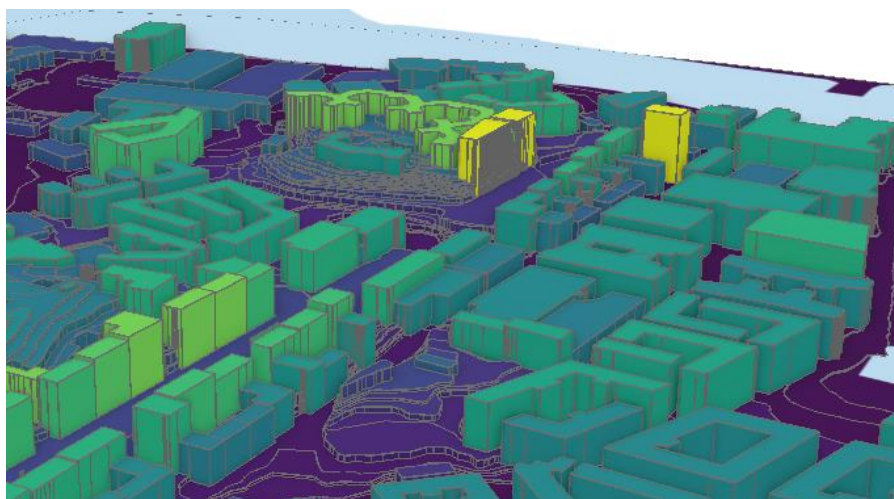


Liljeholmen – ny bebyggelse längs Södertäljevägen

Spridningsberäkningar för halter av partiklar, PM10, år 2040

Sanna Silvergren



Utfört på uppdrag av Exploateringskontoret
Stockholms stad

SLB-analys, september 2023

SLB 27:2023





Uppdragsnummer	2023019
Daterad	2023-09-06
Handläggare	Sanna Silvergren
Status	Granskad av Beatrice Säll

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.

Uppdragsgivare för utredningen är Exploateringskontoret Stockholm [1].

Innehåll

Sammanfattning	1
Inledning	3
Beräkningsunderlag	4
Planområde och trafikmängder som använts för beräkningarna	4
Spridningsmodeller	5
Miljö kvalitetsnormer.....	9
Partiklar, PM10	9
Miljö kvalitetsmål	10
Partiklar, PM10	10
Resultat.....	11
Halter av PM10 för planförslaget år 2040.....	11
Årsmedelvärden	11
Dygnmedelvärden	13
Halter på cykel- och gångnätet år 2040	14
Bedömning av halter för en uppdaterad trafikprognos.....	15
Diskussion.....	16
Osäkerheter i beräkningarna	17
Flödesrelaterade osäkerheter i Miskam-modellen.....	17
Referenser	18
Bilaga 1	20
Hälsoeffekter av luftföroreningar och WHO:s nya riktvärden.....	20

Sammanfattning

I Liljeholmen planeras ny bebyggelse längs med Hägerstensvägen och Södertäljevägen. I samband med detta planeras Södertäljevägen att omformas till stadsgata och får då en lägre hastighetsgräns, 40 km/h.

År 2018 och år 2021 har SLB-analys utfört ett antal beräkningar av partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂) med ett flertal olika variabler (andel dubbade vinterdäck, gaturumsbredd, trafikflöde, andel tung trafik, planområdesutformningar mm) [24, 25]. Resultaten från beräkningarna visade att miljö kvalitetsnormen för PM10 var svår att klara med de givna förutsättningarna.

Planarbetet har nu utmynnat i ett utvalt scenario som har ändrats från föregående utredning med avseende på byggnadsstrukturer och med en uppdaterad trafikprognos för år 2040. SLB-analys har på uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholm genomfört beräkningar för luftkvaliteten i området år 2040 enligt nuvarande planförslag. Beräkningarna har utförts för PM10 och halter har jämförts med miljö kvalitetsnormer för partiklar, PM10, och det nationella miljömålet Frisk Luft.

Resultat

I plan- och bygglagen anges att planläggning inte får medverka till att en miljö kvalitetsnorm överskrids. Miljö kvalitetsnormen för halten av partiklar, PM10, i utomhusluften består av två olika normvärden definierade i Luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477).

Miljö kvalitetsnormen för PM10 klaras intill fasad vid planerad och befintlig bebyggelse. Beräknade dygnsmedelvärden av PM10 uppgår till maximalt cirka 45 µg/m³ vid kommande fasader, vilket innebär att miljö kvalitetsnormen 50 µg/m³ klaras. Inom programområdet överskrids miljö kvalitetsnormen för PM10 dygnsmedelvärde på Södertäljevägens vägbana.

Det nationella miljömålet Frisk luft uppfylls inte längs med Hägerstensvägen eller Södertäljevägen fram tills brofästet till Liljeholmsbron.

Enligt beräkningarna ligger beräknade PM10 dygnsmedelhalter under miljö kvalitetsnormens gränsvärde vid de planerade gång- och cykelvägarna som löper längs med vägarna invid planområdet förutom inom en cirka 5 meter lång sträcka vid korsningen till Hägerstensvägen. Halter över norm återfinns även på ett par platser där gång- och cykelbanan korsar Södertäljevägen. På vissa sträckor ligger halten nära normvärdet och då det finns osäkerheter i modellen kan överskridande inte helt uteslutas. Resultaten av beräkningar visar även att halterna ligger över miljömålet för frisk luft på merparten av cykel- och gångstråken i anslutning till planområdet.

Diskussion

Även om miljö kvalitetsnormerna klaras i planområdet är det viktigt med så låg exponering av luftföroreningar som möjligt för människor som bor och vistas i området. Särskilt känsliga för luftföroreningar är barn, gamla och människor som redan har sjukdomar i luftvägar, hjärta eller kärl.

