

Underlagsutredning till åtgärdsprogram för PM10 i Linköping

Jennie Hurkmans, Max Elmgren och Beatrice Säll



Utfört på uppdrag av Linköpings kommun

SLB-analys, nov 2023



Uppdragsnummer	2023006
Daterad	2023-11-08
Handläggare	Jennie Hurkmans, Max Elmgren och Beatrice Säll
Status	Granskad av Lars Burman

Förord

Denna utredning är gjord av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholms stad. SLB-analys är operatör för Östra Sveriges Luftvårdsförbunds system för övervakning och utvärdering av luftkvalitet i regionen.

Uppdraget med denna rapport avser framtagning av underlag inklusive utredning av åtgärder till kommande åtgärdsprogram för partiklar PM10 i Linköpings kommun. De åtgärder som tas upp i denna rapport bedöms vara av intresse för att minska partikelhalterna i Linköpings kommun.

Uppdragsgivare för utredningen är Linköpings kommun [1].

Innehåll

Sammanfattning	4
Inledning	10
Bakgrund	10
Rapportens omfattning.....	10
Beräkningsunderlag	11
Beräknade halter PM10	11
Spridningsmodeller	11
Meteorologi.....	11
Airviro gaussmodell	11
Airviro gaturumsmodell	11
Emissioner.....	11
Miljö kvalitetsnormer, målvärden och direktiv	13
Reviderat luftkvalitetsdirektiv och skärpta miljö kvalitetsnormer	13
Nulägesbeskrivning	15
Vägsträcka inom vilken miljö kvalitetsnormen beräknas överskridas.....	15
Information om källfördelning	16
Total utsläppsmängd inom Linköpings kommun	16
Information om redan beslutade eller genomförda åtgärder	17
Prognos om åtgärdsprogrammet inte genomförs (basscenario)	18
Beskrivning av utsläppsscenario	18
Total utsläppsmängd	18
Förväntade halter i basscenarioet för prognosåret 2030	19
Förväntat antal överskridanden för prognosåret 2030	20
Prognos om åtgärdsprogrammet genomförs (åtgärdsscenario)	21
Beskrivning av utsläppsscenario	21
Total utsläppsmängd	22
Information om åtgärder som ingår i åtgärdsprogrammet.....	22
Sammantagna beräkningar för åtgärdspaketet	23
Förväntade halter i åtgärdsscenarioet prognosåret 2030	24
Förväntat antal överskridanden för prognosåret 2030	25
År då miljö kvalitetsnormen för PM10 bedöms följas	25
Bedömning av åtgärdernas påverkan på halterna av NO ₂	25
Information, effektberäkningar och bedömning av föreslagna åtgärder till åtgärdsprogrammet	27
Minskad dubbdäcksanvändning.....	27
Minskat trafikflöde.....	29
Sänkt hastighet.....	30
Dammbindning	31
Optimerad dammbindning.....	32
Städning med vakuumsug	35

Information och bedömning av övriga åtgärder.....	37
Tidig vårstädning	37
Optimerad halkbekämpning	37
Hårdare asfaltsbeläggning	38
Bredspolningsmunstycke	38
Miljözon i ett område eller på utvalda gator.....	39
Grönka vid väg.....	40
Kunskap, information och beteendepåverkan	40
Slutsatser och diskussion	42
Referenser	49
Bilaga 1	51
Hälsoeffekter av luftföroreningar och WHO:s nya riktvärden.....	51

Sammanfattning

Bakgrund och utredningens omfattning

Från årsskiftet 2021/2022 tog SLB-analys över mätningarna av luftkvalitet i Linköping då kommunen blev en del av Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Kontinuerliga mätningar av partiklar (PM10 och PM2.5) och kväveoxider (NO_x och NO₂) sker sedan 1 januari 2022 på Hamngatan 10.

Under våren 2022 har mätningarna av partiklar, PM10, på Hamngatan 10 överskridit dygnsmedelvärdet 50 µg/m³ under totalt 42 dygn, vilket innebär att miljökvalitetsnormen (MKN) för PM10 överskrids. I och med överskridandet av miljökvalitetsnormen för PM10 under år 2022 yttrade Naturvårdsverket den 16 maj 2022 (ärendenr. NV-04640-22) att ett nytt åtgärdsprogram behöver upprättas för att miljökvalitetsnormen för PM10 ska kunna följas i Linköpings kommun.

Syftet med denna utredning är att sammanställa underlag till åtgärdsprogrammet, både obligatoriska delar som måste ingå i ett åtgärdsprogram enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – D och 7 – G, men även utredning och bedömning av åtgärder som är möjliga för att minska partikelhalterna i Linköpings kommun och klara MKN för PM10. I och med detta fås ett brett underlag vid val av partikelsänkande åtgärder.

Utredningen omfattar följande delar:

- Vägsträcka inom vilken miljökvalitetsnormen beräknas överskridas.
- Information om källfördelningen enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – D.
- Prognoser för luftkvaliteten enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – G.
- Resultat och diskussion av genomförda effektberäkningar för åtgärder som föreslås ingå i åtgärdsprogrammet och förslag på hur åtgärderna kan följas upp.
- Beskrivning och bedömning av åtgärder som inte kan effektberäknas och förslag på hur åtgärderna kan följas upp.
- Bedömning hur respektive åtgärd påverkar halterna av kvävedioxid, NO₂.
- Workshop med diskussion kring utredningens innehåll tillsammans med Linköpings kommun och övriga berörda.

Drift- och trafikåtgärder för att sänka halterna av PM10

Nedan listas de åtgärder som omfattas av denna utredning, tillsammans med en teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10 samt en sammantagen bedömning av åtgärden.

Åtgärd	Teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10	Bedömning
Minskad dubbdäcksanvändning <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Medel till stor effekt på PM10, beroende på graden av efterlevnad. Med 25 % dubbdäcksandel på Hamngatan beräknas partikelhalterna minska med 8 µg/m ³ för det 36:e högsta dygnet år 2022, vilket motsvarar en sänkning av halterna med 13 %.	Minskad dubbdäcksanvändning har stor påverkan på partikelhalterna i ett gaturum. Bedömningen är att ett dubbdäcksförbud bör införas på Hamngatan för att sänka halterna av PM10.
Minskat trafikflöde <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Åtgärden har potential att ha stor effekt på PM10, men effekten är avgörande av hur mycket trafiken minskar. Minskning med 10 % har en liten effekt på PM10. Vid en minskning av trafiken med 10 % beräknas dygnsmedelhalten av PM10 minska med cirka 3–6 % på de undersökta gatorna.	Att minska trafiken med 10 % har relativt liten effekt på dygnsmedelhalterna. Åtgärder för att uppnå ett minskat trafikflöde på mer än 10 % på Hamngatan rekommenderas. Genom t.ex. dubbdäcksförbud kan minskat trafikflöde erhållas som en följd effekt.
Sänkt hastighet <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Liten till medel effekt på PM10 beroende på hur mycket den faktiska hastigheten minskas. Vid en hastighetssänkning med 10 km/h beräknas dygnsmedelhalten av PM10 minska med cirka 4–9 % på de undersökta gatorna.	Sänkt hastighet med 10 km/h har större effekt än trafikminskning med 10 %. Hastigheten bedöms ha betydelse för halterna av partiklar på Hamngatan och därmed är bedömningen att hastighetssänkande åtgärder bör införas för att sänka halterna av PM10.

Åtgärd	Teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10	Bedömning
<p>Dammbindning</p> <p><i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i></p>	<p>Medel till stor effekt, 20–40 % minskning av PM10-halterna vid det aktuella dammbindningstillfället.</p> <p>Effekten beror på omfattning och när åtgärden utförs.</p>	<p>Dammbindning är en effektiv åtgärd som definitivt ska behållas. Rekommendationen är att utöka dammbindningen genom att börja tidigare för att minimera depåerna av ansamlad vägdamm.</p> <p>Genom regelbunden städning ska CMA och dammbundet vägdamm tas bort så att gatorna hålls så rena som möjligt.</p>
<p>Städning med vakuumsug</p> <p><i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i></p>	<p>Osäker effekt, upp mot 90 % av vägdamm kan reduceras men PM10 utgör endast en liten del av det totala vägdamm.</p> <p>Bäst effekt uppnås om vakuumsugen används tillsammans med t.ex. högtryckstvätt, men en effekt bör även finnas om städningen inte föregås av högtryckstvätt.</p>	<p>Har flera fördelar, såsom rena och fina gator och trottoarer och kan köras när det är minusgrader utan att orsaka halka.</p> <p>Dock svårt att utvärdera effekten på halterna av PM10 samtidigt som åtgärden är relativt kostsam.</p> <p>Vakuumsugen bedöms kunna bidra till sänkta PM10-halter, framför allt om städningen föregås av högtryckstvätt.</p>
<p>Tidig vårstädning</p>	<p>Teoretiskt liten effekt då man tar bort material som annars hade krossats till PM10.</p>	<p>Vårstädning utförs redan och måste därmed optimeras genom ytterligare en sandupptagning under höghaltsperioden.</p> <p>Bedöms ha potential att sänka PM10-halterna men åtgärden har inte testats eller utvärderats mot halter av PM10.</p>
<p>Optimerad halkbekämpning</p>	<p>Teoretiskt liten effekt om mindre mängd sand används som annars hade samlats i dammdepåer på vägbanan och i vägrenen.</p>	<p>Åtgärden utförs redan och måste därmed optimeras för att få någon ytterligare effekt.</p> <p>Bedöms ha potential att sänka PM10-halterna men åtgärden har inte testats eller utvärderats mot halter av PM10.</p>

Åtgärd	Teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10	Bedömning
Hårdare asfaltsbeläggning	<p>Inledningsvis liten effekt på halterna av PM10 då slitaget från dubbdäck minskar och därmed mindre bidrag till dammdepåerna.</p> <p>Halterna kan dock på sikt öka om den nya asfalten slits snabbare än konventionell asfalt.</p> <p>Totalt sett under flera år en osäker effekt på halterna av PM10.</p>	<p>Svårt att utvärdera effekten på halterna av PM10 över tid.</p> <p>Hårdare asfalt ökar ofta bullernivåerna.</p> <p>Bedöms sänka PM10-halterna inledningsvis, men osäkert vad som händer efter några år.</p>
Bredspolningsmunstycke	<p>Blötläggning av vägbanan förhindrar vägdammet från att virvla upp, men effekten är mycket kortvarig.</p> <p>Osäker effekt, även om en reduktion av mängden sand och damm från vägen borde påverka i positiv riktning.</p>	<p>Kortvarig effekt vid torra vägbanor som är svår att utvärdera.</p> <p>Bedöms ha en ytterst marginell påverkan på halterna av PM10.</p>
Miljözon i ett område eller utvalda gator	<p>Påverkar främst halterna av NO₂, i princip ingen effekt på PM10.</p>	<p>Påskyndar omställningen av fordonsflottan och ökar på utvecklingstakten.</p> <p>Införande av miljözon klass 3 bedöms ha stor potential att sänka NO₂-halterna vid god efterlevnad.</p>
Grönska vid väg	<p>Osäker effekt på PM10. I ett gaturum finns en överhängande risk att åtgärden ökar halterna.</p>	<p>Någon omfattande trädplantering, hög häck eller liknande som kan försämra omblandningen i gaturummet på Hamngatan bör inte genomföras.</p>
Kunskap, information och beteendepåverkan	<p>Osäker effekt hur mycket olika insatser påverkar människors vilja till förändrat beteende.</p>	<p>Även om effekten är osäker så bedöms åtgärden kunna ha stor potential.</p> <p>Informations- och kommunikationsinsatser rekommenderas som ett led i förberedelserna för att införa eventuella kraftigare åtgärder.</p>

Utredningens viktigaste slutsatser

- Utifrån kartläggningen för år 2022 bedöms enbart risk för överskridande av MKN på Hamngatan medan de andra undersökta gatorna inte riskerar halter över norm.
- För Järnväggsgatan, Industrigatan och Drottninggatan bedöms därmed inte några åtgärder som nödvändiga för att MKN ska klaras med de förutsättningar som föreligger idag. Det är dock alltid önskvärt att sträva mot så låga luftföroreningsnivåer som möjligt varvid det är fördelaktigt att genomföra åtgärder även för dessa gator.
- Införande av ett åtgärds paket som omfattar åtgärderna **dubbdäcksförbud** (där 25 % fordon med dubbdäck kvarstår trots förbud), **minskat trafikflöde** (en minskning av trafikmängden med 10 %) samt **sänkt hastighet** (minus 10 km/h under vinterhalvår/dubbsäsong) kommer enligt effektberäkningar sammantaget innebära att miljö kvalitetsnormen för PM10 följs år 2030 vid full efterlevnad (25 % dubbdäck kvarstår). Föreslagna åtgärder sänker partikelhalterna framför allt under den del av året då högst dygnsmedelhalter av PM10 uppmäts och är därmed effektiva för att minska antalet dygn med höga partikelhalter.
- De tre ovan nämnda åtgärderna beräknas tillsammans minska halterna med 13,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för det 36:e högsta dygnet år 2022 (-22 %) och med 14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2030 (-23 %), vid full efterlevnad (25 % dubbdäck kvarstår). Därmed underskrids gränsvärdet 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket klart överskrids utan införda åtgärder.
- Utredningen visar att det bara finns ett åtgärds paket med tillförlitliga effektberäkningar som säkerställer att Linköpings kommun klarar MKN för PM10 som dessutom är genomförbart utifrån rådande förhållanden på Hamngatan.
- Minskat trafikflöde och sänkt hastighet påverkar även halterna av kvävedioxid (NO_2) positivt. Dubbdäcksförbud påverkar inte utsläppen av NO_x , men synergieffekter som minskat trafikflöde har positiv effekt på NO_2 -halterna.
- Utöver ovan nämnda åtgärds paket bör dammbindningen utökas/optimeras vilket innebär ytterligare positiva effekter på halterna av PM10. Förslaget är främst att börja tidigare på våren för att minimera depåer av ansamlad vägdamm.
- Det är dock svårt att förlita sig på dammbindning som ensam åtgärd eftersom det är svårt att ha rådighet över de yttre parametrar som styr dammbindningens effekt. Under en extremt torr månad som mars 2022 är det svårt att få ner halterna tillräckligt mycket med enbart dammbindning. Dock är bedömningen att dammbindningen ska behållas och optimeras i bästa möjliga mån.
- Städning med vakuumsug, gärna kombinerad med högtryckstvätt, rekommenderas. Effekten på partikelhalterna i luften är osäker men enligt tidigare studier tar vakuumsugen bort en stor del av dammförrådet på vägen och potentialen att åtgärden även leder till lägre halter i luften ses som god, framför allt sett över en hel säsong.
- Rimligt att anta att infört dubbdäcksförbud på Hamngatan skulle innebära omkring 25 % dubbdäcksandel inom några år (innebär en halvering av andelen fordon med dubbdäck jämfört mot idag). Med 25 % dubbdäcksandel beräknas halterna minska med 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för det 36:e högsta dygnet år 2022 (-13 %). En sänkning ned till 25 % dubbdäcksandel räcker dock inte som ensam åtgärd för att klara MKN då halter över 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fortsatt beräknas (53,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- Vid 0 % dubbdäcksandel är halterna med viss marginal under MKN, men full efterlevnad av ett dubbdäcksförbud är orealistiskt i annat än teorin. Det visar dock på dubbdäcksförbudets stora potential som åtgärd för att sänka partikelhalterna i ett gaturum.
- Att minska trafiken med 10 % har en relativt liten effekt på dygnsmedelhalterna av PM10. På Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan innebär en minskning av trafiken med 10 % sänkt dygnsmedelhalt av PM10 med cirka 1–1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (cirka 3–4 %). På Hamngatan sänks dygnsmedelhalten med 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 %) om trafiken minskar med 10 %.
- Ökad trafik i basscenariot för år 2030 beräknas inte innebära att MKN riskerar att överskridas på andra gator än Hamngatan.
- Den ökade trafiken som alstras på andra gator när del av Drottninggatan blir bussgata år 2030 riskerar inte att orsaka halter nära MKN. Lasarettsgatan är den gata som mest påverkas av bussgatans införande, men bedömningen är att halterna inte riskerar att vara nära MKN.
- Vid en hastighetssänkning med 10 km/h beräknas dygnsmedelhalten av PM10 på Industrigatan och Drottninggatan minska med cirka 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4–5 %). På Järnvägsgatan och Hamngatan är minskningen något större, 2,5 respektive 5,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 % respektive 9 %). På Hamngatan överskrids därmed MKN för PM10 dygnsmedelvärde även då hastigheten sänkts med 10 km/h. På övriga gator beräknas halter under norm.
- Övriga åtgärder som diskuteras i denna rapport bedöms ha en osäker eller liten påverkan på halterna av PM10.

