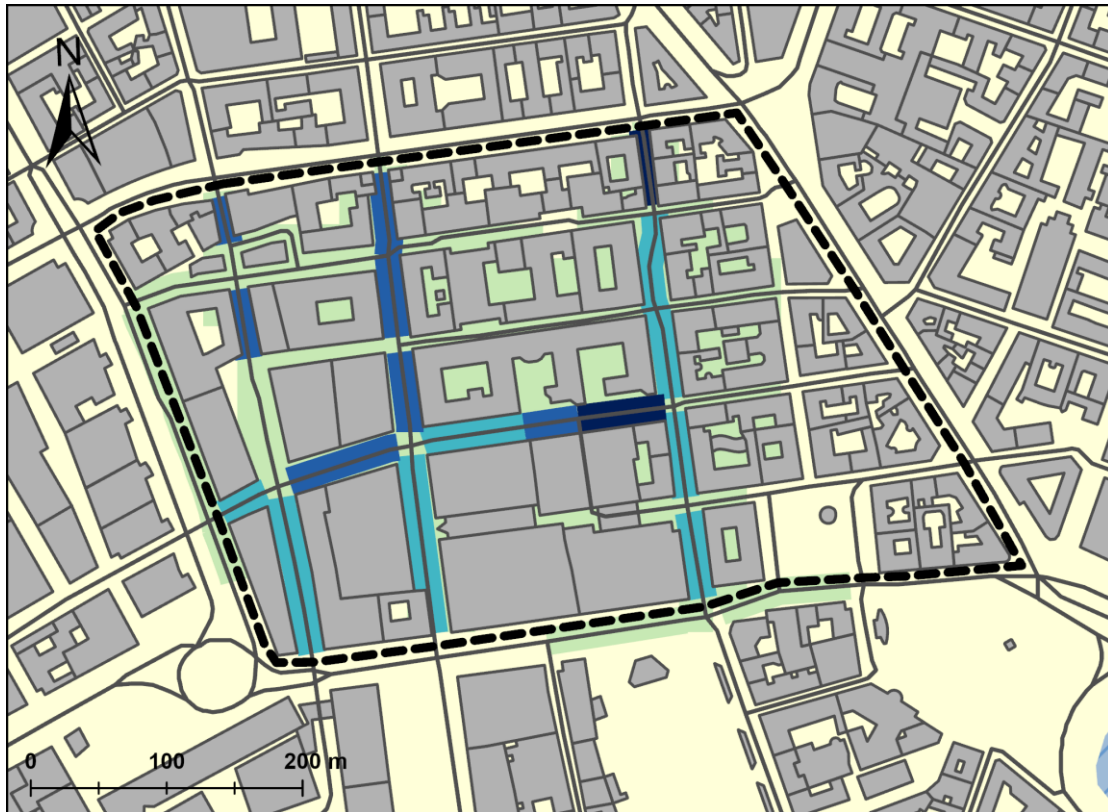
PM10, dygnsmedelvärde år 2025 med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud



- 40 - 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- > 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Över WHO:s riktvärde
- Vägar
- Gräns miljözon klass 3

Figur 8. Beräknad dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 (mikrogram per kubikmeter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) år 2025 utan resp. med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud. WHO:s riktvärde till skydd av hälsa klaras inte vid röda områden.

Haltminskning år 2025 med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud



PM10 dygnsmedelvärde

- < 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 1 - 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 6 - 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 9 - 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 12 - 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

— Vägar

----- Gräns miljözon klass 3

Figur 9. Beräknad minskad dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 ((mikrogram per kubikmeter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) med miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud år 2025. Se även Bilaga 3.

Sammanfattning och slutsatser

Miljözon klass 3 och dubbdäcksförbud i city år 2025 innebär enligt beräkningarna följande förändringar av utsläpp och luftföroreningshalter i miljözonsområdet i jämförelse med ett nollalternativ samma år utan åtgärderna:

- Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider, NO_x, minskar med 1,5 ton per år (ca 99 %).
- Vägtrafikens utsläpp av partiklar, PM10, minskar med 0,15 ton per år (ca 55 %).
- Vägtrafikens utsläpp av koldioxid, CO₂, minskar med 730 ton per år (ca 90 %).
- Årsmedelhalten av kvävedioxid, NO₂, längs huvudgator i miljözonen minskar med ca 3–7 µg/m³, vilket är en minskning med 25–45 %.
- Dygnsmedelhalten av kvävedioxid, NO₂, längs huvudgator i miljözonen minskar med ca 6–15 µg/m³, vilket är en minskning med 20–35 %.
- Årsmedelhalten av partiklar, PM10, längs huvudgator i miljözonen minskar med ca 1–3 µg/m³, vilket är en minskning med 10–20 %.
- Dygnsmedelhalten av partiklar, PM10, längs huvudgator i miljözonen minskar med ca 5–12 µg/m³, vilket är en minskning med 10–20 %.