Enligt planförslaget, som kan ses i Figur 1, planeras fyra förskolegårdar i delar av planområdet som vetter från Södertäljevägen. Miljömålet beräknas att uppnås på förskolegårdarna.

Osäkerheter för beräkningarna

I beräkningarna finns osäkerheter vad gäller prognoser för trafikflöden och framtida utsläpp från vägtrafiken, t.ex. utvecklingen och användningen av olika bränslen, motorer och däck. Vad gäller sammansättning av olika fordonstyper och utveckling av andelen dieselfordon följer beräkningarna Trafikverkets prognoser för år 2040. För framtida däckanvändning har antagits en dubbdäcksandel vintertid på 40 % på lokalgator och 45 % på E4/E20. Det använda dubbdäcksandelarna är konservativa och i linje med Trafikverket mätningar i Stockholm det senaste året, vilket är högre än de nivåer som mäts i innerstan av SLB-analys. Det kan betraktas som ett värsta fall.

Inledning

I Liljeholmen planeras ny bebyggelse längs med Hägerstensvägen och Södertäljevägen. I samband med detta planeras Södertäljevägen att omformas till stadsgata. År 2040 kommer hastighetsgränsen vara sänkt till 40 km/h.

År 2018 utförde SLB-analys översiktliga beräkningar av partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂) med ett flertal olika variabler (andel dubbade vinterdäck, gaturumsbredd, trafikflöde, andel tung trafik mm) för att se hur dessa parametrar påverkade utsläppen och beräknad halt [24]. Beräkningarna för år 2035 visade att miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid kunde klaras med god marginal medan normen för PM10 var svårare att klara med de givna förutsättningarna.

År 2021 genomfördes spridningsberäkningar för luftföroreningshalter år 2040 för tre olika utbyggnadsscenarier. De tre scenarierna, Väst, Öst och Kombo, beräknades med trafikflöden för nuläget år 2020 och med en trafikprognos för år 2040 [25]. Även i denna utredningen var normen för PM10 svår att klara med de givna förutsättningarna.

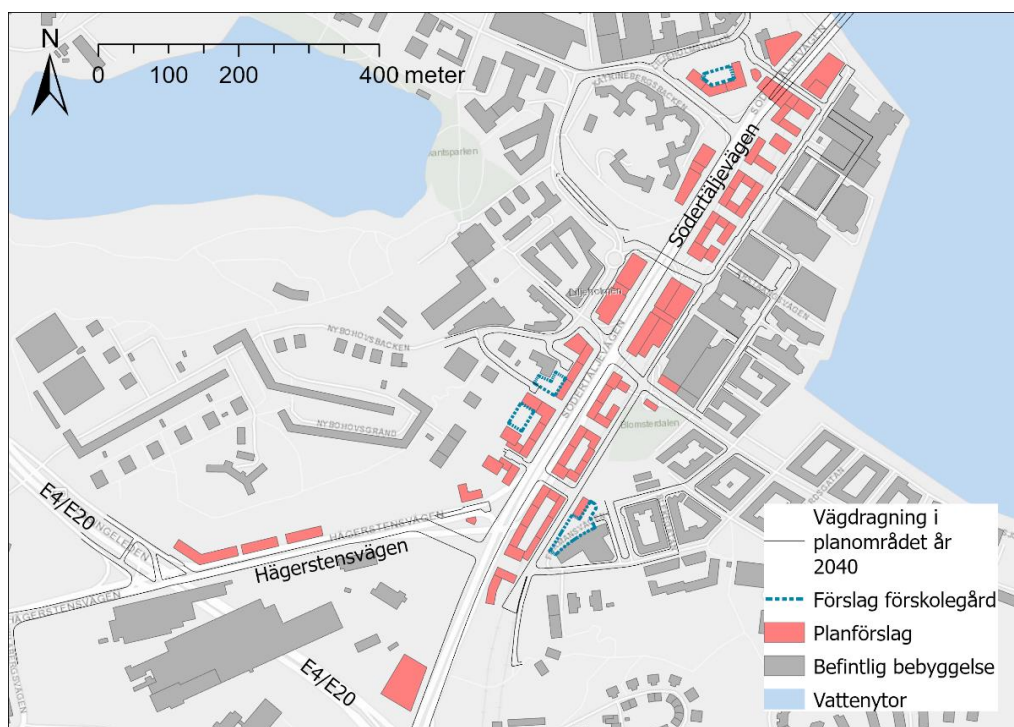
Planarbetet har nu utmynnat i ett utvalt scenario (Väst) som dock har ändrats från föregående utredning med avseende på byggnadsstrukturer och med en uppdaterad trafikprognos för år 2040.

I denna utredning har beräkningar gjorts för halter av partiklar, PM10 i utomhusluften vid den nya bebyggelsen. PM10 är den luftförorening som har de högsta nivåerna i jämförelse med de miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål som finns definierade till skydd för människors hälsa år 2040.