Inledning

Bakgrund

Under år 2022 har Linköpings kommuns mätningar av partiklar, PM10, på Hamngatan 10 överskridit gränsvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid totalt 42 dygn mot maximalt tillåtna 35 dygn. Linköpings kommun ingår i Östra Sveriges luftvårdsförbund sedan 2021, vilket innebär att SLB-analys sköter drift av kommunens luftmätare och har efter överskridandet varit delaktiga i den underrättelse som Linköpings kommun rapporterat till Naturvårdsverket i enlighet med 34–35 §§ i Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, NFS 2019:9 [2].

Under våren 2022 har mätningarna av partiklar, PM10, på Hamngatan 10 överskridit dygnsmedelvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under totalt 42 dygn, vilket innebär att miljö kvalitetsnormen (MKN) för PM10 överskrider. I och med överskridandet av miljö kvalitetsnormen för PM10 under år 2022 yttrade Naturvårdsverket den 16 maj 2022 (ärendenr. NV-04640-22) att ett nytt åtgärdsprogram behöver upprättas för att miljö kvalitetsnormen för PM10 ska kunna följas i Linköpings kommun. Åtgärdsprogrammet ska redovisats till Naturvårdsverket senast 30 november 2024.

Syftet med denna utredning är att sammanställa underlag till åtgärdsprogrammet, både obligatoriska delar som måste ingå i ett åtgärdsprogram enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – D och 7 – G, men även utredning och bedömning av åtgärder som är möjliga för att minska partikelhalterna i Linköpings kommun och klara MKN för PM10. I och med detta fås ett brett underlag vid val av partikelsänkande åtgärder.

Rapportens omfattning

Utredningen omfattar följande delar:

- Vägsträcka inom vilken miljö kvalitetsnormen beräknas överskridas.
- Information om källfördelningen enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – D.
- Prognoser för luftkvaliteten enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – G.
- Resultat och diskussion av genomförda effektberäkningar för åtgärder som föreslås ingå i åtgärdsprogrammet och förslag på hur åtgärder kan följas upp.
- Beskrivning och bedömning av åtgärder som inte kan effektberäknas och förslag på hur åtgärder kan följas upp.
- Bedömning hur respektive åtgärd påverkar halterna av kvävedioxid, NO_2 .
- Workshop med diskussion kring utredningens innehåll tillsammans med Linköpings kommun och övriga berörda.

Beräkningsunderlag

Beräknade halter PM10

Bedömningen av halterna av partiklar (PM10) i denna utredning baseras på den kartläggning som SLB-analys utfört för år 2022 på uppdrag av Östra Sveriges Luftvårdsförbund (ÖSLVF) för Östergötlands län. Kartläggningen beskrivs i rapporten SLB 22:2023 [3]. Halterna i kartläggningen ligger som grund för nollalternativet som de effektberäkningar som utförts för några av de undersökta åtgärderna jämförs mot.

För år 2030 har nya gaturumsberäkningar utförts för gator med högst partikelhalter; Industrigatan, Järnvägsgatan, Hamngatan, Drottninggatan samt Lasarettsgatan som får kraftigt ökad trafik när del av Drottninggatan blir bussgata.

Spridningsmodeller

Beräkningar av luftföroreningshalter görs i "Airviro Dispersion" med en gaussisk spridningsmodell, en gaturumsmodell och en vindmodell [4]. Meteorologiska data, som bestämmer hur luftföroreningar sprids, hämtas från klimatologiska vind- och temperatur-profiler.

Meteorologi

Skillnader i väderförhållanden olika år gör att halterna av luftföroreningar varierar. Vid utvärdering mot miljökvalitetsnormer ska luftföroreningshalterna vara representativa för ett normalt meteorologiskt år. Som indata till vindmodellen används en klimatologi baserad på meteorologiska data för en flerårsperiod (2011–2020). Meteorologiska data hämtas från en virtuell mast i Valbo och omfattar vindhastighet, vindriktning, temperatur samt solinstrålning. Vindmodellen genererar ett lokalt anpassat vindfält över beräkningsområdet som tar hänsyn till variationer i de lokala topografiska förhållandena, friktionseffekter (markens "skrovlighet") och vertikala värmeflöden.

Airviro gaussmodell

Airviro gaussmodell används för att beräkna den horisontella fördelningen av luftföroreningshalter 2 meter över marknivå. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter 2 meter över taknivå. I beräkningarna används en variabel gridstorlek som är beroende av storleken på emissionerna från vägar och skorstenar. Gridrutornas storlek varierar mellan 35×35 m och 500×500 m, med de minsta gridrutorna där det är mest utsläpp. För att beskriva haltbidraget från utsläpp utanför aktuellt planområde görs beräkningar för hela Östergötlands län. Haltbidraget från utsläpp utanför dessa län bestäms genom mätningar i regional bakgrundsmiljö.

Airviro gaturumsmodell

För att beräkna halter av luftföroreningar nära marken eller gatan i tätbebyggda områden används gaturumsmodellen OSPM [5]. Förutsättningarna för omblandning och utspädning av luftföroreningar varierar för olika gaturum. Breda gaturum utan bebyggelse tål betydligt mer avgasutsläpp, utan att halterna behöver bli oacceptabelt höga, än smala gaturum kantad av hög bebyggelse. Om gaturummet är slutet samt dess dimensioner spelar stor roll för ventilationen av gatan och för haltnivåerna.

Emissioner

Beräkningar med gauss- och gaturumsmodellen utgår från emissionsdata enligt Östra Sveriges Luftvårdsförbunds emissionsdatabas [6]. I den finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Linköpings kommun är vägtrafiken den

dominerande källan till utsläpp av luftföroreningar. Emissionsdatabasen innehåller utsläpp från vägtrafiken av bl.a. kväveoxider, kolväten och avgaspartiklar. Utsläppen är beskrivna med emissionsfaktorer för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen [7]. Sammansättningen av olika fordonstyper och bränslen, t.ex. andelen el- och dieslbilar utgår ifrån nationella data för år 2020 framtagna av Trafikverket. Viss anpassning har gjorts till länsvis statistik avseende fordon i trafik och körsträckor.

Slitagepartiklar i trafikmiljöer orsakas främst av dubbdäckens hamrande på vägbanan men bildas också vid slitage av fordonens bromsar och däck. Längs hårt trafikerade vägar utgör slitagepartiklarna huvuddelen av PM10-halterna. Under perioder med torra vägbanor under senvintern kan bidraget från dubbdäckslitaget vara 80–90 % av totala PM10-halterna. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar för olika dubbdäcksandelar baseras på NORTRIP-modellen [8, 9].

Dubbdäcksandelar för personbilar och lätta lastbilar har kontrollerats i Linköpings innerstad under våren 2022 av SLB-analys. I beräkningarna används emissionsfaktorer motsvarande dubbdäcksandelar på 50 % i Linköpings tätort och 65 % på statliga vägnätet.

Miljökvalitetsnormer, målvärden och direktiv

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden. I Luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477) framgår att miljökvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar [10].

Det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag [11]. Halterna av luftföroreningar får inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

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 eller ett målvärde ska klaras får inget av norm- eller målvärdena överskridas.

I Tabell 1 visas miljökvalitetsnormen för partiklar, PM10, till skydd för människors hälsa. Normen omfattar årsmedelvärde och dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår. Normen för dygnsmedelvärdet för PM10 är vanligtvis svårast att klara.

Tabell 1. Miljökvalitetsnorm för partiklar, PM10, avseende skydd av hälsa [10].

Tid för medelvärde	Normvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
År	40	Värdet får inte överskridas under ett kalenderår
Dygn	50	Värdet får inte överskridas fler än 35 dygn per kalenderår

I Tabell 2 visas miljökvalitetsmål för partiklar, PM10, till skydd för människors hälsa. Målen omfattar årsmedelvärde och dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas och dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår.

Tabell 2. Miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 [11].

Tid för medelvärde	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
År	15	Medelvärde under ett kalenderår
Dygn	30	Antalet dygn med halt över $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ får inte vara fler än 35 per kalenderår

Reviderat luftkvalitetsdirektiv och skärpta miljökvalitetsnormer

I och med ett omfattande vetenskapligt arbete inom Världshälsoorganisationen, WHO, under de senaste åren har det framkommit att luftföroreningar utgör ett större hot mot människors hälsa än vad som

tidigare var känt. Till följd av det arbetet kom WHO år 2021 med nya riktvärden till skydd för människors hälsa som är mycket skarpare än tidigare, se Bilaga 1. Till exempel har årsmedelvärdet för NO₂ skärpts kraftigt i jämförelse med rekommendationen från år 2005, vilken också är gällande gränsvärde i det nuvarande luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EG). De nya riktvärdena från WHO innebär även skärpta nivåer för partiklar (PM10 och PM2.5).

EU-kommissionen har arbetat fram ett förslag till nytt luftkvalitetsdirektiv som bland annat tar hänsyn till WHO:s nya riktlinjer för luftkvalitet. Under år 2023 kommer förhandlingar att pågå och beslut från EU kan preliminärt komma under året därefter. Det nya luftkvalitetsdirektivets förslag på gränsvärden innebär skärpta nivåer för bland annat NO₂ och partiklar. För Sveriges del ser det ut som att det nya luftkvalitetsdirektivet kommer införlivas i svensk lagstiftning tidigast år 2026. Det innebär att det förmodligen kommer bli en skärpning av miljökvalitetsnormerna som bättre överensstämmer med dagens kunskap om hur luftföroreningar påverkar människors hälsa och då särskilt känsliga grupper.

Alla utvärderingar i denna rapport baseras på nuvarande miljökvalitetsnormer, men det är viktigt att ha i åtanke att gränsvärdena kommer att skärpas. I och med att de nya gränsvärdena ännu inte är beslutade har all utvärdering för år 2030 gjorts för gällande MKN, men vid denna tidpunkt planeras de nya skärpta normvärdena gälla. Detta innebär med stor sannolikhet att arbetet med åtgärder behöver intensifieras ytterligare.

Nulägesbeskrivning

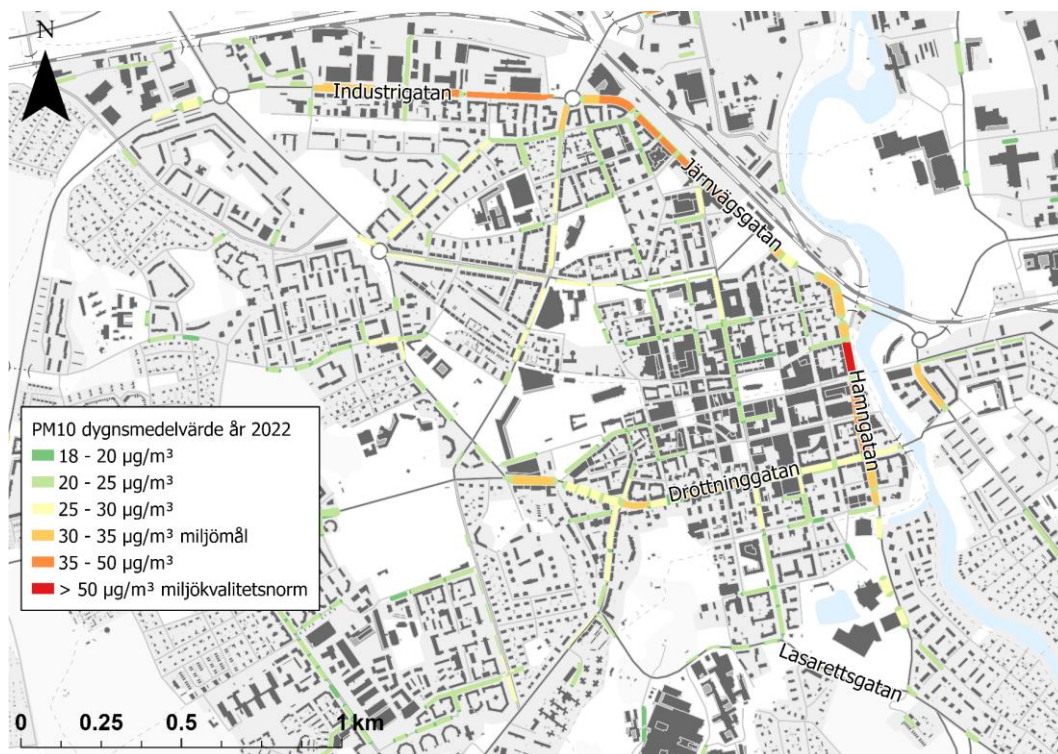
Vägsträcka inom vilken miljö kvalitetsnormen beräknas överskridas

Östra Sveriges Luftvårdsförbunds kartläggning för år 2022 visar att miljö kvalitetsnormen (MKN) för PM10 dygnsmedelvärde överskrids på del av Hamngatan medan halterna på Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan beräknas med tillräckligt god marginal under MKN för att ingen risk för överskridande ska föreligga. Den sträcka på Hamngatan där halterna beräknas över normvärdet för dygnsmedelvärde är drygt 100 meter lång, markerad med rött i Figur 1. Miljö kvalitetsnormen för PM10 årsmedelvärde klaras med marginal för alla gator.

Mot ovanstående är bedömningen att åtgärder för att klara MKN för PM10 är nödvändiga på Hamngatan medan övriga gator klarar normen utan åtgärder, även om det rekommenderas att genomföra åtgärder även på de gator som har halter över miljömålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) för att sänka halterna till en så låg nivå som möjligt.

Beräknade halter för gaturummen i Figur 1 avser år 2022 som meteorologiskt och utsläppsmässigt normalår. Halterna på Hamngatan har stämts av mot de mätningar som finns för år 2022 för att representera nuvarande situation med partikelhalter över miljö kvalitetsnormen.

Skillnader i väderförhållanden olika år gör att halterna av luftföroreningar varierar. För just partikelhalterna spelar meteorologin en extra viktig roll då det inte är trafikens direktemissioner som står för det största bidraget till halterna, utan istället slitagepartiklar och vägdamm på vägbanan. På grund av detta kan halterna av PM10 variera kraftigt mellan olika år trots att trafikmängden är konstant. Även om våren år 2022 var extremt torr ska utrymme finnas för att klara normen.



Figur 1. Beräknade halter för PM10 för gaturum i Linköpings innerstad år 2022 som meteorologiskt och utsläppsmässigt normalår.

Information om källfördelning

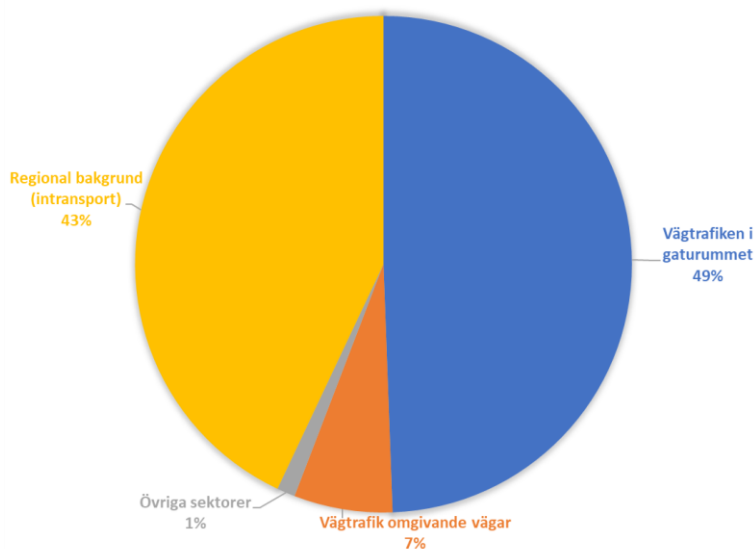
Enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – D ska ett åtgärdsprogram innehålla information om källfördelning i mikrogram per kubikmeter eller procent. Källfördelningen ska avse den plats där de högsta nivåerna av en förorening har uppmätts.

Figur 2 visar källfördelningen av luftföroreningshalten PM10 år 2022 i gaturummet vid Hamngatan 10, den plats där halter över miljökvalitetsnormen har beräknats och uppmätts under år 2022.