Luftkvaliteten förbättras främst längs huvudgatorna i miljözonen som till exempel Mäster Samuelsgatan, Norrlandsgatan, Malmskillnadsgatan och Regeringsgatan. Förbättringarna innebär att människors exponering av luftföroreningar minskar, vilket framförallt är viktigt för barn, äldre och sjuka människor. På kort sikt finns risk att trafikflöden och utsläpp kan öka på huvudgatorna som omger miljözonen som t ex Sveavägen och Kungsgatan. En del av denna trafik väntas dock vara elfordon utan avgasutsläpp, eftersom tillåtna fordon i miljözonen till stor del körs utanför zonen.

Minskningen av årsmedelhalten av kvävedioxid, NO₂, längs huvudgator i miljözonen innebär att WHO:s riktvärde till skydd för människors hälsa (10 µg/m³) klaras, vilket det inte hade utan miljözonen. Minskningen av halterna är dock inte tillräcklig för att även klara WHO:s riktvärde för antalet höga dygnsmedelhalter av NO₂ (Bilaga 2).

Halterna av partiklar, PM10, påverkas mindre av åtgärderna än kvävedioxid, vilket även beror på att bakgrundsluften (intransporterade luftföroreningar) som årsmedelvärde utgör en större del av totalhalterna än för NO₂. Beräknade haltminskningar av PM10 med miljözonen och dubbdäcksförbudet innebär att WHO:s riktvärde för årsmedelvärde (15 µg/m³) klaras, men det gäller även för situationen utan åtgärder. WHO:s riktvärde för höga dygnsmedelhalter av PM10 är mycket svårare att klara än årsmedelvärdet och det klaras varken med eller utan åtgärder (Bilaga 3).

Osäkerheter

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter och systematiska fel. För att säkerställa kvaliteten i beräkningar korrigeras alltid beräkningsmodellerna mot mätresultat på många platser inom Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Därmed korrigeras systematiska skillnader mellan beräknade och uppmätta halter.

Beräkningarna följer Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2019:9) [12]. Eftersom de genomsnittliga avvikelserna i SLB-analys beräkningar av PM10 och NO₂ gentemot mätningar är mindre än 10 %, uppfylls kvalitetskraven för kontroll av luftkvalitet med god marginal. Enligt NFS 2019:9 tillåts en avvikelse mellan mätningar och beräkningar av kvävedioxid, NO₂, på 30 % för årsmedelvärden och 50 % för dygnsmedelvärden. För partiklar,

PM10, tillåts en avvikelse på 50 % för årsmedelvärden, medan krav för dygnsmedelvärden saknas.

Modellberäkningar av luftföroreningar är förknippade med osäkerheter vad gäller trafikflöden, fordonssammansättning, emissionsfaktorer, bakgrundshalter, etc. Den beräkningsmetod som SLB-analys använder vid beräkningar för kontroll av luftkvalitet beskrivs närmare i SLB-rapport nr 50:2021 [13].

Bilaga 1

Beräknat minskat utsläpp från vägtrafiken i miljözonsområdet i city vid full efterlevnad år 2025:

Luftförorening:	Per år:	Procent:
Kväveoxider, NO _x	-1,5 ton	-99 %
Partiklar, PM10	-0,15 ton	-55 %
...varav avgaspartiklar	-0,014 ton	-96 %
...varav slitagepartiklar	-0,14 ton	-53 %
Sotpartiklar (BC Exhaust)	-0,005 ton	-98 %
Antal partiklar (PN)	-6 800 miljarder	-93 %
Kolmonoxid, CO	-2,8 ton	-93 %
Koldioxid, CO ₂	-730 ton	-90 %

Bilaga 2

Resultat av gaturumsberäkningar för huvudgator i miljözonen (kvävedioxid, NO₂).

Gröna och röda värden indikerar att WHO:s riktvärde klaras respektive inte klaras.