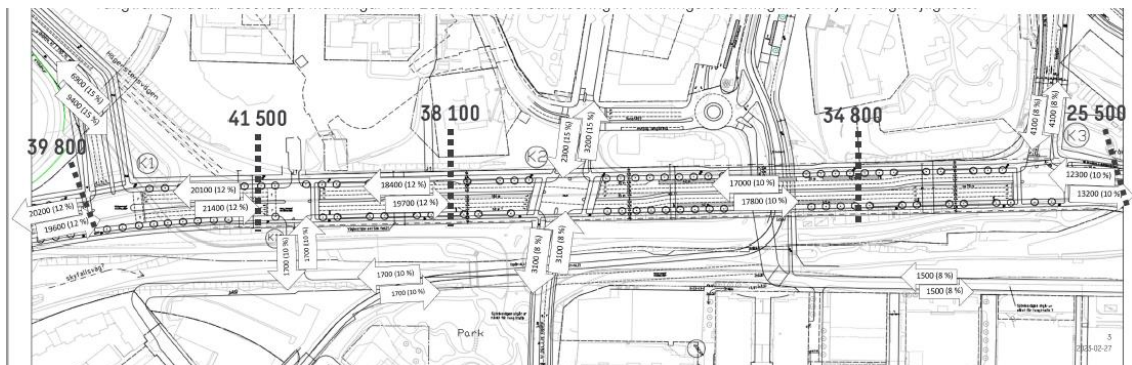
Beräkningsunderlag

Planområde och trafikmängder som använts för beräkningarna

I Figur 1 visas aktuellt planområde med förslag till ny bebyggelse längs med Södertäljevägen i Liljeholmen, Stockholm. I förslaget uppförs byggnader längs med Södertäljevägen, från brofästet till Liljeholmsbron i norr till korsningen där E4/E20 passerar på bro i söder. I förslaget ingår även bebyggelse på norra sidan om Hägerstenvägen, strax öster om påfarten till E4/E20. I Figur 2 visas prognoser för trafikflöden för Södertäljevägen samt tvärgator år 2040. Även andelen tung trafik framgår i figuren och är 10–12% på Södertäljevägen och 15% på Hägerstenvägen. Trafikprognoserna har gjorts av Sweco [4]. År 2040 kommer hastighetsgränsen vara sänkt på Södertäljevägen i höjd med planområdet, från dagens 60 km/h till 40 km/h.



Figur 1. Aktuellt planförslag för ny bebyggelse vid Södertäljevägen i Stockholm år 2040.



Figur 2. Prognoser för totala trafikflöden som årsmedeldygn och tung trafikandel på Södertäljevägen samt tvärgator år 2040.

Spridningsmodeller

Beräkningar av luftföroreningshalter har gjorts med en gaussisk spridningsmodell integrerad i Airviro [5]. Meteorologin för spridningsmodellen tas från Airviro's vindmodell [5], som drivs av klimatologiska vind- och temperaturprofiler. För att få en mer detaljerad bild av hur byggnaderna påverkar spridningen har även en CFD-modell används [6]. I CFD-beräkningarna tas hänsyn till de effekter på luftföroreningshalten som uppstår i de gaturum som bildas när planerad bebyggelse är uppförd samt topografin och väghöjd (broar).

Meteorologi - gaussmodellen

Variationer i de meteorologiska förhållandena leder till att halten av luftföroreningar varierar mellan olika år. När luftföroreningshalter jämförs med miljö kvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till Airviro's vindmodell används därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1998-2019). De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 50 meter hög mast i Högdalen i Stockholm och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer samt solinstrålning.

Airviro's vindmodell genererar ett lokalt anpassat vindfält för hela beräkningsområdet genom att ta hänsyn till variationer i de lokala topografiska förhållandena, friktionseffekter (markens ”skrovlighet”) och vertikala värmeflöden.

Gaussmodell i Airviro

Airviro's gaussiska spridningsmodell används för att beräkna den horisontella fördelningen av luftföroreningshalter två meter över markytan. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. I beräkningarna används en variabel gridstorlek som är beroende av storleken på emissionerna från vägar och skorstenar. Gridrutornas storlek varierar mellan 25×25 kvadratmeter till 500×500 kvadratmeter, där de minsta gridrutorna skapas där det är störst utsläpp. För att beskriva haltbidragen från utsläppskällor som ligger utanför det aktuella planområdet har beräkningar gjorts för hela Stockholms och Uppsala län. Haltbidragen från källor utanför länen baseras på mätningar i bakgrundsluft. Bakgrundshalterna antas oförändrade mellan nuläget och 2040.

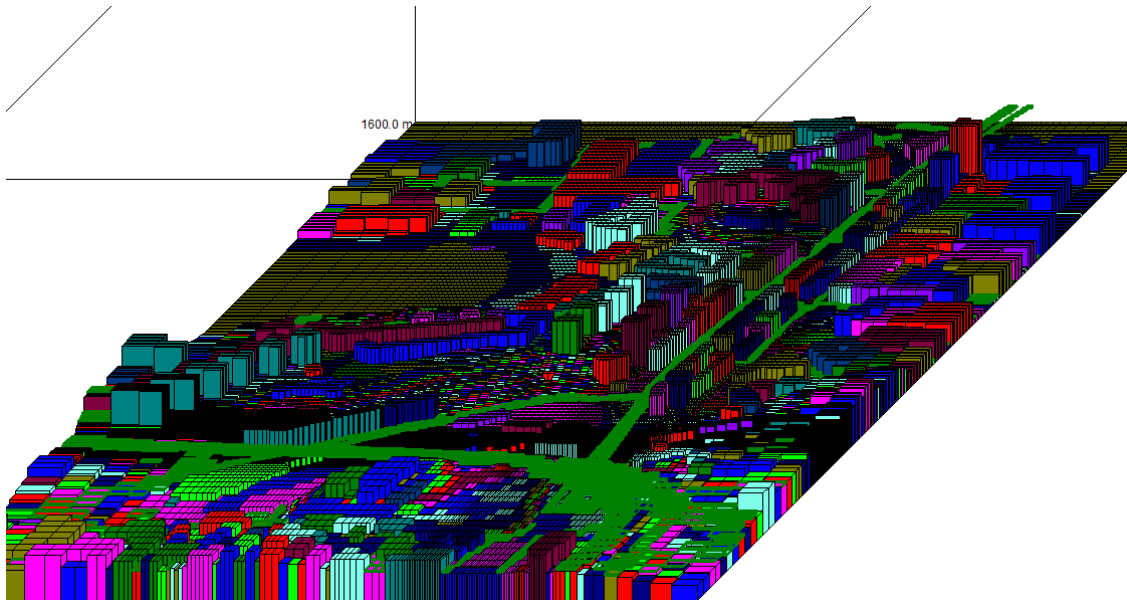
CFD modellen - Miskam

För att kunna uppskatta vilken effekt den nya bebyggelsen har på spridningen av utsläppen på Södertäljevägen och Hägerstenvägen har beräkningar utförts med CFD-modellen Miskam [6]. CFD-modeller (Computational Fluid Dynamics) används som ett komplement till de traditionella modellberäkningarna med gaussmodellen. CFD-modeller används i miljöer med komplicerad geometri, som till exempel stadsbebyggelse, vägbroar och tunnelmynningar.