Nära hälften av haltbidraget till de totala PM10-halterna utgörs av vägtrafiken i gaturummet. Det är denna del som lokala åtgärder kan påverka. Vägtrafiken på omgivande vägar bidrar också, men i betydligt mindre omfattning.

En stor del av den regionala bakgrunden utgörs av intransport av förorenad luft från andra länder, där merparten utgörs av mindre partiklar (PM2.5). Uppmätt årsmedelvärde under år 2022 på Hamngatan 10 visar att drygt 30 % av de totala PM10-halterna utgörs av PM2.5.

Övriga sektorer innehåller andelen av halten till följd av utsläpp från energianläggningar och industri, enskild uppvärmning, sjöfart, produktanvändning, jordbruk och avfall.

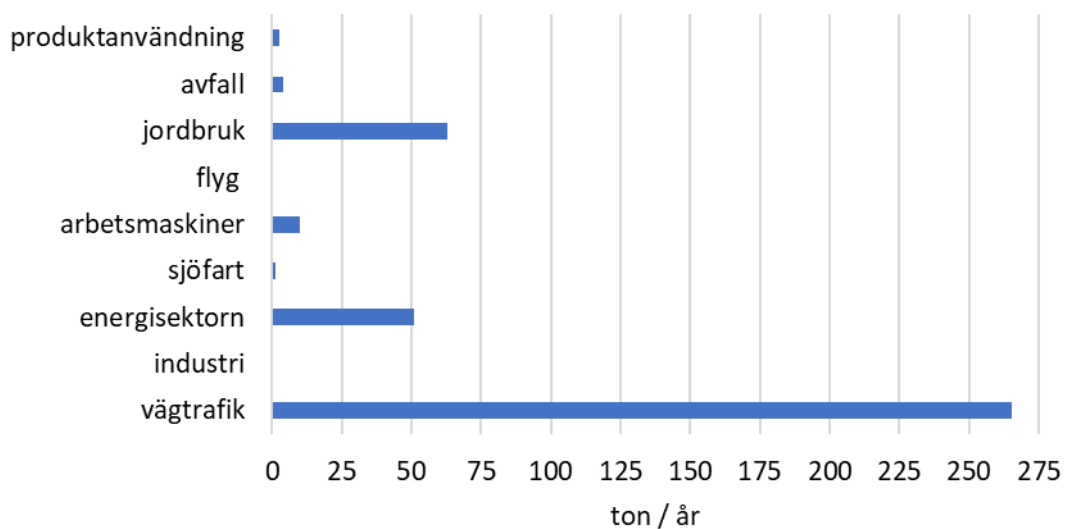


Figur 2. Källfördelning (%) av den totala PM10-halten i gaturummet vid Hamngatan 10 i Linköping år 2022.

Total utsläppsmängd inom Linköpings kommun

Nedan presenteras total utsläppsmängd av PM10 (ton/år) inom Linköpings kommun för år 2022 fördelat på olika sektorer. Vägtrafikens utsläpp är klart dominerande och är således den största källan till halterna av PM10 i kommunen. Energisektorn och jordbruk bidrar med utsläpp runt 50 respektive 60 ton PM10 per år vardera, men haltbidraget till lokala platser såsom gaturummen i Linköpings innerstad blir mindre då utsläppen ofta sker längre bort och ibland på hög höjd.

Utsläpp av PM10



Figur 3. Fördelning från olika utsläppskällor av partiklar PM10 i Linköpings kommun år 2022.

Information om redan beslutade eller genomförda åtgärder

I Linköpings handlingsplan för partiklar PM10 finns en detaljerad genomgång av tidigare beslutade och genomförda åtgärder [24].

Prognos om åtgärdsprogrammet inte genomförs (basscenario)

Enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – G ska ett åtgärdsprogram innehålla prognoser för luftkvaliteten för det geografiska område som åtgärdsprogrammet omfattar, i detta fall Linköpings kommun. Prognoser ska finnas både för ett scenario där åtgärdsprogrammet inte genomförs (basscenario) samt ett scenario där åtgärdsprogrammet genomförs (åtgärdsscenario).

Utgångsår för prognoserna (basåret) är år 2022, sett som ett meteorologiskt och utsläppsmässigt normalår. Prognosåret är satt till år 2030 och utgör således det år som prognoserna avser. För prognosåret beräknas ett basscenario samt ett åtgärdsscenario.

Nedan presenteras ett basscenario (prognos om åtgärdsprogrammet *inte genomförs*) för år 2030.

Beskrivning av utsläppsscenario

Basscenario utgår från ett utsläppsscenario med trafik enligt Linköpings kommuns trafikprognos för år 2030, se Tabell 3 [12]. På de undersökta gatorna varierar trafiken en del mellan olika gatuavsnitt. I tabellen redovisas trafiken på det gatuavsnitt där högst partikelhalt beräknas för respektive gata. I trafikprognosen antas att delar av Drottninggatan är bussgata.

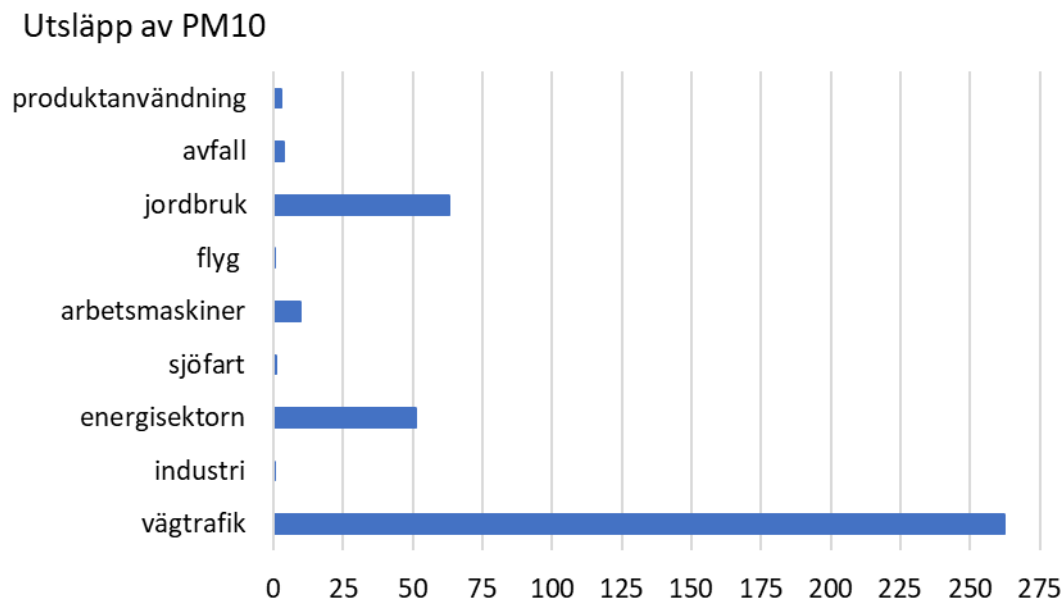
Tabell 3. Årsdygnstrafik (ÅDT) år 2030, hastighetsgräns samt dubbdäcksandel för de undersökta gatorna [12]. Drottninggatans trafik redovisas separat för den del som blir bussgata samt för den del som inte blir bussgata.

Gata	ÅDT fordon/dygn	Hastighetsgräns	Dubbdäcksandel	Andel tung trafik
Industrigatan	16 653	60 km/h	50 %	9 %
Järnvägsgatan	13 555	40 km/h	50 %	10 %
Hamngatan	15 598	40 km/h	50 %	7 %
Drottninggatan	545 (bussgata) 8821 (ej bussgata)	40 km/h	50 %	62 % 16 %
Lasarettsgatan	11 509	40 km/h	50 %	10 %

Resterande källor som utgör haltbidrag till beräknade bakgrundshalter är samma som i beräkningarna för år 2022. I basscenario är det antaget att del av Drottninggatan är bussgata och den trafikförändring som detta innebär. Framför allt är det Lasarettsgatan som får ökad trafik i och med att Drottninggatan görs om till bussgata. Övriga gator påverkas enbart marginellt.

Total utsläppsmängd

I Figur 4 visas total utsläppsmängd inom det av åtgärdsprogrammet berörda geografiska området (Linköpings kommun) i ton/år för år 2030. Sektorn vägtrafik innehåller prognosticerade trafiksiffror för år 2030 på gatorna som diskuteras i denna rapport samt fordonsfördelning och utsläppsfaktorer för år 2030. Utsläppen för vägtrafiken år 2030 är cirka 4 ton lägre år 2030 än år 2022. Övriga sektorer är oförändrade jämfört med år 2022 eftersom prognoser hur utsläppen förändras till år 2030 saknas.



Figur 4. Fördelning från olika utsläppskällor av partiklar PM10 i Linköpings kommun för basscenariot år 2030.

Förväntade halter i basscenariot för prognosåret 2030

För år 2030 har gaturumsberäkningar utförts för gator med högst partikelhalter; Industrigatan, Järnvägsgatan, Hamngatan, Drottninggatan samt Lasarettsgatan som får kraftigt ökad trafik när del av Drottninggatan blir bussgata, se Figur 5.

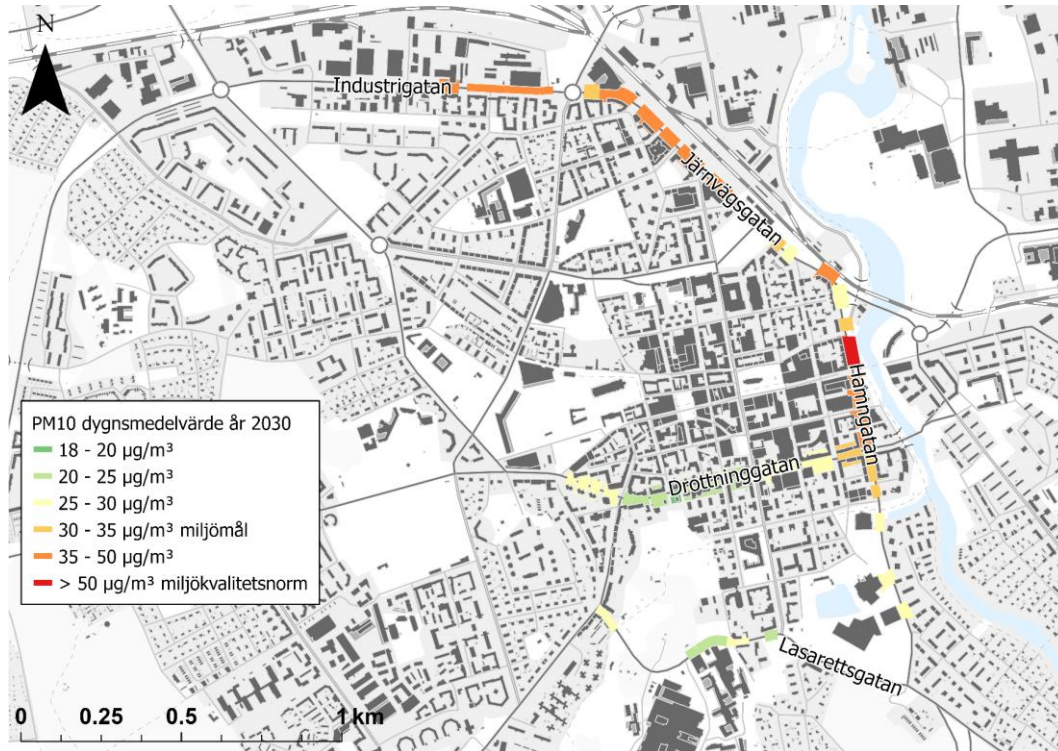
Beräkningarna för år 2030 visar att nuvarande miljö kvalitetsnorm (MKN) för PM10 dygnsmedelvärde överskrids på Hamngatan medan halterna på Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan beräknas med tillräckligt god marginal under nuvarande MKN för att ingen risk för överskridande ska föreligga. Miljö kvalitetsnormen för PM10 årsmedelvärde klaras med marginal för alla gator.

Den bedömning som gjordes för beräknade partikelhalter för år 2022 kvarstår därmed. För att klara MKN för PM10 på Hamngatan är partikelsänkande åtgärder nödvändiga medan övriga gator klarar normen utan åtgärder. Rekommendationen att genomföra åtgärder även på de gator som har halter över miljömålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$), för att sänka halterna till en så låg nivå som möjligt, kvarstår.

Längs den del av Drottninggatan, från Sankt Larsgatan till Djurgårdsgatan, som blivit bussgata minskar trafiken kraftigt jämfört med år 2022. Effekten av detta blir kraftigt sänkta partikelhalter och NO_2 -halter på denna del av Drottninggatan. Inga beräkningar har utförts för ett scenario där Drottninggatans nuvarande utformning bibehålls, d.v.s. del av gatan görs *inte* om till bussgata. Bedömningen är att partikelhalterna i ett sådant scenario skulle ligga i nivå med de som beräknats för år 2022 och därmed under norm.

Då enbart busstrafik är tillåten på denna del av Drottninggatan kommer bilister att välja andra vägar med ökad trafikmängd som följd på främst Lasarettsgatan, Östgötagatan och Sankt Larsgatan. Den trafikökning som prognosticeras på Östgötagatan och Sankt Larsgatan är så pass låg att inga gaturumsberäkningar anses nödvändiga för bedömningen att nuvarande MKN klaras med marginal på dessa vägar. Lasarettsgatan är den gata som påverkas mest och för att säkerställa halter under norm har gaturumsberäkningar för Lasarettsgatan inkluderats i basscenariot för år 2030.

Utmed de undersökta gatorna varierar trafiken en del mellan olika gatuavsnitt. Förutom trafiken (antal fordon, deras hastighet, dubbdäcksandel osv.) bestäms luftföroreningshalterna i ett gaturum av flertalet andra parametrar; framför allt av gaturummets utformning (bredd mellan fasader, cykelbanor, växtlighet osv.), höjd på omkringliggande byggnader, hur tätt byggnaderna står, längden på fasader, avstånd till korsningar där utvädring kan ske, i vilken riktning gatan löper osv. I och med detta kan halterna variera mellan olika gatuavsnitt även om trafiken är densamma.



Figur 5. Beräknade halter PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för Industrigatan, Järnvägsgatan, Hamngatan, Drottninggatan samt Lasarettsgatan för basscenariot år 2030. Halterna utvärderas mot nuvarande normer och målvärden.

Förväntat antal överskridanden för prognosåret 2030

Beräkningarna för basscenariot år 2030 visar på halter över nuvarande miljökvalitetsnorm för PM10 dygnsmedelvärde på del av Hamngatan. Inga andra gator beräknas över nuvarande MKN.

Prognos om åtgärdsprogrammet genomförs (åtgärdsscenario)

Enligt NFS 2019:9 Bilaga 7 – G ska ett åtgärdsprogram innehålla prognoser för luftkvaliteten för det geografiska område som åtgärdsprogrammet omfattar, i detta fall Linköpings kommun. Prognoser ska finnas både för ett scenario där åtgärdsprogrammet inte genomförs (basscenario) samt ett scenario där åtgärdsprogrammet genomförs (åtgärdsscenario).

Utgångsår för prognoserna (basåret) är år 2022, sett som ett meteorologiskt och utsläppsmässigt normalår. Prognosåret är satt till år 2030 och utgör således det år som prognoserna avser. För prognosåret beräknas ett basscenario samt ett åtgärdsscenario.

Nedan presenteras ett åtgärdsscenario (prognos om åtgärdsprogrammet *genomförs*) för år 2030.

Beskrivning av utsläppsscenario

Skillnaden mellan basscenarioet och åtgärdsscenarioet är att följande åtgärder införs på Hamngatan (föreslaget åtgärds paket):

- **Sänkt hastighet** – minus 10 km/h under vinterhalvår/dubbsäsong.
- **Dubbdäcksförbud** – där 25 % fordon med dubbdäck kvarstår trots förbud.
- **Minskat trafikflöde** – en minskning av trafiken med 10 %.

Åtgärdsscenarioet utgår i övrigt från samma utsläppsscenario med trafik enligt Linköpings kommuns trafikprognos för år 2030 på samtliga gator (förutom på Hamngatan), se Tabell 4 [12]. På de undersökta gatorna varierar trafiken en del mellan olika gatuavsnitt. I tabellen redovisas trafiken på det gatuavsnitt där högst partikelhalt beräknas för respektive gata. I trafikprognosen antas att delar av Drottninggatan är bussgata.