Kvävedioxid, NO₂, årsmedelvärde i gatunivå år 2025 ¹⁾ (mikrogram per kubikmeter, µg/m ³)				
Gata:	Utan miljözon:	Med miljözon:	Minskning (full efterlevnad):	
Mäster Samuelsgatan	14,4	7,8	-6,6	-46 %
Norrlandsgatan	14,8	8,3	-6,5	-44 %
Malmskillnadsgatan	13,7	8,6	-5,1	-37 %
Regeringsgatan	13,0	8,6	-4,4	-34 %
Smålandsgatan	10,6	7,7	-2,8	-27 %
Oxtorgsgatan	11,4	8,6	-2,8	-24 %

¹⁾ WHO:s riktvärde till skydd av hälsa är 10 mikrogram per kubikmeter (µg/m³).

Kvävedioxid, NO₂, dygnsmedelvärde i gatunivå år 2025 ¹⁾ (mikrogram per kubikmeter, µg/m ³)				
Gata:	Utan miljözon:	Med miljözon:	Minskning (full efterlevnad):	
Mäster Samuelsgatan	40,1	25,6	-14,5	-36 %
Norrlandsgatan	40,8	26,8	-13,9	-34 %
Malmskillnadsgatan	38,8	27,7	-11,0	-28 %
Regeringsgatan	37,4	27,7	-9,7	-26 %
Smålandsgatan	32,3	25,5	-6,9	-21 %
Oxtorgsgatan	34,1	27,7	-6,4	-19 %

¹⁾ WHO:s riktvärde till skydd av hälsa är 25 mikrogram per kubikmeter (µg/m³).

Bilaga 3

Resultat av gaturumsberäkningar för huvudgator i miljözonen (partiklar, PM10).

Gröna och röda värden markerar att WHO:s riktvärde klaras respektive inte klaras.

Partiklar, PM10, årsmedelvärde i gatunivå år 2025 ¹⁾ (mikrogram per kubikmeter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Gata:	Utan miljözon och dubbdäcksförbud:	Med miljözon och dubbdäcksförbud:	Minskning (full efterlevnad):	
Mäster Samuelsgatan	14,4	12,0	-2,4	-17 %
Norrlandsgatan	14,9	12,4	-2,5	-17 %
Malmskillnadsgatan	14,2	12,1	-2,1	-15 %
Regeringsgatan	13,8	12,2	-1,6	-12 %
Smålandsgatan	11,7	10,7	-1,0	-8 %
Oxtorgsgatan	12,2	11,2	-0,9	-8 %

¹⁾ WHO:s riktvärde till skydd av hälsa är 15 mikrogram per kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Partiklar, PM10, dygnsmedelvärde i gatunivå år 2025 ¹⁾ (mikrogram per kubikmeter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Gata:	Utan miljözon och dubbdäcksförbud:	Med miljözon och dubbdäcksförbud:	Minskning (full efterlevnad):	
Mäster Samuelsgatan	66,4	54,1	-12,3	-19 %
Norrlandsgatan	68,6	55,9	-12,8	-19 %
Malmskillnadsgatan	65,3	54,8	-10,5	-16 %
Regeringsgatan	63,1	55,0	-8,1	-13 %
Smålandsgatan	52,6	47,8	-4,8	-9 %
Oxtorgsgatan	55,0	50,4	-4,6	-8 %

¹⁾ WHO:s riktvärde till skydd av hälsa är 45 mikrogram per kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Referenser

1. Trafikförordning (SFS 1998:1276). Landsbygds- och infrastrukturdepartementet, utfärdad 1998, ändrad t.o.m. SFS 2023:493.
2. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för ABCDEIX-län år 2020. Östra Sveriges Luftvårdsförbund. SLB-rapport 2:2022.
3. HBEFA, version 4.2. Benedikt Notter, Mario Keller, Brian Cox. HBEFA, Handbook emission factors for road transport 4.2. Quick reference. Bern, January 26, 2022. INFRAS (www.infras.ch)
4. L Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., och Omstedt, G. 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.
5. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M., och Omstedt, G. 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.
6. Användning av dubbdäck i Stockholms innerstad, vintersäsongen 2019/2020 - Dubbdäcksandelar räknade på rullande trafik, SLB-rapport 25:2020.
7. Airviro Dispersion:
<https://www.airviro.com/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>.
8. Operational Street Pollution Model (OSPM):
<http://envs.au.dk/en/knowledge/air/models/ospm/>.
9. Luftkvalitetsförordning (SFS 2010:477). Klimat- och näringslivsdepartementet, utfärdad 2010, ändrad t.o.m. SFS 2020:822.
10. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization, 2021.
11. Miljökvalitetsmålet ”Frisk luft”: <http://www.miljomal.se/>.
12. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, NFS 2019:9:
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2019/nfs-2019-9.pdf>.
13. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar. SLB-rapport 50:2021.

Rapporter från SLB-analys finns att hämta på: www.slb.nu