Beräkningsdomän och upplösning i Miskam-modellen

Beräkningsdomän är det område för vilket beräkningarna utförts. Domänen i denna utredning har en horisontell utbredning på 900 meter gånger 1600 meter. Upplösningen på modellen varierar mellan 2 och 50 meter beroende på läge i domänen. Den vertikala utsträckningen sträcker sig mellan marknivå upp till 500 meter. Beräkningscellernas vertikala upplösning (Δz) är 0,5 meter mellan marken och upp till 40 meters höjd och 0,5 - 1 m från 40 m upp till 70 m. Från 70 höjd och uppåt avtar upplösningen successivt från Δz

= 1 meter till $\Delta z = 50$ meter. Spridningen längs med Södertäljevägen har beräknats med upplösning 2 meter x 2 meter x 0,5 meter, i x-, y- och z-led. En del av den uppbyggda topografin i modellen visas i Figur 3. Vid konstruerandet av beräkningsdomänen, val av upplösning och utsträckning, har arbetet följt så kallade ”best practice guidelines” för högupplösta flödesberäkningar i urban miljö [23].



Figur 3. Beräkningsgrid samt uppbyggd topografi i Miskam som visar höjder av mark och bebyggelse. Vägarna visas i nollplan i figuren men ligger upphöjda på broar mm i beräkningarna.

Strömnings- och spridningsberäkningar i Miskam-modellen

Strömningsberäkningar genomfördes för 36 olika vindriktningar, 0° , 10° , 20° o.s.v. Vindhastigheten sattes till 10 m/s på 100 meters höjd över marken. Detta resulterade i 36 olika tredimensionella strömningsfält. För var och ett av dessa strömningsfält beräknades spridningen av luftföroreningar från vägtrafiken.

Emissionerna från vägnätet representeras i beräkningarna av så kallade volymkällor. Inom volymerna, som sträcker sig 3 meter över vägbanan, antas utsläppen från fordonen vara homogent fördelade och momentant omblandade.

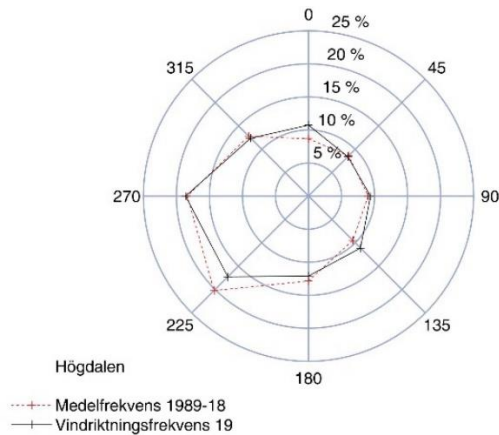
Meteorologi i Miskam

Miskam har en funktion som gör det möjligt att utifrån meteorologiska mätdata göra en statistisk skalning av de beräknade spridningsfallen, och få fram en beräknad årsmedelhalt. De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 50 meter hög mast i Högdalen i södra Stockholm. Som indata till den statistiska omskalningen i Miskam har meteorologiska mätdata från en tioårsperiod (1998 - 2008) använts.

Den statistiska skalningen baseras på uppmätt vindriktning, vindhastighet och luftens temperaturskiktning. Luftens skiktning är viktig eftersom den har stor inverkan på hur den vertikala omblandningen och hur luftföroreningar sprids i höjddled. Vid neutral skiktning är den höjdmässiga temperaturförändringen sådan att vertikala luftrörelser är opåverkade, det vill säga de varken dämpas eller förstärks. Stabil skiktning innebär att den

vertikala omblandningen motverkas. Vid instabil skiktning gynnas vertikal omblandning, och luftföroeningarna i luften späds snabbt ut.

I Stockholmsområdet är vindar från syd till väst de vanligaste, vilket innebär att i den statistiska skalningen ges spridningsfall för dessa vindriktningar en hög viktning. Figur 4 visar uppmätt vindriktning år 2019 samt flerårsmedelvärde år 1989 - 2018 vid Högdalen i Stockholm [26].



Figur 4. Uppmätt vindriktning år 2019 samt flerårsmedelvärde år 1989 - 2018 vid Högdalen, Stockholm [26].

Urbana bakgrundshalter i Miskam

Miskam-modellen beräknar bara halterna utifrån de lokala utsläppen från trafiken inom beräkningsområdet. För att ta hänsyn till haltbidragen från utsläppskällor som ligger utanför det aktuella området har urbana bakgrundshalter adderats till de beräknade halterna av PM10. Beräkning av de urbana och regionala bakgrundshalterna i området kring nybyggnationen har gjorts utifrån haltberäkningar med Airviro gaussmodell.

Emissioner

Emissionsdata utgör nödvändiga indata för alla spridningsmodeller. Beräkningarna har utgått från Östra Sveriges Luftvårdsförbunds emissionsdatabas [7]. I databasen finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Stockholmsregionen är vägtrafiken den dominerande källan till luftföroeningar. Emissionsdatabasen innehåller information om bl.a. kväveoxider, kolväten samt avgas- och slitagepartiklar.