Tabell 4. Årsdygnstrafik (ÅDT) år 2030, hastighetsgräns samt dubbdäcksandel för de undersökta gatorna [12]. Drottninggatans trafik redovisas separat för den del som blir bussgata samt för den del som inte blir bussgata. Hamngatan har, jämfört med basscenarioet, 10 % lägre ÅDT, -10 km/h i hastighet samt en halvering av dubbdäcksandelen.

Gata	ÅDT fordon/dygn	Hastighetsgräns	Dubbdäcksandel	Andel tung trafik
Industrigatan	16 653	60 km/h	50 %	9 %
Järnvägsgatan	13 555	40 km/h	50 %	10 %
Hamngatan	14 038	30 km/h	25 %	7 %
Drottninggatan	545 (bussgata) 8821 (ej bussgata)	40 km/h	50 %	62 % 16 %
Lasarettsgatan	11 509	40 km/h	50 %	10 %

Resterande källor som utgör haltbidrag till beräknade bakgrundshalter är samma som i beräkningarna för år 2022. Även i åtgärdsscenarioet är det antaget att del av Drottninggatan är bussgata och den trafikförändring som detta innebär.

Total utsläppsmängd

I Figur 4 visas total utsläppsmängd inom det av åtgärdsprogrammet berörda geografiska området för basscenariot år 2030, dvs Linköpings kommun. Skillnaden i total utsläppsmängd i åtgärdsscenariot, jämfört med det som visas i Figur 4 för basscenariot, är att utsläppen på Hamngatan kommer minska när åtgärderna i åtgärdsprogrammet införs. I och med att den totala utsläppsmängden redovisas för hela Linköpings kommun kommer skillnaden vara marginell mot den totala utsläppsmängden i basscenariot. Mot detta resonemang visas ingen ny figur här, utan Figur 4 bedöms gälla även för åtgärdsscenariot.

Information om åtgärder som föreslås ingå i åtgärdsprogrammet

Det är av Naturvårdsverket önskvärt att bara ta med tydliga, kvantifierbara åtgärder som kan utvärderas på ett tillförlitligt sätt i ett åtgärdsprogram. Därför föreslås att de åtgärder som ingår i åtgärdsprogrammet är tydliga och relativt lätta att följa upp och mäta effekterna av.

Hamngatan identifierades som den enda gata där partikelminskade åtgärder behöver vidtas för att kunna klara nuvarande miljö kvalitetsnorm. Följande tre åtgärder (åtgärdspaketet) beräknas sammantaget innebära att MKN klaras på Hamngatan (samt övriga gator) och föreslås därför ingå i åtgärdsprogrammet:

- **Dubbdäcksförbud** – där 25 % fordon med dubbdäck kvarstår trots förbud.
- **Minskat trafikflöde** – en minskning av trafiken med 10 %. Kan uppnås genom införande av andra åtgärder, t.ex. som följd effekt av dubbdäcksförbud.
- **Sänkt hastighet** – minus 10 km/h under vinterhalvår/dubbsäsong, eventuellt i kombination med någon form av farthinder för ökad efterlevnad.

Dessa åtgärder sänker partikelhalterna framför allt under den del av året då högst dygnsmedelhalter av PM10 uppmäts och är därmed effektiva för att minska antalet dygn med höga partikelhalter.

Utredningen visar att det bara finns ett åtgärdspaket med tillförlitliga effektberäkningar som säkerställer att Linköpings kommun klarar MKN för PM10 som dessutom är genomförbart utifrån rådande förhållanden på Hamngatan.

Åtgärderna ovan, förutom dubbdäcksförbud, bygger på full efterlevnad, något som i praktiken är mycket svårt att uppnå. Framför allt sänkt hastighet har för innerstadsgator visat sig ha mycket låg efterlevnad då hastigheterna redan från början är relativt låga. Ett förslag är att hastighetssänkande åtgärder införs under dubbsäsongen och med fördel kombineras med någon form av informationskampanj, informationsskyltar eller liknande för att uppmärksamma människor på syftet med åtgärden och vad man önskar uppnå. För att öka efterlevnaden av en hastighetssänkning från 40 km/h till 30 km/h kan den ändrade skyltningen eventuellt kombineras med någon form av farthinder.

Det man sett i Stockholm av infört dubbdäcksförbud på Hornsgatan är att man initialt uppnår en minskning av andelen fordon med dubbdäck men att andelen dubbdäck fortsätter att minska kommande år efter införandet. Ett antagande att cirka 25 % bilar med dubbdäck kvarstår några år efter att ett dubbdäcksförbud har införts på Hamngatan är därför rimligt (innebär en halvering av andelen fordon med dubbdäck jämfört mot idag).

Infört dubbdäcksförbud på en gata kan få positiva följd effekter med sänkta dubbdäcksandelar även på närliggande stadsgator. Även detta ses tydligt i Stockholm där infört dubbdäcksförbud på Hornsgatan medfört att dubbdäcksanvändandet minskat tydligt i princip hela innerstaden. Dubbdäcksförbud kan även bidra till minskat trafikflöde då bilister väljer andra färdvägar eller till och med andra färd sätt.

För Linköpings del kan en trafikminskning vara relativt svårt att uppnå då flera av de gator med högst beräknade luftföroreningshalter utgör delar av den så kallade C-ringen, där syftet är att leda trafiken bort från stan. En föreslagen trafikminskning på 10 % kan låta mycket och svårt att genomföra på en gata som Hamngatan, men 10 % av totaltrafiken är ändå en relativt liten minskning av trafiken. Som jämförelse kan nämnas att trafiken på Hamngatan prognosticeras att öka med 24 % från år 2022 till basscenariot år 2030.

Utöver de tre ovan nämna åtgärderna i åtgärds paketet, föreslås ytterligare två åtgärder inkluderas i åtgärdsprogrammet:

- **Dammbindning**
- **Städning med vakuumsug**

Dammbindning är en åtgärd som redan utförs på flertalet gator i Linköping idag. För att uppnå bättre effekt bör dammbindningen dock utökas/optimeras (jämfört med data för år 2022) vilket innebär ytterligare positiva effekter på halterna av PM10 (minskar uppvirvlingen). Förslaget är främst att börja tidigare på våren för att minimera depåer av ansamlad vägdamm. Effekten av dammbindning är tydligast under enskilda dagar, vilket framför allt bör minska antalet överskridanden av gränsvärdet för dygn, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Även städning med vakuumsug, gärna tillsammans med högtryckstvätt, bedöms ha effekt på partikelhalterna. Storleken på effekten är dock osäker men åtgärden har potential att sänka halterna av PM10, framför allt sett över en hel säsong.

Tidigast år 2026 kommer EU:s nya luftkvalitetsdirektiv att införlivas i svensk lagstiftning, vilket innebär att det förmodligen kommer bli en skärpning av gällande MKN. I och med att de nya gränsvärdena ännu inte är beslutade har all utvärdering för år 2030 gjorts för gällande MKN, men vid denna tidpunkt planeras de nya skärpta normvärdena gälla. Detta innebär med stor sannolikhet att arbetet med åtgärder behöver intensifieras ytterligare.

Ovan nämnda åtgärder beskrivs ytterligare, effektberäknas utifrån data för år 2022 samt bedöms under avsnittet *"Information, effektberäkningar och bedömning av föreslagna åtgärder till åtgärdsprogrammet"*.

Sammantagna beräkningar för åtgärds paketet

Med åtgärderna dubbdäcksförbud (25 % dubbdäck kvarstår), minskat trafikflöde med 10 % (full efterlevnad) samt sänkt hastighet med -10 km/h (full efterlevnad) bedöms nuvarande MKN klaras både för basåret 2022 samt för åtgärdsscenarioet år 2030. Viktigt är dock att ta i beaktande att år 2030 förväntas de nya skärpta gränserna för MKN gälla.

Effektberäkningarna för åtgärds paketet är validerade mot mätdata från Hamngatan där dammbindningsåtgärder redan är införda. Det innebär att dammbindning som åtgärd indirekt redan beräknats ingå i åtgärds paketet.

Tabell 5 visar resultaten av de beräkningar som genomförts för att fastställa att nuvarande MKN för PM10 klaras på Hamngatan med de åtgärder som föreslås i åtgärds paketet. MKN klaras för årsmedelvärde samt dygnsmedelvärden både för år 2022 samt för år 2030. Marginalen upp till 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för dygnsmedelvärde bedöms som tillräckligt stor, framför allt tillsammans med den dammbindning som kommer att genomföras, och med stor sannolikhet förbättras framöver, samt städning med vakuumsug.

Med infört åtgärdspaket beräknas halterna minska med 13,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för det 36:e högsta dygnet år 2022 (-22 %) och med 14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2030 (-23 %). Därmed underskrivs gränsvärdet 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket klart överskrivs utan införda åtgärder (markerat med röda siffror i tabellen).

Tabell 5. Beräkningar av halterna av PM10 årsmedelvärde samt dygnsmedelvärde (36:e högsta dygnet) på Hamngatan, där halten inte får vara över 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för att MKN ska klaras. Beräkningarna är gjorda för år 2022 (basår utan åtgärder samt med infört åtgärdspaket) och för år 2030 (basscenario utan åtgärder samt åtgärdsscenario med infört åtgärdspaket). De åtgärder som inkluderas är sänkt hastighet med 10 km/h, dubbdäcksförbud (25 % fordon med dubbdäck kvarstår) samt minskat trafikflöde med 10 %. Rött värde innebär överskridande av MKN.

Scenario för Hamngatan	Årsmedel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Basår 2022	21,6	61,0
Förslag på åtgärdspaket år 2022	17,7	47,4
Basscenario år 2030 utan införda åtgärder	22,8	63,2
Åtgärdsscenario med förslag på åtgärdspaket år 2030	19,6	48,6

För Järnvägsgatan, Industrigatan och Drottninggatan bedöms inte några åtgärder som nödvändiga för att MKN ska klaras med de förutsättningar som föreligger idag. Det är dock alltid önskvärt att sträva mot så låga föroreningsnivåer som möjligt, helst under miljökvalitetsmålet, varvid det är fördelaktigt att genomföra åtgärderna även för dessa gator för att uppnå en så god luftkvalitet som möjligt då forskning visar att negativa hälsoeffekter uppkommer även vid låga luftföroreningshalter, långt under gränsvärdena för MKN.

Förväntade halter i åtgärdsscenarioet prognosåret 2030

För år 2030 har gaturumsberäkningar utförts för Hamngatan när de tre åtgärderna i åtgärdspaketet antas införda, se Figur 6.

Beräkningarna för år 2030 visar att nuvarande miljökvalitetsnorm (MKN) för PM10 dygnsmedelvärde klaras på Hamngatan med föreslaget åtgärdspaket. Halterna på Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan beräknas med tillräckligt god marginal under nuvarande MKN, precis som i basscenariot, för att ingen risk för överskridande ska föreligga. Miljökvalitetsnormen för PM10 årsmedelvärde klaras med marginal för alla gator.

Den bedömning som gjordes för beräknade partikelhalter för år 2022 kvarstår därmed. För att klara MKN för PM10 på Hamngatan är partikelsänkande åtgärder nödvändiga medan övriga gator klarar normen utan åtgärder. Rekommendationen att genomföra åtgärder även på de gator som har halter över miljömålet (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), för att sänka halterna till en så låg nivå som möjligt, kvarstår.



Figur 6. Beräknade halter PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för Industrigatan, Järnvägsgatan, Hamngatan, Drottninggatan samt Lasarettsgatan i åtgärdsscenarioet år 2030. Halterna utvärderas mot nuvarande normer och målvärden. För Hamngatan antas föreslaget åtgärds paket gälla.

Förväntat antal överskridanden för prognosåret 2030

Beräkningarna för åtgärdsscenarioet år 2030 visar att nuvarande miljö kvalitetsnorm för PM10 klaras på samtliga gator i Linköpings innerstad.

År då miljö kvalitetsnormen för PM10 bedöms följas

MKN bedöms följas när åtgärderna i åtgärdsprogrammet är införda med full efterlevnad. För dubbdäcksförbud antas 25 % dubbdäcksanvändning kvarstå. Bedömningen är att detta ska ha skett senast år 2030.

Bedömning av åtgärdernas påverkan på halterna av NO₂

Föreslagna åtgärder till åtgärdsprogrammet kommer även påverka halterna av kvävedioxid (NO₂) positivt. Den lokala källan i gaturummet till NO₂ är trafikens direktutsläpp (avgaser) medan halterna av PM10 påverkas i väldigt liten grad av direktutsläppen.

- Genom att sänka hastigheten minskas även direktutsläppen av kväveoxider (NO_x).
- Dubbdäcksförbud påverkar inte utsläppen av NO_x, men synergieffekter som minskat trafikflöde har positiv effekt på NO₂-halterna.
- Minskat trafikflöde minskar utsläppen av NO_x och har därmed positiva effekter även på halterna av NO₂.

Utökad dammbindning påverkar inte bilarnas direktutsläpp och därmed har denna åtgärd ingen effekt på halterna av NO₂. Städning med vakuumsug påverkar inte kväveoxidhalterna annat än en kort förhöjning i samband med städningen om större maskiner används.

Föreslaget åtgärdsprogram bedöms sammantaget minska NO₂-halterna i Linköping. Halterna av NO₂ är redan i dagsläget med marginal under MKN men det är alltid positivt att minska halterna då det inte finns någon tröskelnivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer.

Information, effektberäkningar och bedömning av föreslagna åtgärder till åtgärdsprogrammet

Det är av Naturvårdsverket önskvärt att bara ta med tydliga, kvantifierbara åtgärder som kan utvärderas på ett tillförlitligt sätt i ett åtgärdsprogram. Därför föreslås att de åtgärder som ingår i åtgärdsprogrammet är tydliga och relativt lätta att följa upp och mäta effekterna av. Nedan redovisas information tillsammans med effektberäkningar och bedömningar för de åtgärder som föreslås ingå i åtgärdsprogrammet (och är möjliga att effektberäkna), vilket visar på respektive åtgärds potential att sänka halterna av PM10 på Industrigatan, Järnvägsgatan, Hamngatan och Drottninggatan.

Kartläggningen för år 2022 visar att Hamngatan överskrider miljö kvalitetsnormen för PM10. Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan bedöms inte överskrida normen, men för dessa gator beräknas de högsta halterna i kommunen utöver Hamngatan. Gatorna har varierande trafikflöden beroende på tillkommande trafik från andra gator. I Tabell 6 visas årsdygnstrafiken (ÅDT) för det segment med högst trafikflöde av varje gata. Det är dessa trafikuppgifter som använts som underlag för effektberäkningarna som redovisas nedan.

Tabell 6. Årsdygnstrafik (ÅDT), hastighetsgräns samt dubbdäcksandel för de undersökta gatorna samt vilket år trafikflödet uppmätts.

Gata	ÅDT Fordon/dygn	Hastighetsgräns	Dubbdäcksandel	Andel tung trafik
Industrigatan	13 500 (2020)	60 km/h	50 %	10 %
Järnvägsgatan	17 100 (2018)	40 km/h	50 %	5 %
Hamngatan	12 600 (2022)	40 km/h	50 %	4 %
Drottninggatan	7 700 (2018)	40 km/h	50 %	5 %

Minskad dubbdäcksanvändning

Dubbdäck är den enskilt största orsaken till uppbyggnaden av vägdamm på vägarna. I både vått och torrt väglag sliter dubben på asfalten och krossar grus och sand till ett fint damm som innehåller stora mängder PM10. När vägarna torkar upp i februari-mars tillgängliggörs vägdamm för re-suspension (uppvirvling) till luften. Uppvirvlingen orsakas av alla fordon, inte bara fordon med dubbdäck. Samtidigt som uppvirvlingen sker fortsätter dubbdäcken slita på vägbanan och är då även en källa för direktmitterade partiklar till luften.

I februari 2023 var dubbdäcksandelen strax över 50 % i centrala Linköping. För att minska dubbdäcksandelen hos den lokala trafiken kan ett dubbdäcksförbud införas på en eller flera gator. I Norge har man istället infört en avgift på dubbdäck, vilket minskat dubbdäcksanvändningen i hela landet [22].

Efterlevnaden av dubbdäcksförbud varierar. Infört dubbdäcksförbud på en gata kan lätt få positiva följd effekter med sänkta dubbdäcksandelar även på närliggande stadsgator samt att det totala trafikflödet minskar då bilister väljer andra färdvägar eller till och med andra färd sätt.

Detta ses tydligt i Stockholm där infört dubbdäcksförbud på Hornsgatan medfört att dubbdäcksanvändandet minskat tydligt i princip hela innerstaden. Den största minskningen ses på Hornsgatan där andelen bilar med dubbdäck har minskat från cirka 70 % år 2008 till cirka 15 % år 2022, vilket är den lägsta uppmätta andelen någonsin. Att Hornsgatan har den kraftigaste nedgången beror främst på att förbud mot dubbdäck infördes år 2010. År 2016 infördes förbud även på Fleminggatan och

delar av Kungsgatan i Stockholms innerstad. Sveavägen och Folkungagatan har inte dubbdäcksförbud och där är dubbdäcksanvändningen något högre än på Hornsgatan, ungefär 25 %, vilket är en halvering sedan år 2010 [26].

Följoeffekter med minskat trafikflöde ses också tydligt efter införandet av dubbdäcksförbud på Hornsgatan, där trafikmängden minskade med nästan 20 % direkt vid införandet. Fortsatta mätningar visar att trafikmängden fortsatt är på denna lägre nivå.

Sammanfattningsvis ser man på Hornsgatan tre stora effekter av dubbdäcksförbudets införande:

- Antalet fordon med dubbdäck minskade
- Totala trafiken minskade
- Trafikens bidrag till partikelhalterna (PM2.5 – PM10) minskade.

Uppföljning av dubbdäcksandelen kan lätt genomföras. I Stockholm kartläggs användningen av dubbdäck genom att manuellt kontrollera dubbdäcksfordon på innerstadsgator och infartsvägar under vinterperioden. Från och med år 2021 genomför SLB-analys samma typ av dubbdäcksräkning även i Linköping (vid mätstationen på Hamngatan 10).

I Tabell 7 presenteras beräkningsresultat från två scenarion för sänkt dubbdäcksandel för den lätta trafiken (alla fordon <3,5 ton) från 50 % till 25 % respektive 0 %. Tabellen visar effekten av dubbdäcksminskningen på det lokala bidraget av PM10 uttryckt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ samt den procentuella förändringen av PM10 jämfört med nollalternativet (50 % dubbdäcksandel år 2022). Beräkningarna är utförda för de enskilda gatorna separat, d.v.s. inte kombinerat med sänkt dubbdäcksandel på alla gator samtidigt.

Beräkningarna visar att MKN klaras på alla gator utom Hamngatan i nollalternativet. Med 25 % dubbdäcksandel beräknas halterna minska med $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för det 36:e högsta dygnet år 2022 (-13 %). En sänkning ned till 25 % dubbdäcksandel räcker dock inte som ensam åtgärd för att klara MKN då halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fortsatt beräknas ($53,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vid 0 % dubbdäcksandel är halterna med viss marginal under MKN, men full efterlevnad av ett dubbdäcksförbud är orealistiskt i annat än teorin. Det visar dock på dubbdäcksförbudets stora potential som åtgärd för att sänka partikelhalterna i ett gaturum.

På Industrigatan och Järnvägsgatan beräknas PM10-halten minska med cirka $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ när dubbdäcksandelen minskas till 25 % och med $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med 0 % dubbdäcksandel. På Hamngatan beräknas en minskning på cirka $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med 25 % dubbdäcksandel och $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med 0 % dubbdäcksandel. På Drottninggatan beräknas en minskning på $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med 25 % respektive 0 % dubbdäcksandel.

Tabell 7. Beräknat årsmedelvärde samt dygnsmedelvärde för 36:e högsta dygnet av PM10 för nollalternativet samt för två scenarier med sänkt dubbdäcksandel, 25% och 0 % dubbdäck. Alla vägar har 50 % dubbdäcksandel i nollalternativet. Röda siffror innebär att MKN överskrids.

	Nollalternativ		25 % dubb		0 % dubb	
	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Industrigatan	18,7	38,5	17,0	34,4	15,3	30,3
Järnvägsgatan	18,7	38,5	17,3	35,0	15,9	31,6
Hamngatan	21,6	61,0	19,7	53,3	17,7	45,7
Drottninggatan	16,0	31,9	15,0	29,6	14,0	27,3

Effekt på NO₂: Dubbdäcksförbud har främst en lokal effekt på PM10-halterna, men eftersom trafikflödet också kan minska påverkas även andra luftföroreningar som t ex kväveoxider.

Minskat trafikflöde

Att minska trafikflödet i ett gaturum har positiva effekter på både halterna av PM10 och NO₂. Eftersom omkring hälften av haltbidraget till de totala PM10-halterna utgörs av vägtrafiken i gaturummet kan ett minskat trafikflöde ha stor effekt på det lokala haltbidraget.

Grovt kan man anta att det lokala haltbidraget av PM10 i ett gaturum minskar med samma procent som trafikminskningen. Minskad trafik kan även leda till att vägdammsdepåerna inte byggs upp lika snabbt, vilket minskar uppvirvlingen under våren.

För Linköpings del kan en trafikminskning vara relativt svårt att uppnå då flera av de gator med högst beräknade luftföroreningshalter utgör delar av den så kallade C-ringen (en ringled runt centrala Linköping). C-ringens syfte är att leda trafiken bort från stan och ska således utgöras av de gator med högst trafikflöde. Kommunens översiktliga mål är istället att försöka få människor att välja andra färdssätt än bil. I nedanstående effektberäkningar har en trafikminskning på 2 %, 5 % samt 10 % genomförts, vilket är relativt små minskningar av trafiken och därigenom borde vara genomförbara på t.ex. Hamngatan.

Tabell 8 presenterar beräkningsresultat från tre scenarier med minskad trafik med 2 %, 5 % samt 10 % jämfört med nollalternativet (gällande trafiksiffror i kartläggningen för år 2022, se Tabell 6). Tabellen visar effekten av en trafikflödessänkning på det lokala haltbidraget av PM10 uttryckt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Att minska trafiken med upp till 10 % har en relativt liten effekt på dygnsmedelhalterna av PM10. På Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan innebär en minskning av trafiken med 10 % sänkt dygnsmedelhalt av PM10 med cirka 1–1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (cirka 3–4 %). På Hamngatan sänks dygnsmedelhalten med 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 %) om trafiken minskar med 10 %.

Beräkningarna visar att MKN klaras på alla gator utom Hamngatan i nollalternativet. Minskat trafikflöde med upp till 10 % räcker inte som ensam åtgärd för att klara MKN då halter över 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fortsatt beräknas. Trafikminskning i ett gaturum bedöms dock som en relativt kraftfull åtgärd för att sänka partikelhalterna, men trafiken måste minska betydligt mer än 10 % för att uppnå högre effekter.

Tabell 8. Beräknat årsmedelvärde samt dygnsmedelvärde för 36:e högsta dygnet av PM10 för nollalternativet (gällande trafiksiffror i kartläggningen för år 2022) samt för tre scenarier med minskat trafikflöde. Röda siffror innebär att MKN överskrids.

	Nollalternativ		-2 % trafik		-5 % trafik		-10 % trafik	
	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Industrigatan	18,7	38,5	18,6	38,2	18,4	37,8	18,1	37,0
Järnvägsgatan	18,7	38,5	18,6	38,2	18,4	37,7	18,2	36,9
Hamngatan	21,6	61,0	21,5	60,3	21,2	59,2	20,7	57,3
Drottninggatan	16,0	31,9	15,9	31,7	15,6	31,3	15,7	30,8

Effekt på NO₂: Effekten av minskat trafikflöde på utsläpp av NO_x och halter av NO₂ är i stort sätt lika med den procentuella trafikminskningen, d.v.s. tar man bort 5 % av fordonen så tar man bort 5 % av utsläppen och sänker årsmedelvärdet av NO₂ med omkring 5 %.

Sänkt hastighet

Att sänka den skyltade hastigheten kan ha positiv effekt på halterna av PM10 i ett gaturum då hastigheten hos fordonen bl.a. kan påverka slitaget på vägbanan och mängden vägdamm som virvlas upp av fordonens framfart. Sänkt hastighet kan även fås genom olika typer av hastighetsreducerande åtgärder, såsom fartgupp eller blomlådor, som tvingar bilister att sänka hastigheten. Efterlevnaden av hastighetsreducerande åtgärder är tyvärr låg och den verkliga hastighetssänkningen är betydligt lägre än den minskade skyltade hastigheten på testade sträckor [21].

Hastighetssänkningar som åtgärd mot höga partikelhalter är främst effektivt längs stora infartsleder och effekten är endast lokal längs de sträckor där hastigheten sänks. Hastighetssänkningar har störst effekt vid höga hastigheter på större vägar och motsvarande effekt kan inte tillgodoräknas på gator i städer och tätorter.

För att utvärdera effekten av sänkt hastighet på halterna av PM10 har beräkningar genomförts för ett nollalternativ, med nuvarande hastighetsgräns, samt för ett scenario med en minskning av hastigheten med 10 km/h. I dessa scenarier sänks den skyltade hastigheten för trafiken på samtliga vägar med 10 km/h från hastighetsgränsen för respektive väg (full efterlevnad).

I Tabell 9 visas effekten av 10 km/h hastighetssänkning på det lokala bidraget av PM10. Effekten visas som årsmedelvärde samt 90-percentilen för PM10, vilket är detsamma som halten av PM10 det 36:e värsta dygnet, där dygnsmedelvärdet inte får överskrida 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Effekten på PM10-halterna är något större för antalet höga dygnsmedelvärden än för årsmedelvärden. Vid en hastighetssänkning med 10 km/h beräknas dygnsmedelhalten av PM10 på Industrigatan och Drottninggatan minska med cirka 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4–5 %). På Järnvägsgatan och Hamngatan är minskningen något större, 2,5 respektive 5,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 % respektive 9 %). På Hamngatan överskreds därmed MKN för PM10 dygnsmedelvärde även då hastigheten sänkts med 10 km/h. På övriga gator beräknas halter under norm.

Tabell 9. Modellerat årsmedelvärde av PM10 för nollalternativet (den hastighetsbegränsning som gäller idag) och för scenariot med sänkt hastighet (med full efterlevnad av den nya hastighetsgränsen) samt dygnsmedelvärde för 36:e högsta dygnet. Röda siffror innebär att MKN överskreds.

	Nollalternativ			-10 km/h	
	Gällande hastighetsgräns	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet ($\text{max } 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet ($\text{max } 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Industrigatan	60 km/h	18,7	38,5	18,2	37,1
Järnvägsgatan	40 km/h	18,7	38,5	17,7	36,0
Hamngatan	40 km/h	21,6	61,0	20,2	55,4
Drottninggatan	40 km/h	16,0	31,9	15,3	30,3

En hastighetssänkande åtgärd behöver förslagsvis inte gälla under hela kalenderåret, utan man kan med fördel för påverkan på halterna av PM10 sänka hastigheten under exempelvis enbart vinterhalvåret/dubbdäckssäsongen då man har de högsta partikelhalterna. Skillnaden i dygnsmedelvärde mellan den s.k. höghaltsperioden (vinter och vår när fordonen tillåts ha dubbdäck) och resterande del av året är så pass stor att låghaltsperioden (sommar och höst) i princip inte påverkar antalet överskridande av normvärdet för dygnsmedelvärde. I och med detta är den teoretiska effekten av hastighetssänkningen på dygnsmedelvärdet av PM10 i princip densamma som att sänka hastigheten hela året, eftersom hastigheten i första hand påverkar uppbyggnaden av vägdamm under våren.

För att kunna utvärdera effekten på halterna från åtgärden måste mätningar av hastigheten ske. Detta för att få veta hur stor efterlevnad hastighetssänkningen har. Effekten av den faktiska hastighetssänkningen tillsammans med mätning av halterna kan ge underlag för utvärdering.

Effekt på NO₂: Hastighetssänkning påverkar även halterna av NO₂, men eftersom Linköping inte riskerar att överskrida gränsvärdet för MKN för NO₂ genomförs inga beräkningar för påverkan på NO₂-halterna. Generellt kan man säga att en hastighetssänkning med 10 km/h, från 50 km/h till 40 km/h, minskar utsläppen av kväveoxider (NO_x) från trafiken med 8 % (enligt HBEFA 4.2.2 [7]), oavsett vägtyp. Eftersom bakgrundshalten av NO₂ är så låg kan man i grova drag säga att årsmedelvärdet av NO₂ skulle minska med omkring 8 % vid en hastighetssänkning med 10 km/h.

Om sänkt hastighet leder till ökade köer bedöms utsläppen av NO_x lokalt kunna öka något på grund av tomgångskörning. Ökningen bedöms inte medföra någon risk för halter nära MKN för NO₂ eftersom marginalen till gränsvärdet med rådande förutsättningar är stor.

Dammbindning

Att dammbinda innebär att lägga ut en lösning med hygroskopiskt salt på vägarna för att hålla vägarna fuktiga under en längre tid vilket binder vägdamm på körbanan och hindrar uppbyggnaden av det. Ett vanligt salt torkar ut betydligt snabbare än exempelvis CMA eller magnesiumklorid som är de mest använda dammbindningsmedlen i Sverige. Kommuner använder oftast CMA, medan trafikverket använder magnesiumklorid. Det finns för- och nackdelar med båda, men de har liknande effekter på att sänka den lokala halten av PM10 från en väg. Dammbindning påverkar inte trafiken och har därmed ingen effekt på kväveoxider.

Dammbindning har visat sig kunna sänka det lokala bidraget av PM10 från en gata med mellan 20–40 % vid normala meteorologiska förhållanden. Med det lokala bidraget menas att endast partiklar som uppkommer på grund av trafiken på den aktuella vägen kan hindras med hjälp av dammbindning. Regional- och urban bakgrundshalt av partiklar påverkas inte av dammbindning. Effekten av dammbindning är tydligast under enskilda dagar, vilket kan minska antalet överskridanden av

gränsvärdet för dygn, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bäst effekt av dammbindningsmedlet fås när luftfuktigheten inte är för låg eftersom saltet avdunstar mycket snabbt från vägbanan om det är för torrt. Vid meteorologiska förhållanden som skiljer sig från det normala, med lång tid utan nederbörd och låg luftfuktighet, kommer således effekten av CMA minska och man kan inte förvänta sig att det lokala bidraget sänks i samma utsträckning som vid normala meteorologiska förhållanden. Därför är det viktigt att komma igång med dammbindningen tidigt på våren innan luftfuktigheten sjunker under kritiska nivåer.

Dammbindning är en åtgärd som relativt lätt kan utvärderas och följas upp på ett tillförlitligt och repeterbart sätt. För detta krävs mätdata på den aktuella gatan samt dokumentation över genomförda dammbindningstillfällen. En referensmätning på del av gatan som inte dammbinds är fördelaktigt men oftast svårt att få till rent praktiskt.

Linköping använder redan CMA på de mest utsatta gatorna i Linköping. Under 2022 gick man på väderprognosen när CMA skulle läggas ut. Linköpings kommun har själva uppgett att det fanns brister i kommunikationen med den nya entreprenören som skötte dammbindningen år 2022, vilket kan ha påverkat åtgärdens effekt.

Optimerad dammbindning

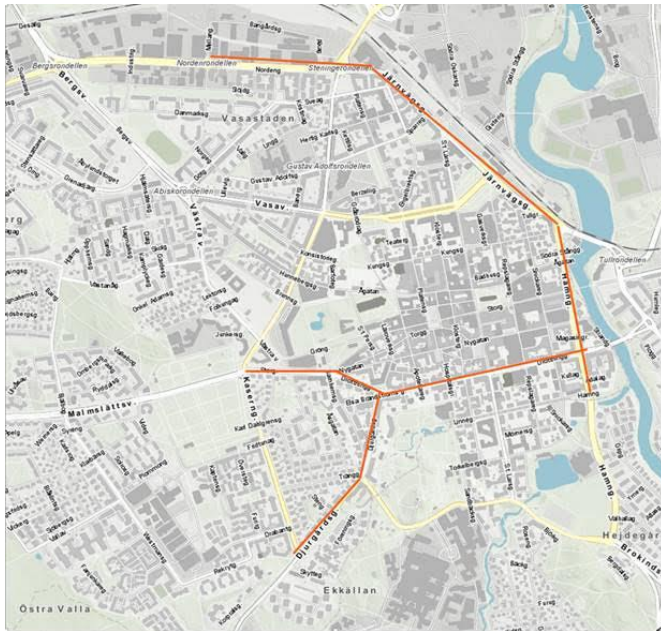
För att åtgärden ska kunna bidra till ytterligare sänkta partikelhalter krävs att dammbindningen optimeras. Under 2023 genomförde VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut) tester i Linköpings kommun för att mäta hur lång tid dammbindningen har effekt efter spridningstillfället. Kommunen hoppas att samarbetet ska leda till en bättre förståelse och samarbete hos entreprenör och driftansvariga och möjliggöra optimering av dammbindningen.