Vägtrafikens utsläpp av avgaspartiklar är beskrivna med emissionsfaktorer år 2040 för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen (ver. 4.1). HBEFA [8] är en europeisk emissionsmodell för vägtrafik, som här har anpassats till svenska förhållanden. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) gäller för år 2040. Fordonens utsläpp av avgaspartiklar antas minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU samt ökade andelar av elfordon.

Slitagepartiklar i trafikmiljö orsakas främst av dubbdäckens hamrande på vägbanan men bildas också vid slitage av bromsar och däck. Längs starkt trafikerade vägar utgör slitagepartiklarna huvuddelen av PM10-halterna. Under perioder med torra vägbanor

vintertid kan haltbidraget från dubbdäckslitage vara 80 - 90 % av totalhalten PM10. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar utifrån olika dubbdäcksandelar baseras på NORTRIP-modellen [9, 10].

SLB-analys och Trafikverket gör återkommande mätningar av dubbdäcksandelar i Stockholm [11, 27, 28]. Trenden visar att dubbdäcksanvändningen minskat i Stockholmsområdet sedan år 2010. Mätningarna visar även att dubbdäcksandelarna är lägst på gator med dubbdäcksförbud, däribland närliggande Hornsgatan. Dubbdäcksandelen är även lägre in Stockholms innerstad jämfört med kranskommuner samt infartsleder. Inga dubbdäcksundersökningar finns tillgängliga för Södertäljevägen.

För beräkningarna år 2040 används emissionsfaktorer motsvarande dubbdäcksandelar på 40% för personbilar och lätta lastbilar på alla vägar utom E4/E20 där dubbdäcksandelar har satts till 45%. Det antagandet konservativt i linje med Trafikverkets senaste undersökning [27] som visat på högre andelar än SLB-analys dubbundersökningar. Det innebär också ett antagande att dubbdäcksandelen behålls från nuläget tills 2040. Antagandet om dubbdäcksandelar kan därmed betraktas som ett värsta fall. Det kan noteras att dubbdäcksandelarna i innerstan var ca 25 % på gator utan dubbdäcksförbud vintern 2022.

Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer 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 miljö kvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar [12].

Vid planering och beslut ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljö kvalitetsnormen. I plan- och bygglagen anges bl.a. att planläggning inte får medverka till att en miljö kvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly [12].

Miljö kvalitetsnormer 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 miljö kvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

Partiklar, PM10

I Tabell 1 visas miljö kvalitetsnormen 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. Miljö kvalitetsnorm för partiklar, PM10, avseende skydd av hälsa [12].

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

Miljökvalitetsmål

Det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag [13]. 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. Miljökvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljökvalitetsmålen.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft omfattar preciseringar för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd, marknära ozon, ozonindex och korrosion [13].

Partiklar, PM10

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 [13].

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

Resultat

Beräkningarna som redovisas har utförts med en CFD-modell och en gaussisk modell. Halterna är beräknade två meter ovan mark för ett meteorologiskt normalt år. Totala föroreningshalter i luften har beräknats för att kunna jämföra luftkvaliteten med miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft. I figurerna som följer redovisas resultatet av spridningsberäkningarna för totala halter av partiklar, PM10, vid planområdet. Halterna redovisas i mikrogram per kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). I totala halter ingår förutom haltbidrag orsakade av vägtrafiken kring planområdet även haltbidrag orsakade av utsläpp från övrig vägtrafik, industri mm samt bakgrundshalter som innefattar haltbidrag från regionen och intransport av luftföroreningar från andra länder.

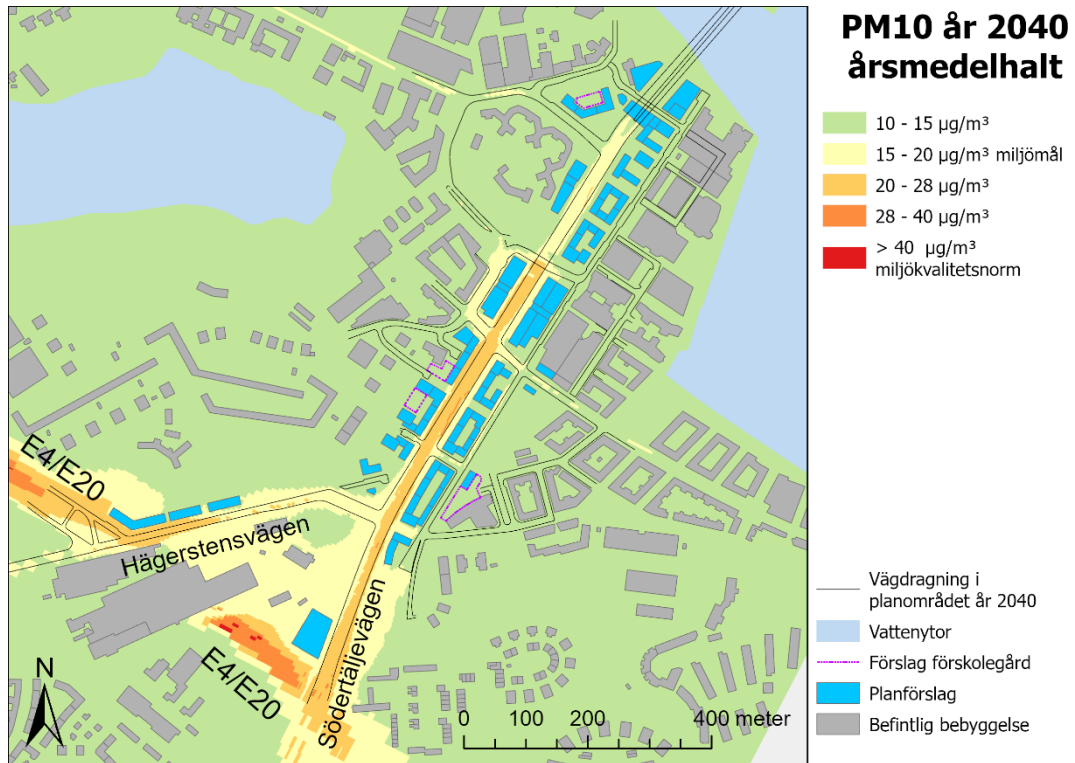
Halter av PM10 för planförslaget år 2040