En möjlig optimering jämfört med hur dammbindningen utfördes år 2022 är att komma igång betydligt tidigare under senvintern. Ibland kan luftfuktigheten sjunka och vägbanorna torka upp även väldigt tidigt på våren/senvintern. Genom att dammbinda dessa tillfällen (d.v.s. påbörja dammbindningen betydligt tidigare än vad som gjordes under 2022) kan man binda en stor del av vägdammet vid vägytan och förhoppningsvis kommer det ett snöfall eller kraftigare regn som spolar rent vägen från både CMA och vägbundet damm. Ofta är luftfuktigheten hög tidigt på våren så CMA har bra effekt och man kan på detta sätt förhoppningsvis minimera de tidiga överskridandena på året.

Utvärdering av dammbindningen på Hamngatan år 2022

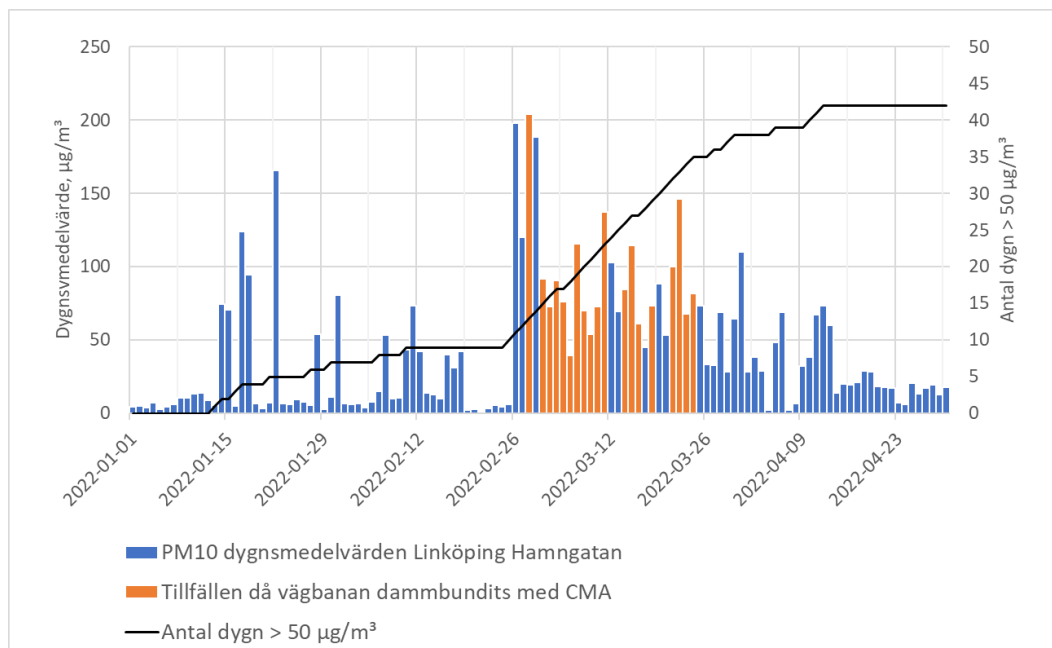
Nedan följer en utvärdering av den dammbindning som genomfördes under år 2022 samt effektberäkningar baserad på denna.

För utvärdering och effektberäkningar av dammbindning som åtgärd krävs mätdata vilket gör att beräkningarna enbart utförts för Hamngatan. Om dammbindningen utförs samma dagar och på samma sätt för andra gator kan en liknande effekt antas gälla även på dessa platser. I Figur 7 ses rutten där dammbindning utfördes under år 2022.



Figur 7. Gator i Linköping där dammbindning utförts år 2022.

Dammbindningssäsongen år 2022 har utvärderats utifrån mätdata från Hamngatan 10 samt en loggbok över utförda dammbindningstillfällen. Under februari och mars genomfördes dammbindning med CMA på Hamngatan i Linköping vid totalt 19 tillfällen. Enbart vid ett av dessa tillfällen var dygnsmedelvärdet efter dammbindningen under gränsvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Figur 8. Denna åtgärd har därmed inte varit tillräcklig för att få ner halterna under gränsvärdet vid de dygn då höga PM10-halter varit överhängande och bedömningen gjorts att dammbindning skulle genomföras. Det behöver dock inte betyda att åtgärden inte haft någon effekt på halterna. Under mars månad, när de flesta dammbindningarna utfördes, var luftfuktigheten väldigt låg mitt på dagen, vilket kan ha lett till att CMA tappat sin dammbindande effekt.



Figur 8. Tillfällen då dammbindning med CMA använts som åtgärd för att sänka PM10-halterna på Hamngatan under år 2022 (orange staplar).

Tabell 10 visar årsmedelvärdet och dygnsmedelvärdet det 36:e högsta dygnet, vilket inte får överskrida 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tabellen visar data för år 2022 enligt mätdata, d.v.s. inklusive den dammbindning som utfördes (19 tillfällen). Tabellen redovisar även vad årsmedelvärdet och 90-percentilen hade varit om ingen dammbindning hade utförts, slutligen redovisas även vad årsmedelvärdet och 90-percentilen hade varit om dammbindningen hade utförts alla dagar som dygnsmedelvärdet överskred 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (optimal dammbindning).

Även om gränsvärdet för PM10 dygnsmedelvärde överskreds alla dygn utom ett under år 2022 som dammbindning utfördes kan man ändå anta att dammbindningen sänkte halten med 20–40 % även de dagar då detta inte räckte för att komma under gränsvärdet 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Beräkningarna som visas i Tabell 10 visar att om dammbindning hade utförts alla dygn över 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och effekten på det lokala bidraget av PM10 hade varit 40 % vid varje dammbindningstillfälle så hade MKN klarats för PM10 på Hamngatan år 2022. Med 20 % effekt klaras dock inte normen. Detta är såklart näst intill ogörligt då det handlar om 200 % fler dammbindningstillfällen där flera sker på helgen samt att effekten av dammbindningen ska vara 40 % vid de flesta utläggen.

Tabell 10. Årsmedelvärde samt 90-percentilen (36:e högsta dygnet) av dygnsmedelvärden av PM10 för år 2022; enligt mätdata (19 dammbindningstillfällen), om dammbindning hade utförts alla dagar då dygnsmedelvärdet översteg 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (optimal dammbindning) samt om ingen dammbindning utförts. Optimal dammbindning samt ingen dammbindning är beräknad med 20–40 % effekt av CMA på det lokala haltbidraget av PM10. Rött värde innebär överskridande av MKN.

Mätdata (19 dammbindningar)		Optimal dammbindning (42 dammbindningar)		Ingen dammbindning (0 dammbindningar)		
År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	År ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36:e högsta dygnet (max 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Hamngatan	21,6	61,0	19,2–20,3	44,5–53,3	22,3–23,9	64,5–66,1

De bedömningar och förslag kring dammbindning som åtgärd för sänkta partikelhalter som ges i denna rapport utgår från 2022 års data. Som ett exempel så var första dammbindningstillfället i slutet av februari, då det redan skett 11 överskridanden av gränsvärdet för dygnsmedelvärde. Bedömningen baserat på 2022 års dammbindning är att man bör börja dammbinda betydligt tidigare och inte heller sluta för tidigt. Om inte CMA och vägbundet damm naturligt spolats bort med regn eller snö så är det viktigt att städa bort det på annat sätt för att rengöra gatan. Ett schema som fungerat bra för Stockholm

är att dammbinda på fasta dagar (mån, ons, fre) och komplettera med fler tillfällen när det krävs (låg luftfuktighet och soligt under en längre tid).

I och med pågående optimeringsarbete med dammbindningen har SLB-analys valt att inte inkludera denna åtgärd i det förslag på åtgärdsprogram som presenteras senare i rapporten. Överlag är det svårt att ha rådighet över de yttre parametrar som styr dammbindningens effekt, vilket gör det svårt att förlita sig på dammbindning som ensam åtgärd. Under en extremt torr månad som mars 2022 är det svårt att få ner halterna tillräckligt mycket med enbart dammbindning. Dock är bedömningen att dammbindningen ska behållas och optimeras i bästa möjliga mån.

Effekt på NO₂: Åtgärden påverkar inte trafiken och har ingen påverkan på kväveoxider.

Städning med vakuumsug

Städning med vakuumsug är en åtgärd som teoretiskt sett borde ha en stor effekt på partikelhalterna då mycket material försvinner från vägen. En stor fördel med städning med vakuumsug (torr vakuumsug) är att maskinen tar upp och behåller PM10 samt att denna åtgärd kan utföras även när det är frysgrader.

Försök med städning som använder kraftigt vakuum har utförts i Stockholm under ett par säsonger, där man tydligt kunnat se att synligt damm, sand och grus tas upp till väldigt stor grad och det ser väldigt rent ut. Dock har det varit svårt att hitta signifikanta effekter på PM10 [18], trots att partikelhalterna överlag var lägre i staden det året vakuumsugen användes. Halterna av PM10 påverkas i hög grad av meteorologiska skiftningar från år till år varför det inte var möjligt att avgöra vakuumsugens effekt på halterna. För PM10 är det överlag ett återkommande problem att kunna skilja ut enskilda åtgärders effekter då det är svårt att skilja städeffekt från effekter av andra åtgärder samt meteorologins påverkan.

I en nyare rapport jämförs två olika städmaskiner med kraftigt vakuum på en sträcka i vägtunneln Södra Länken i Stockholm [19]. Resultaten visar att maskinerna tar bort upp till 90 % av vägdammet, men PM10 utgör endast en väldigt liten del av det totala vägdammet, och hur mycket av PM10 som tas upp av maskinerna är fortsatt ovisst.

Även effekt på dammförrådet på vägytan kan vara svår att se. Orsaker till detta är framför allt att det sker en omfördelning av damm från depåer till hjulspår. Trafiken suspenderar damm från hjulspåren och ju högre hastighet desto kraftigare suspension. Detta resulterar i att hjulspåren är relativt rena medan damm ansamlas utanför hjulspåren. När sedan städmaskiner kommer så borstas ofta material från vägkanten till centralt uppsug under maskinen vilket leder till att fint damm sprids över vägytan och på så sätt kan virvla upp på nytt.

Städning med vakuumsug är inte en optimal teknik för fina partiklar, även om det finns en stor vinst att avlägsna även större partiklar från vägytan. Vägytans egenskaper är ytterligare en parameter som påverkar vakuumsugens effekt, där en grov textur gör att vägdammet kan ansamlas i vägytans håligheter.

Även om effekten på PM10-halten är osäker och svår att utvärdera finns potential att sänka halterna om städningen görs på rätt sätt. Viktiga aspekter att bejaka är:

- Mest vägdammet finns vid kanterna på vägen och därför behövs utrustning för att avlägsna detta damm.
- Lägre hastighet på städmaskinen ökar effektiviteten.
- Genomför städningen under rätt tid på dygnet (lite trafik).

- Maskiner med vakuumsug reducerar mängden fint damm bättre om högtryckstvätt föregått vakuumsugning.
- Valet av maskin är av stor vikt då man sett stora skillnader mellan maskiners effektivitet.
- För att erhålla maximal effekt av städning med vakuumsug bör vägdammet på något sätt frigöras från vägytan så att vakuumsugen kan få bort så mycket som möjligt av dammet. Detta görs mest effektivt med en högtryckstvätt som gör att cementerat damm lossnar från vägytan och därmed kan vakuumsugen få upp mer damm än om ingen högtryckstvätt används.

Sammanfattningsvis har korttidseffekter från städning med vakuumsug varit svårutvärderade, men sannolikt finns det en positiv effekt på partikelhalterna sett över en hel säsong, även om högtryckstvätt inte föregått städningen med vakuumsug. Det underlag som idag finns från forskning och tester med vakuumsug gör det inte möjligt att beräkna en teoretisk effekt på halterna av PM10 med denna åtgärd. För att kunna utvärdera effekterna krävs ett referensområde, dokumenterade och tidsatta insatser samt mätningar.

Effekt på NO₂: Påverkar inte kväveoxidhalterna annat än en kort förhöjning i samband med städningen om större maskiner används.

Information och bedömning av övriga åtgärder

Nedan beskrivs övriga åtgärder som ingår i utredningen men som inte föreslås som åtgärder till Linköpings åtgärdsprogram. Det är av Naturvårdsverket önskvärt att bara ta med tydliga, kvantifierbara åtgärder som kan utvärderas på ett tillförlitligt sätt i ett åtgärdsprogram.

Åtgärderna nedan kan ha en mer eller mindre positiv effekt för att sänka halterna av PM10, men effekterna är ofta osäkra. Tillförlitliga effektberäkningar kan inte göras för åtgärderna nedan.

Tidig vårstädning

Under vintern används sand som halkbekämpning främst på gång- och cykelstråk, men en del av sanden letar sig ut på vägarna där den krossas till vägdamm som innehåller PM10 som under våren kan virvla upp och orsaka höga partikelhalter. Utöver sandnings-sand kommer en stor del av det stendamm-material som finns i vägdamm från vägslitage, främst av dubbdäck. Under våren, oftast i april, utför i stort sätt alla städer i Sverige en sandupptagning på samtliga gator. Tidig vårstädning eller extra vårstädning innebär att tidigarelägga sandupptagningen eller utföra en extra sandupptagning innan den ordinarie ifall det är troligt att det kommer vara en längre period med torrt väder. Tidig/extra vårstädning har inte testats eller utvärderats mot halter av PM10, men borde ha en liten effekt då man tar bort material som annars hade krossats till PM10.

En svårighet med denna åtgärd är att avgöra tidpunkt för genomförandet av en tidigarelagd sandupptagning. Gör man den för tidigt finns risken att man tvingas göra ytterligare en lite senare ifall det kommer en till köldperiod som kräver nya utlägg av sand.

Våtsopning och sandupptagning är redan en åtgärd som sedan 2012 kontinuerligt genomförs på centrala gator i Linköping. För att erhålla ytterligare partikelsänkande effekter (utöver de som eventuellt redan fås av denna åtgärd) krävs en optimering av åtgärden. Detta skulle kunna vara att utföra ytterligare en sandupptagning under våren, någonstans i mitten av höghaltsperioden för PM10, för att om möjligt få bort de dammdepåer som byggts upp på vägbanan och i vägrenen på gator med högst partikelhalter.

Att även städa trottoarerna, som bidrar med grus till vägbanan, har diskuterats inom kommunen, men beslut har tagits att inte genomföra detta p.g.a. eventuell halkrisk för fotgängare.

Effekt på NO₂: Påverkar inte kväveoxidhalterna annat än en kort förhöjning i samband med städningen om större maskiner används.

Optimerad halkbekämpning

Saltning i förebyggande syfte är den vanligaste formen av halkbekämpning på bilvägar. På gång- och cykelstråk är det vanligt med sand som halkbekämpning. Där gång- och cykelstråk ligger intill eller i närheten av bilvägar är det ofrånkomligt att en del av halkbekämpningssanden kommer ut på körbanan, där den bidrar till att öka mängden vägdamm i vägens håligheter eller i vägrenen. Sandning på parkeringar, enskilda vägar eller i samfälligheter sker i större utsträckning än på statliga och kommunala vägar. Trafiken för sedan med sig en del av sanden till andra gator vilket leder till ökade PM10-halter där.

Optimerad halkbekämpning innebär att man på olika sätt försöker minska mängden sand som läggs ut på gång- och cykelstråk och istället salta, plöja eller sopa för att slippa sanda. Åtgärder för att minska mängden sand som når gator med höga halter av PM10 kan bl.a. vara sandfällor bredvid gång- och cykelstråk, information till parkeringsbolag, samfälligheter men även butiksägare om att salta istället för att sanda. Även noggrannare övervägning om det är nödvändigt med sandning eller inte kan göra

skillnad. Effekten av optimerad halkbekämpning på partikelhalterna är dock svår att bestämma, men om staden använder mindre sand borde dammdepåer på vägarna/vägrenarna minska vilket ger mindre uppvirvling av damm under våren.

Idag används inom Linköpings kommun en större fraktion vintersand vid halkbekämpning. Fraktionen är mer hållfast och begränsar därmed bildandet av mindre partiklar. Mängden kross som används är begränsad. Enligt nuvarande handlingsplan för PM10 ska åtgärden fortgå och vid behov utvecklas. För att erhålla ytterligare partikelsänkande effekter (utöver de som eventuellt redan fås av denna åtgärd) krävs en optimering av åtgärden. Bedömningen är dock att den halkbekämpning som redan utförs är svår att optimera till en sådan grad att det signifikant påverkar halterna av PM10.