Årsmedelvärden

I Figur 5 visas beräknade årsmedelvärden av partiklar, PM10 år 2040 efter genomförandet av planförslaget. Miljö kvalitetsnormen är $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och miljö kvalitetsmålet är $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den planerade bebyggelsen längs Södertäljevägen samt vid Hägerstensvägen visas som blå polygoner.

Vid utbyggnad enligt planförslaget kommer miljö kvalitetsnormen $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras överallt i planområdet. Årsmedelvärdet av PM10 vid den nya bebyggelsen vid Hägerstensvägen samt i ett kvarter i mitten av planområdet på Södertäljevägen är beräknat till $20\text{--}28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Längs större delen av Södertäljevägen är halterna $15\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid fasader på planerad bebyggelse. Något lägre halter ($10\text{--}15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) återfinns vid byggnader intill brofästet till Liljeholmsbron i den norra delen av planområdet vilket beror på att halter i marknivå redovisas.

Det strängare miljö kvalitetsmålet $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde av partiklar, PM10, uppnås inte i stora delar av planområdet. Framförallt fasader i anslutning till Södertäljevägen har halter över miljömålet. Däremot så beräknas miljömålet att klaras aningen vid fasader mot innegårdar eller sidan som vetter bort från de mest trafikerade vägarna för majoriteten av de planerade byggnaderna.



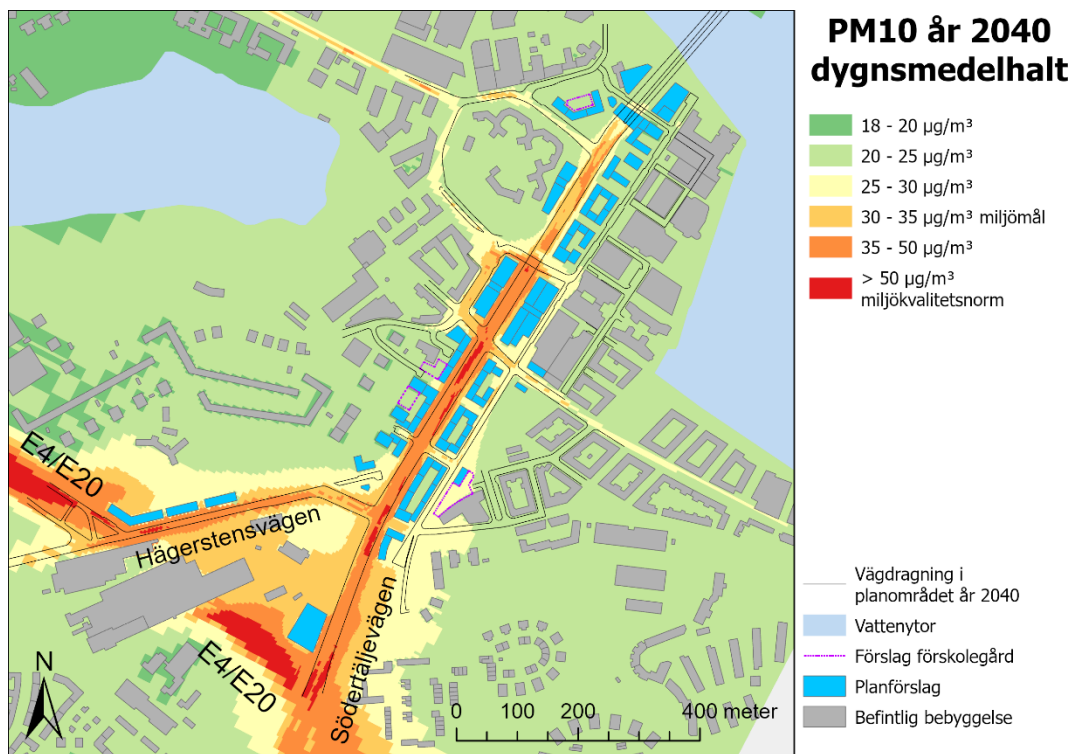
Figur 5 . Beräknad årsmedelhalt av partiklar, PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) år 2040 efter genomfört planförslag längs Södertäljevägen. Halterna gäller 2 m ovan gatunivån för ett normalt meteorologiskt år. Den planerade bebyggelsen visas som blå polygoner.

Dygnsmedelvärden

I Figur 6 visas beräknade dygnsmedelvärden av partiklar, PM10 (36:e högsta dygnsvärdet), år 2040 efter genomförandet av planförslaget. Miljökvalitetsnormen är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och miljökvalitetsmålet är $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den planerade bebyggelsen visas som blå polygoner.

Vid utbyggnad enligt planförslaget beräknas halter vara över miljökvalitetsnormen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på delar av Södertäljevägen och Hägerstensvägens vägbanor. Generellt beräknas halterna vid kommande fasader som vetter mot Södertäljevägen och Hägerstensvägen vara över miljömålet $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ men under miljökvalitetsnormen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dygnsmedelvärdet vid fasader på den planerade bebyggelsen är som högst beräknat att vara cirka $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vid majoriteten av byggnaderna inom planområdet finns en fasad som vetter mot ett område med mindre trafik och där återfinns lägre halter, under miljömålet $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De två byggnader som är belägna allra närmast E4/E20 påverkas mest av utsläppen på motorvägen. Den förhärskande vindriktningen i Stockholmsregionen är sydvästlig, vilket bidrar till att föroreningarna på E4/E20 ofta förs mot den planerade bebyggelsen. Vid dessa två byggnader beräknas halter över miljömålet i stor utsträckning runt om byggnaderna.

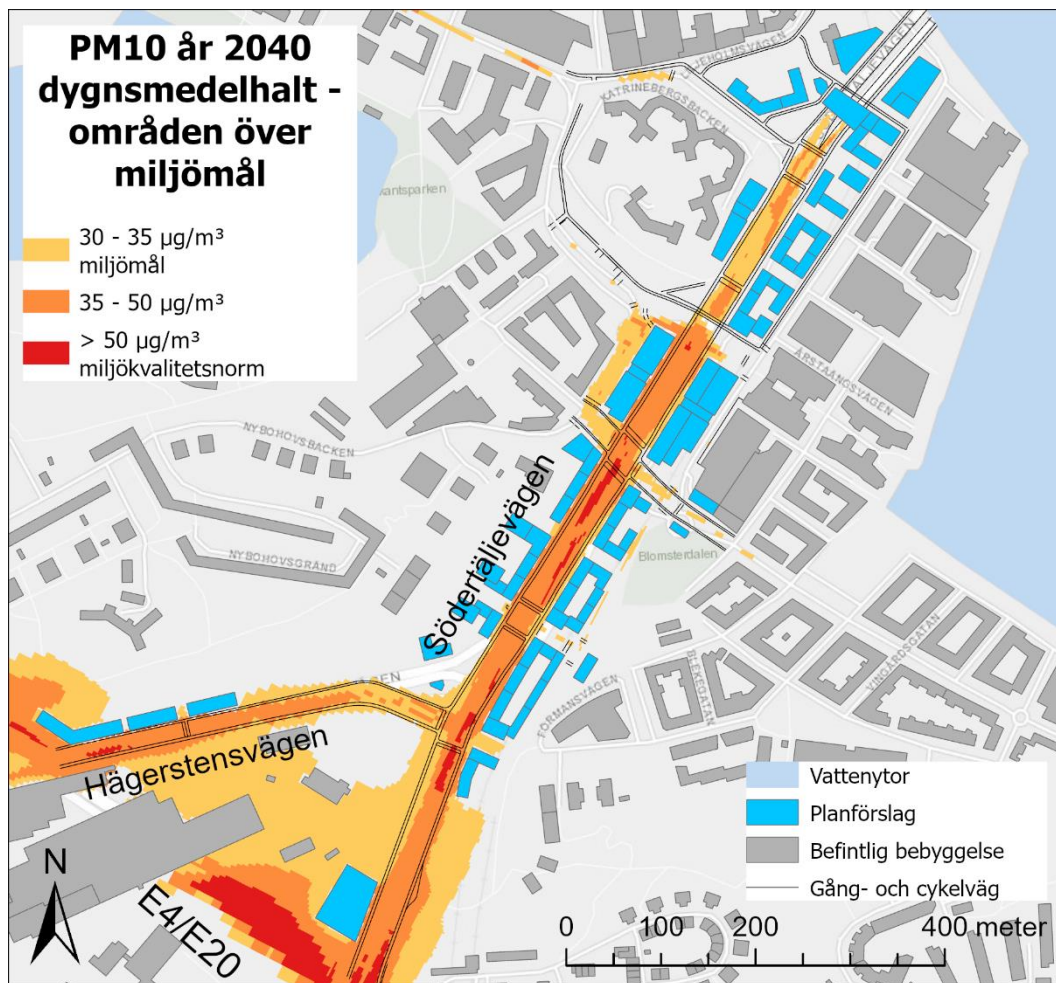


Figur 6. Beräknad dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 36:e högsta dygnsvärdet år 2040 efter genomfört planförslag längs Södertäljevägen. Halterna gäller 2 m ovan gatunivån för ett normalt meteorologiskt år. Den planerade bebyggelsen visas som blå polygoner.

Halter på cykel- och gångnätet år 2040

I Figur 7 framgår dygnsmedelhalter av PM10 och gång- och cykelvägar inom beräkningsområdet i de delar där miljömålet inte uppnås. Enligt beräkningarna ligger beräknade PM10 dygnsmedelhalter under miljökvalitetsnormens gränsvärde vid de planerade gång- och cykelvägarna som löper längs med vägarna invid planområdet förutom inom cirka 5 meter (en beräkningsruta) lång sträcka i korsningen till Hägerstensvägen. Halter över norm återfinns även på ett par platser där gång- och cykelbanan korsar Södertäljevägen. På vissa sträckor ligger halten nära normvärdet men eftersom det finns osäkerheter i modellen kan överskridande inte helt uteslutas. Samtidigt är de beräknade halterna över norm på den 5x1 meter stor beräkningsrutan inte heller ett exakt mått.

Resultaten av beräkningar visar även att halterna ligger över miljömålet för frisk luft på merparten av cykel- och gångstråken i anslutning till planområdet.



Figur 7. Beräknad dygnsmedelhalt av partiklar i områden där miljömålet inte klaras, PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 36:e högsta dygnsvärdet år 2040 efter genomfört planförslag längs Södertäljevägen. Halterna gäller 2 m ovan gatunivån för ett normalt meteorologiskt år. Den planerade bebyggelsen visas som blå polygoner och ytterkanterna på gång- och cykelvägar syns som svarta linjer.

Diskussion

Även om miljö kvalitetsnormerna klaras i planområdet är det viktigt med så låg exponering av luftföroreningar som möjligt för människor som bor och vistas i området. Detta beror på att det inte finns någon tröskelnivå under vilken inga negativa hälsoeffekter kan uteslutas. Särskilt känsliga för luftföroreningar är barn, gamla och människor som redan har sjukdomar i luftvägar, hjärta eller kärl.