Effekt på NO₂: Åtgärden påverkar inte trafiken och har ingen påverkan på kväveoxider.

Hårdare asfaltsbeläggning

En ny beläggning har inledningsvis en positiv effekt på halterna av partiklar, då det finns färre ojämnheter och håligheter där vägdamm kan ackumuleras jämfört med en äldre beläggning. Att byta beläggning till en hårdare asfalt minskar slitaget som dubbdäck har på asfalten, vilket minskar depåerna av vägdamm och i förlängningen halten av PM10 i luften. En hårdare asfalt består av större stenar, ofta med högre kulkvarnsvärde (ett mått på nötningsbenägenheten hos stenen).

På den negativa sidan ökar bullernivåerna med en hårdare asfalt jämfört med en ”mjukare” asfalt. Test har utförts på bullerreducerade dubbeldrainerande asfalt längs E18 norr om Stockholm i höjd med Rotsunda. Testet konstaterade att PM10-halterna var lägre under de två första åren efter den nya beläggningen lades för att sedan orsaka högre halter av PM10 än den konventionella asfalten på referenssträckan en kilometer innan teststräckan [20].

Om riktvärden för bullernivåer beräknas att klaras även med en hårdare asfalt kan en hårdare asfalt på Hamngatan vara ett alternativ för att sänka partikelhalterna. Det är dock svårt att bestämma hur stor effekten skulle bli. Vid högre hastigheter slits asfalten mer av dubbdäcken vilket gör att hållbarheten blir längre i ett gaturum med betydligt lägre hastigheter än t.ex. en motorväg. Samtidigt blir inte effekten av en ny asfaltsbeläggning lika stor när hastigheterna är låga. Om man rent ekonomiskt och praktiskt skulle kunna lägga om asfalten vart 3–4 år skulle man relativt säkert kunna säga att partikelhalterna skulle minska sett till hela perioden för den nya asfalten, även om en asfalt som slits snabbare än konventionell asfalt (t.ex. tyst asfalt) skulle väljas.

För att kunna utvärdera åtgärden på ett bra sätt över tid krävs en referenssträcka som inte asfalteras om. Förutsättningarna på de två platserna ska vara så lika som möjligt och mätningar av partikelhalten krävs på båda platser, helst under några år.

Effekt på NO₂: En ändring av beläggningen påverkar inte trafiken och har ingen påverkan på kväveoxider.

Bredspolningsmunstycke

Bevattning eller spolning av vägbanor med vatten har två teoretiskt positiva effekter. Dels blöter man vägbanan vilket hindrar resuspension av damm från vägbanan, men man spolar även bort sand och damm som ligger på vägen eller i vägrenen, vilket borde minska mängden tillgängligt damm för uppvirvling. Spolning med brett munstycke har utförts i Stockholm för flera år sedan, främst i syfte att spola bort dammbindningsmedel när för många utlägg tätt inpå varandra orsakat halka.

Den momentana effekten av att spola med vatten är kortvarig, då luftfuktigheten under dagar då man förväntar sig höga halter av PM10 är väldigt låg, vilket torkar upp vägbanorna på bara några minuter. Den sekundära effekten, att bli av med sand och damm från vägen, går inte bestämma men borde ha en positiv effekt.

Nackdelar med åtgärden är att den kräver en stor mängd vatten och det finns risk att bl.a. mikroplaster och andra svårnedbrytbara material spolas ner i närliggande vattendrag.

Effekt på NO₂: Att rengöra gatorna påverkar inte trafiken och har således ingen påverkan på kväveoxider.

Miljözon i ett område eller på utvalda gator

Miljözon finns i flera olika utföranden och har framför allt effekt på halterna av kvävedioxid, NO₂. Effekten på PM10-halterna är marginell då miljözonsbestämmelserna inte påverkar dubbdäcksandel eller fordonsmängd. Enligt bestämmelser i trafikförordningen (1998:1276) är det möjligt för kommuner att införa miljözon klass 1 för tunga fordon, miljözon klass 2 för lätta fordon samt miljözon klass 3 med särskilt hårda utsläppskrav för både lätta och tunga fordon. Syftet med miljözoner är att utesluta äldre eller vissa typer av fordon för att förbättra miljön i särskilt utsatta och känsliga områden och gator.

Utvecklingen av fordonsflottan hos personbilar har gått snabbare än vad man trott och både utsläppen och halterna av NO_x och NO₂ har minskat i snabb takt. Det kommer dock dröja längre för den tunga trafiken att ställa om till fordon med nollutsläpp. Därmed ökar den tunga trafikens betydelse på halterna av NO_x och NO₂, men överlag sjunker halterna i hela landet.

En positiv följeffekt av införandet av miljözon trodde man skulle bli minskade trafikflöden (och därigenom en positiv effekt på halterna av PM10), men i Stockholm har denna effekt uteblivit. Införandet av miljözon 2 visar inte på några minskade trafikflöden då årsdygnstrafiken (ÅDT) år 2022 är densamma som år 2019 innan miljözon 2 infördes. Orsaken till detta är till stor del den låga efterlevnaden. År 2022 bröt 20 % av personbilarna och 26 % av de lätta lastbilarna mot reglerna i miljözon klass 2 på Hornsgatan i Stockholm. Det kan jämföras med miljözon klass 1 på Hornsgatan där 6 % av de tunga fordonen inte följde reglerna.

Miljözon är främst en åtgärd för att minska utsläppen av NO_x och därigenom halterna av NO₂. Då efterlevnaden av miljözon är liten blir effekten på luftföroreningshalterna små. Halterna av PM10 påverkas inte av miljözon, då kraven enbart omfattar fordonens direktutsläpp (inga krav på t.ex. dubbdäck).

Trots redan låga NO₂-halter har ett införande av miljözon på Hamngatan, och övriga gator med högst halter, stor potential att sänka halterna ytterligare vid god efterlevnad. Vid framtagande av underlag till åtgärdsprogram för Gävle kommun [25] visades att miljözon klass 3 skulle sänka nästan hela det lokala bidraget av NO_x vid full efterlevnad. Förhoppningen framöver för miljözoner är att regelefterlevnaden kommer förbättras då Transportstyrelsen ser över systemet gällande bevakning och böter.

För effektberäkningar och utvärdering av åtgärden krävs relativt detaljerade uppgifter av fordonsflottan, t.ex. fördelning av fordonsklasser och andel tung trafik. Linköping har enbart schablonuppgifter för andelen tung trafik och inga mätningar av fordonsklasser. Vid framtagande av underlag till åtgärdsprogram för Gävle kommun genomfördes beräkningar av hur införandet av olika miljözonsklasser påverkar NO₂-halterna [25]. Beräkningarna som avser effekten vid full efterlevnad av regelverket och utgår från den sammansättning av euroklasser som gäller nationellt enligt HBEFA-modellen [7]. Liknande beräkningar skulle kunna genomföras för Linköping, men i och med att

miljözoner främst är en åtgärd för att sänka halterna av NO₂ känns detta inte motiverat inom ramen för denna utredning.

Grönska vid väg

Grönska vid väg är en metod som flitigt diskuterats för att potentiellt kunna sänka halterna av luftföroreningar både vid öppen väg samt i gaturum.

I en omfattande vetenskaplig studie genomförd år 2020 har kunskapsläget sammanfattats för hur grön infrastruktur kan påverka halterna av luftföroreningar [20]. Sammanfattningsvis är rådande kunskapsläge relativt lågt för nordiska förhållanden och bland de få studier som genomförts finns motstridiga slutsatser.

Resultat från en del studier pekar dock mot att torrdeposition till träd och växter kan leda till upptag av luftföroreningar och därigenom minskande halter, men det är framför effekterna av s.k. gröna barriärer (där olika typer av vegetation utgör en barriär som avskärmar vägen från närliggande ytor) som har en potential att märkbart sänka luftföroreningshalterna. Denna åtgärd lämpar sig väl för öppna vägar där man planterar längs med vägen för att uppnå minskade luftföroreningshalter på yttersidan av den gröna barriären.

Vissa studier belyser dock en risk för att många luftföroreningar, såsom kvävedioxid och kolväten, istället ansamlas framför eller inne i trädgångar. Man är dock relativt överens om att grövre partiklar (så som fraktionen PM10) tas upp av växtlighet. Effektiviteten av detta upptag skiljer sig mellan olika växter men barrträd tycks vara bäst i nordiska förhållanden.

Inne i ett gaturum är en grön barriär inte ett alternativ på samma sätt som för en öppen väg. I ett stängt gaturum finns risk för att vegetationen minskar turbulensen och omblandningen av luft i gaturummet, vilket istället kan leda till ökade partikelhalter. Upptaget av kvävedioxid på träden är litet och den dominerande effekten även för NO₂ är den försämrade omblandningen vilket kan leda till högre halter.

Det finns även diskussioner om sänkta luftföroreningshalter på grund av gröna väggar på fasader eller att man målar fasaderna med en speciell färg som aktivt skulle kunna reducera halterna av framför allt kvävedioxid. Det finns dock inga kända studier som kan styrka att dessa åtgärder skulle ha en positiv påverkan på halterna.

Sammanfattningsvis är effekten av grönska vid väg oviss och svårbedömd. Bedömningen är dock att det inte finns några tydliga bevis för att åtgärden skulle ha någon positiv effekt inne i ett gaturum. Upptaget av partiklar genom torrdeposition är liten och risken att omblandningen i gaturummet minskar med ökade halter som följd är överhängande. Att plantera på ”rätt sätt och på rätt plats” kan vara ett bra motto för denna åtgärd – och rätt plats är inte inne i ett gaturum.

Kunskap, information och beteendepåverkan

Att öka människors medvetenhet och kunskapsnivå kan i teorin ha en god effekt för att ändra ett invant beteende. Att informera människor om de hälsoeffekter som kan följa av höga luftföroreningshalter och därigenom öka medvetenheten bör kunna påverka de aktiva val som en individ gör. Informationsinsatser har därför potential att leda till lägre luftföroreningshalter och de är viktiga för att öka medvetenheten och förståelsen om problematiken kring luftföroreningar.

Informations- och kommunikationsinsatser är också viktiga förberedelser för att öka förståelse och acceptans inför eventuella kraftigare åtgärder så som till exempel ett dubbdäcksförbud. Till exempel

skulle information om minskad dubbdäcksanvändning kunna vara lämplig i området som ett steg i att minska partikelhalterna på Hamngatan.

I Nacka kommun i Stockholms län har dubbdäcksanvändningen minskat från 68 % år 2012 till 48 % år 2020, en minskning som till viss del tros bero på ökad information och uppmärksamhet kring problematiken med PM10. Det är dock svårt att utvärdera och följa upp hur stor effekt en informationskampanj skulle kunna ha på luftföroreningshalterna på Hamngatan.

Informationsåtgärder, som t.ex. kampanjer för ökad cykelpendling, ”ställ-bilen-hemma-uppmaningar”, information om höga partikelhalters negativa hälsoeffekter o.s.v. uppmuntras naturligtvis, men är svåra att följa upp huruvida de bidragit i någon större utsträckning. Man ska dock inte underskatta effekten som dessa kampanjer faktiskt kan ha, framför allt om de når ut till människor på rätt sätt och skapar en känsla av att tillsammans bidra till ökad folkhälsa i sin hemstad.

Slutsatser och diskussion

Nedan presenteras utredningens viktigaste slutsatser.

Tabell 11 sammanfattar åtgärdernas effekter tillsammans med fördelar/nackdelar, eventuell uppföljning och utvärdering samt påverkan på NO₂-halterna. I Tabell 12 ges en sammanfattande bedömning av utvärderade åtgärder.

- Utifrån kartläggningen för år 2022 bedöms enbart risk för överskridande av MKN på Hamngatan medan de andra undersökta gatorna inte riskerar halter över norm.
- För Järnvägsgatan, Industrigatan och Drottninggatan bedöms därmed inte några åtgärder som nödvändiga för att MKN ska klaras med de förutsättningar som föreligger idag. Det är dock alltid önskvärt att sträva mot så låga luftföroreningsnivåer som möjligt varvid det är fördelaktigt att genomföra åtgärder även för dessa gator.
- Införande av ett åtgärds paket som omfattar åtgärderna **dubbdäcksförbud** (där 25 % fordon med dubbdäck kvarstår trots förbud), **minskat trafikflöde** (en minskning av trafikmängden med 10 %) samt **sänkt hastighet** (minus 10 km/h under vinterhalvår/dubbsäsong) kommer enligt effektberäkningar sammantaget innebära att miljö kvalitetsnormen för PM10 följs år 2030 vid full efterlevnad (25 % dubbdäck kvarstår). Föreslagna åtgärder sänker partikelhalterna framför allt under den del av året då högst dygnsmedelhalter av PM10 uppmäts och är därmed effektiva för att minska antalet dygn med höga partikelhalter.
- De tre ovan nämnda åtgärderna beräknas tillsammans minska halterna med 13,6 µg/m³ för det 36:e högsta dygnet år 2022 (-22 %) och med 14,6 µg/m³ år 2030 (-23 %), vid full efterlevnad (25 % dubbdäck kvarstår). Därmed underskrids gränsvärdet 50 µg/m³, vilket klart överskrids utan införda åtgärder.
- Utredningen visar att det bara finns ett åtgärds paket med tillförlitliga effektberäkningar som säkerställer att Linköpings kommun klarar MKN för PM10 som dessutom är genomförbart utifrån rådande förhållanden på Hamngatan.
- Minskat trafikflöde och sänkt hastighet påverkar även halterna av kvävedioxid (NO₂) positivt. Dubbdäcksförbud påverkar inte utsläppen av NO_x, men synergieffekter som minskat trafikflöde har positiv effekt på NO₂-halterna.
- Utöver ovan nämnda åtgärds paket bör dammbindningen utökas/optimeras vilket innebär ytterligare positiva effekter på halterna av PM10. Förslaget är främst att börja tidigare på våren för att minimera depåer av ansamlad vägdamm.
- Det är dock svårt att förlita sig på dammbindning som ensam åtgärd eftersom det är svårt att ha rådighet över de yttre parametrar som styr dammbindningens effekt. Under en extremt torr månad som mars 2022 är det svårt att få ner halterna tillräckligt mycket med enbart dammbindning. Dock är bedömningen att dammbindningen ska behållas och optimeras i bästa möjliga mån.
- Städning med vakuumsug, gärna kombinerad med högtryckstvätt, rekommenderas. Effekten på partikelhalterna i luften är osäker men enligt tidigare studier tar vakuumsugen bort en stor del av dammförrådet på vägen och potentialen att åtgärden även leder till lägre halter i luften se som god, framför allt sett över en hel säsong.

- Rimligt att anta att infört dubbdäcksförbud på Hamngatan skulle innebära omkring 25 % dubbdäcksandel inom några år (innebär en halvering av andelen fordon med dubbdäck jämfört mot idag). Med 25 % dubbdäcksandel beräknas halterna minska med $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för det 36:e högsta dygnet år 2022 (-13 %). En sänkning ned till 25 % dubbdäcksandel räcker dock inte som ensam åtgärd för att klara MKN då halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fortsatt beräknas ($53,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Vid 0 % dubbdäcksandel är halterna med viss marginal under MKN, men full efterlevnad av ett dubbdäcksförbud är orealistiskt i annat än teorin. Det visar dock på dubbdäcksförbudets stora potential som åtgärd för att sänka partikelhalterna i ett gaturum.
- Att minska trafiken med 10 % har en relativt liten effekt på dygnsmedelhalterna av PM10. På Industrigatan, Järnvägsgatan och Drottninggatan innebär en minskning av trafiken med 10 % sänkt dygnsmedelhalt av PM10 med cirka $1-1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cirka 3-4 %). På Hamngatan sänks dygnsmedelhalten med $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 %) om trafiken minskar med 10 %.
- Ökad trafik i basscenariot för år 2030 beräknas inte innebära att MKN riskerar att överskridas på andra gator än Hamngatan.
- Den ökade trafiken som alstras på andra gator när del av Drottninggatan blir bussgata år 2030 riskerar inte att orsaka halter nära MKN. Lasarettsgatan är den gata som mest påverkas av bussgatans införande, men bedömningen är att halterna inte riskerar att vara nära MKN.
- Vid en hastighetssänkning med 10 km/h beräknas dygnsmedelhalten av PM10 på Industrigatan och Drottninggatan minska med cirka $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (4-5 %). På Järnvägsgatan och Hamngatan är minskningen något större, 2,5 respektive $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 % respektive 9 %). På Hamngatan överskrids därmed MKN för PM10 dygnsmedelvärde även då hastigheten sänkts med 10 km/h. På övriga gator beräknas halter under norm.
- Övriga åtgärder som diskuteras i denna rapport bedöms ha en osäker eller liten påverkan på halterna av PM10.

Tabell 11. Åtgärdernas teoretiska eller beräknade effekt på halterna av PM10 samt fördelar/nackdelar och eventuell uppföljning av åtgärden. Även åtgärdens påverkan på NO₂-halterna redovisas.

Åtgärd	Teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10	Fördelar/nackdelar samt eventuell uppföljning och utvärdering
Minskad dubbdäcksanvändning <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Medel till stor effekt på PM10, beroende på graden av efterlevnad. Främst en lokal effekt på PM10-halterna. Med 25 % dubbdäcksandel på Hamngatan beräknas partikelhalterna minska med 8 µg/m ³ för det 36:e högsta dygnet år 2022, vilket motsvarar en sänkning av halterna med 13 %.	Kan även leda till minskat trafikflöde vilket har positiv effekt på halterna av NO ₂ . Lätt att följa upp genom manuell kontroll. Efterlevnaden varierar. Positiva följd effekter med sänkta dubbdäcksandelar även på närliggande stadsgator samt att det totala trafikflödet minskar.
Minskat trafikflöde <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Åtgärden har potential att ha stor effekt på PM10, men effekten är avgörande av hur mycket trafiken minskar. Minskning med 10 % har en liten effekt på PM10. Vid en minskning av trafiken med 10 % beräknas dygnsmedelhalten av PM10 minska med cirka 3–6 % på de undersökta gatorna.	Trafiken måste minska mer än 10 % för att vara en kraftfull åtgärd. Sänker även halterna av NO ₂ . Minskat trafikflöde kan uppnås genom införandet av t.ex. dubbdäcksförbud.
Sänkt hastighet <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Liten till medel effekt på PM10 beroende på hur mycket den faktiska hastigheten minskas. Vid en hastighetssänkning med 10 km/h beräknas dygnsmedelhalten av PM10 minska med cirka 4–9 % på de undersökta gatorna.	Låg efterlevnad. För utvärdering krävs mätningar av partikelhalterna samt den faktiska hastighetsreduceringen.
Dammbindning <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i>	Medel till stor effekt , 20–40 % minskning av PM10-halterna vid det aktuella dammbindningstillfället. Effekten beror på omfattning och när åtgärden utförs.	Optimering/utökning krävs för ytterligare effekt då åtgärden redan finns idag. Kan utvärderas på ett tillförlitligt sätt. Kortvarig effekt, måste genomföras ofta.

Åtgärd	Teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10	Fördelar/nackdelar samt eventuell uppföljning och utvärdering
		<p>Prognosbaserad utläggning är att föredra men svårt att genomföra i praktiken. Fast schema har fungerat för exempelvis Stockholm.</p> <p>Ingen påverkan på halterna av NO₂.</p>
<p>Städning med vakuumsug <i>(åtgärden föreslås ingå i åtgärdsprogrammet)</i></p>	<p>Osäker effekt, upp mot 90 % av vägdamm kan reduceras men PM10 utgör endast en liten del av det totala vägdamm.</p> <p>Bäst effekt uppnås om vakuumsugen används tillsammans med t.ex. högtrycksvätt, men en effekt bör även finnas utan högtrycksvätt.</p>	<p>Ger rena och fina gator och trottoarer.</p> <p>Kan köras när det är minusgrader utan att orsaka halka.</p> <p>Utvärdering kräver referensområde, tydlig dokumentation samt mätningar.</p> <p>Ingen påverkan på halterna av NO₂.</p>
<p>Tidig vårstädning</p>	<p>Teoretiskt liten effekt då man tar bort material som annars hade krossats till PM10.</p>	<p>Vårstädning utförs redan och måste därmed optimeras genom ytterligare en sandupptagning under höghaltsperioden för PM10.</p> <p>Tidig/extra vårstädning har inte testats eller utvärderats mot halter av PM10.</p> <p>Ingen påverkan på halterna av NO₂.</p>
<p>Optimerad halkbekämpning</p>	<p>Teoretiskt liten effekt om mindre mängd sand används som annars hade samlats i dammdepåer på vägbanan och i vägrenen.</p>	<p>Åtgärden utförs redan och måste därmed optimeras för att få någon ytterligare effekt.</p> <p>Svårt att utvärdera effekten på halterna av PM10.</p>

Åtgärd	Teoretisk eller beräknad effekt på halterna av PM10	Fördelar/nackdelar samt eventuell uppföljning och utvärdering
Hårdare asfaltsbeläggning	<p>Inledningsvis liten effekt på halterna av PM10 då slitaget från dubbdäck minskar och därmed mindre bidrag till dammdepåerna på vägbanan och i vägrenen.</p> <p>Halterna kan dock på sikt öka om den nya asfalten slits snabbare än konventionell asfalt.</p> <p>Totalt sett under flera år en osäker effekt på halterna av PM10.</p>	<p>Svårt att utvärdera effekten på halterna av PM10 över tid. Krävs en referenssträcka med mätning av partikelhalterna under en längre tid (några år).</p> <p>Hårdare asfalt ökar ofta bullernivåerna vilket begränsar valet av beläggning.</p> <p>Ingen påverkan på halterna av NO₂.</p>
Bredspolningsmunstycke	<p>Blötläggning av vägbanan förhindrar vägdamm från att virvla upp, men effekten är mycket kortvarig.</p> <p>Osäker effekt, även om en reduktion av mängden sand och damm från vägen borde påverka i positiv riktning.</p>	<p>Svårt att utvärdera effekten på halterna av PM10.</p> <p>Kortvarig effekt vid torra vägbanor.</p> <p>Ingen påverkan på halterna av NO₂.</p>
Miljözon i ett område eller utvalda gator	<p>Påverkar främst halterna av NO₂, i princip ingen effekt på PM10.</p>	<p>Påskyndar omställningen av fordonsflottan och ökar på utvecklingstakten.</p> <p>Låg efterlevnad.</p> <p>Redan låga NO₂-halter i Linköping, men miljözon klass 3 har stor potential att sänka NO₂-halterna ytterligare vid god efterlevnad.</p>
Grönska vid väg	<p>Osäker effekt på PM10. Risken finns att åtgärden ökar halterna.</p>	<p>Kunskapsläget är bristfälligt och planterar man på fel sätt i ett slutet gaturum finns risk för ökade luftföroreningshalter (både PM10 och NO₂).</p>
Kunskap, information och beteendepåverkan	<p>Osäker effekt hur mycket olika insatser påverkar människors vilja till förändrat beteende.</p>	<p>Svårt att utvärdera.</p> <p>Kan påverka halterna av NO₂ om åtgärden leder till minskat trafikflöde.</p>

Tabell 12. Sammanfattande bedömning av utvärderade åtgärder.

Åtgärd	Bedömning
Minskad dubbdäcksanvändning	Minskad dubbdäcksanvändning har stor påverkan på partikelhalterna i ett gaturum. Bedömningen är att ett dubbdäcksförbud bör införas på Hamngatan för att sänka halterna av PM10.
Minskat trafikflöde	Att minska trafiken med 10 % har relativt liten effekt på dygnsmedelhalterna. Åtgärder för att uppnå ett minskat trafikflöde på mer än 10 % på Hamngatan rekommenderas.
Sänkt hastighet	Sänkt hastighet med 10 km/h har större effekt än trafikminskning med 10 %. Hastigheten bedöms ha betydelse för halterna av partiklar på Hamngatan och därmed är bedömningen att hastighetssänkande åtgärder bör införas för att sänka halterna av PM10.
Dammbindning	Dammbindning är en effektiv åtgärd som definitivt ska behållas. Rekommendationen är att utöka dammbindningen genom att börja tidigare för att minimera depåerna av ansamlat vägdamm. Genom regelbunden städning tas dammbundet vägdamm bort från gatan så att dammdepåerna minimeras.
Städning med vakuumsug	Har fördelar, såsom rena och fina gator och trottoarer och kan köras när det är minusgrader utan att orsaka halka. Reducerar en stor del av vägdamm i gaturummet. Kan med fördel användas tillsammans med högtryckstvätt för att frigöra cementerat damm från vägytan. Korttidseffekter från städning med vakuumsug har hittills varit svårutvärderade, men sannolikt finns det en positiv effekt på partikelhalterna sett över en hel säsong, även om högtryckstvätt inte föregått städningen med vakuumsug.
Tidig vårstädning	Vårstädning utförs redan och måste därmed optimeras genom ytterligare en sandupptagning under höghaltsperioden. Bedöms ha potential att sänka PM10-halterna men åtgärden har inte testats eller utvärderats mot halter av PM10.
Optimerad halkbekämpning	Åtgärden utförs redan och måste därmed optimeras för att få någon ytterligare effekt. Bedöms ha potential att sänka PM10-halterna men åtgärden har inte testats eller utvärderats mot halter av PM10.
Hårdare asfaltsbeläggning	Svårt att utvärdera effekten på halterna av PM10 över tid. Hårdare asfalt ökar ofta bullernivåerna. Bedöms sänka PM10-halterna inledningsvis, men osäkert vad som händer efter några år.

Åtgärd	Bedömning
Bredspolningsmunstycke	Kortvarig effekt vid torra vägbanor som är svår att utvärdera. Bedöms ha en ytterst marginell påverkan på halterna av PM10.
Miljözon i ett område eller utvalda gator	Påskyndar omställningen av fordonsflottan och ökar på utvecklingstakten. Bedöms inte kunna bidra i någon större utsträckning till sänkta halter av NO ₂ på de gator med högst luftföroreningshalter.
Grönska vid väg	Någon omfattande trädplantering, hög häck eller liknande som kan försämra omblandningen i gaturummet på Hamngatan bör inte genomföras.
Kunskap, information och beteendepåverkan	Även om effekten är osäker så bedöms åtgärden kunna ha stor potential. Informations- och kommunikationsinsatser rekommenderas som ett led i förberedelserna för att införa eventuella kraftigare åtgärder (ökar ofta acceptansen och förståelsen).

Referenser

1. Linköpings kommun, Miljö och samhällsbyggnadsförvaltningen, Hållbarhet och miljökommunikation, Kerstingatan 2, 581 81 Linköping, Sara Johansson
2. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, NFS 2019:9.
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2019/nfs-2019-9.pdf>
3. SLB-rapport 22:2023. Kartläggning av luftföroreningshalter i Östergötlands län.
4. Airviro Dispersion: <https://www.airviro.com/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
5. Operational Street Pollution Model (OSPM):
<http://envs.au.dk/en/knowledge/air/models/ospm/>
6. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för år 2020. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, SLB-rapport 2022:2.
7. HBEFA-modellen <http://www.hbefa.net/e/index.html>
8. 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.
9. 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.
10. Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitets-förordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477
11. Miljö kvalitetsmål "Frisk luft": <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/frisk-luft/>
12. Trafikprognos år 2030. PM trafikciffror, André Alfonsson, daterad 2023-03-21
13. Luftkvalitetsförordning, SFS 2010:477, Miljödepartementet 2010.
14. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft: <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/frisk-luft/>
15. Dubbdäcksräkning: SLB-analys säsongen 2020/2021 och 2021/2022
16. Naturvårdsverkets anvisningar Handbok 2019:1, utgåva 1, januari 2019, Luftguiden, version 4.
17. Program för samordnad kontroll inom Östra Sveriges Luftvårdsförbunds samverkansområden år 2023 – 2025, SLB-analys, rapport 17:2023.
18. Gustafsson, M., Bennet, C., Blomqvist, G., Johansson, C., Norman, M., Sjövall, B. 2011. Utvärdering av städmaskiners förmåga att minska PM10-halter, VTI rapport 707.
19. Gustafsson, M., Järtskog, I., Blomqvist, G., Lundberg, J., Norman, M., & Janhäll, S. (2022). Effekt på dammförråd och PM10-halter av tunnelstädning. Statens väg-och transportforskningsinstitut
20. Elmgren, M., Norman, M. 2019. Inverkan av bullerreducerande asfalt på PM10-halter och emissioner längs E4, SLB 35:2019
21. Norman, M., Elmgren, M., Johansson, C., Engardt, M. 2022. Effekt av variabel hastighet (VH) på emissioner och luftkvalitet vid E4/E20 Hallunda, SLB 30:2022,
22. Johansson, C. och Burman, L. 2013. Lokala avgifter på dubbdäck i Norge, SLB 3:2013.

23. Amorim, J. Rapport från Formasprojekt 2017-01960; Grön infrastruktur och klimat i Nordiska städer, idag och i framtiden: kunskapsläget och kunskapsluckor om interaktioner och effekter (G.I.Nord), 2020.
24. Handlingsplan för partiklar, PM10 2021–2026. Samhällsbyggnadsnämnden, 2020-08-06.
25. SLB-rapport 43:2022. Halter av partiklar, PM10, och kvävedioxid, NO₂, vid skolor och förskolor samt effekter av olika åtgärder.
26. SLB-rapport 10:2023. Luften i Stockholm, årsrapport 2022.
27. Quantification of population exposure to NO₂, PM2.5 and PM10 and estimated health impacts 2019. IVL rapport B 2446. Juni 2011.
28. Luftföroreningar och hälsa:
http://dok.slso.sll.se/CAMM/Faktablad/Luftfororeningar_och_halsa_stockholm_webb.pdf
29. Luft och Miljö - Barns hälsa:
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-1303-5.pdf?pid=21462>
30. Luftföroreningar och astma: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/EHP3766>
31. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization, 2021.

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

Bilaga 1

Hälsoeffekter av luftföroreningar och WHO:s nya riktvärden

Det finns tydliga samband mellan luftföroreningar och negativa effekter på människors hälsa. I Sverige beräknas luftföroreningar årligen orsaka ungefär 6 700 fall av för tidig död [27].

Hälsoeffekter konstateras även om luftföroreningshalterna underskrider gällande gränsvärden. Renare luft sparar liv och innebär en bättre hälsa för flertalet [28]. Barn är mer känsliga än vuxna eftersom de generellt tillbringar mer tid utomhus samt att deras lungor inte är färdigutvecklade [29]. Människor som redan har sjukdomar i hjärta, kärl och lungor riskerar att bli sjukare av luftföroreningar. Äldre människor löper större risk än yngre att få en hjärt- och kärlsjukdom och risken att dö i förtid av sjukdomen ökar om de utsätts för luftföroreningar [28]. Luftföroreningar kan utlösa astmaanfall hos både barn och vuxna [30].

År 2021 publicerade Världshälsoorganisationen, WHO, nya riktvärden för utomhusluft efter en översyn av kunskapsläget med fokus på hälsoeffekter kopplade till luftföroreningar [31]. Riktvärdena skärptes kraftigt jämfört med tidigare rekommendationer från år 2005, eftersom forskningen har visat på allt tydligare och allvarigare hälsokonsekvenser av luftföroreningar. WHO:s nya riktvärden utgör en central del i EU:s pågående översyn av det gällande luftkvalitetsdirektivet, som även ligger till grund för de svenska miljökvalitets-normerna. I tabellerna nedan visas WHO:s nya riktvärden för partiklar, PM10 och kvävedioxid, NO₂.

Resultatet i denna utredning har i huvudsak inte jämförts mot WHO:s nya riktvärden. Däremot är de nya riktvärdena viktiga att känna till eftersom de tydliggör vikten av att nå så låga luftföroreningshalter som möjligt för att motverka negativa hälsokonsekvenser.

WHO:s nya riktvärden för partiklar, PM10 [31].

Tid för medelvärde	Riktvärde (µg/m ³)	Anmärkning
År	15	Medelvärde under ett kalenderår
Dygn	45	Antalet dygn med halt över 45 µg/m ³ får inte vara fler än 3–4 per kalenderår

WHO:s nya riktvärden för kvävedioxid, NO₂ [31].

Tid för medelvärde	Riktvärde (µg/m ³)	Anmärkning
År	10	Medelvärde under ett kalenderår
Dygn	25	Antalet dygn med halt över 25 µg/m ³ får inte vara fler än 3–4 per kalenderår
Timme	200	Föroreningsnivån får inte överstiga 200 µg/m ³ under en timme under ett kalenderår.