Vid bebyggelse längs med trafikerade gaturum kommer byggnaderna att hindra en effektiv utvädring av utsläppen som sker på vägen. Det medför att halterna ökar på den sidan av bebyggelsen som vetter mot vägen. Bakomliggande områden kommer också att få minskad inverkan av utsläpp från den bebyggda vägen i och med att bebyggelsen har en avskärmande effekt. Detta medför att människor som vistas vid Södertäljevägen i planområdet får en ökad exponering av luftföroreningar i jämförelse med om Södertäljevägen skulle förbli en öppen väg.

Enligt planförslaget, som kan ses i Figur 1, planeras fyra förskolegårdar i delar av planområdet som vetter från Södertäljevägen. Miljömålet beräknas att uppnås på förskolegårdarna, vilket är positivt. Två av förskolegårdarna är dock placerade mindre skyddat jämfört med de övriga två eftersom de ligger i nära anslutning till tvärgator till Södertäljevägen. Mellan kvarteren kommer trafikutsläppen i viss mån kunna smita in och nå förskolornas gård. Luftkvaliteten på förskolegårdarna kan förbättras genom att sätta upp skärm eller plank kring förskolegårdarna i de delar som är i direkt anslutning till vägar.

För att minska exponeringen av luftföroreningar pågår idag åtgärder på lokal och regional nivå samt inom EU. Utsläppskrav för fordon inom EU skärps regelbundet för ny tillverkade fordon. Man har infört trängselavgift, miljözoner och lokala dubbdäcksförbud i Stockholm. För att minska partikelhalterna genomförs sedan ett tiotal år tillbaka intensiv dammbindning framförallt inom vårvintern. Stadens mål är att biltrafikarbetet, det vill säga antalet körda kilometer, ska minska med 30 procent fram till år 2030 jämfört med 2017 [29].

Osäkerheter i beräkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter och systematiska fel. För att säkerställa kvaliteten i beräkningarna kalibreras modellerna genom att jämföra de beräknade halterna med mätningar på platser och under perioder där det finns kvalitetssäkrade observationer. Systematiska skillnader mellan observerade och beräknade halter har använts för att ta fram korrektionsfaktorer som appliceras på modellresultaten.

Det finns inga fastställda kriterier vad gäller kvaliteten på beräkningar av framtida halter vid olika planer och tillståndsärenden. Däremot finns krav på beräkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer och enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet [2] ska avvikelserna i beräknade årsmedelvärden för NO₂ vara mindre än 30 % och för dygnsmedelvärden ska den vara mindre än 50 %. För PM10 ska avvikelserna vara mindre än 50 % för årsmedelvärden (krav för dygnsmedelvärden saknas).

I rapporten SLB 50:2021 [14] presenteras beräkningsmetoderna som används av SLB–analys vid luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer. Rapporten redovisar också vilka osäkerheter som finns i beräkningarna samt jämförelser mellan uppmätta halter och beräknade halter efter att korrektion genomförts. Sammanfattningsvis konstateras att de genomsnittliga avvikelserna efter justeringar både för PM10 och NO₂ är mindre än 10 % från uppmätta halter, vilket betyder att kvalitetskraven på beräkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer uppfylls med god marginal.

För beräkningar av halterna i framtida scenarier (planer och tillståndsärenden) appliceras samma korrigeringar av de beräknade halterna som erhållits från jämförelserna med mätdata. Därför blir osäkerheterna i framtidsscenarierna i hög grad beroende av förutsättningarna som scenariot baseras på, t ex förväntade framtida trafikflöden och prognosticerad användning av bränslen, motorer och däck. För de totala halterna i framtidsscenarier bidrar också bakgrundshalternas utveckling till osäkerheterna. I denna studie har vi antagit oförändrade bakgrundshalter, vilket är en förenkling.

Flödesrelaterade osäkerheter i Miskam-modellen

Modellberäkningar av luftens flöde innehåller osäkerheter eftersom det inte går att ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka luftens strömning. Beräkningarna tar inte hänsyn till mindre utskjutande geometrier hos bebyggelsen, som t.ex. balkonger, portik, eller liknande, vars geometriska omfattning är på samma skala som modellens upplösning. Kvaliteten på indata, och val av numerisk metod, är två andra parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. CFD-beräkningar anses dock tillförlitliga och används inom en rad olika vetenskapliga områden.

Referenser

1. Exploateringskontoret, Stockholm Stad.
2. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, NFS 2019:9:
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2019/nfs-2019-9.pdf>
3. Miljökvalitetsnormer för luft, En vägledning för detaljplanläggning med hänsyn till luftkvalitet. Länsstyrelsen i Stockholms län 2005.
4. Södertäljevägen, Trafikflöden dygn 2023-02-27, Sweco.
5. Airviro Dispersion:
<https://www.airviro.com/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
6. MISKAM-modellen : <http://www.lohmeyer.de/en/node/195>
7. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för ABCDEIX-län år 2020. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, SLB-rapport 2:2022.
8. HBEFA-modellen version 4.1: <http://www.hbefa.net/e/index.html>. INFRAS Research and Consulting augusti 2019.
9. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, 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.
10. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, 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.
11. Användning av dubbdäck i Stockholms innerstad, vintersäsongen 2019/2020 - Dubbdäcksandelar räknade på rullande trafik, SLB-rapport 25:2020.
12. Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477
13. Miljökvalitetsmål ”Frisk luft”:
<https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/frisk-luft/>
14. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljö kvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar. SLB-rapport 50:2021.
15. Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts 2019. IVL rapport B 2446. Juni 2011.
16. Luftföroreningar och hälsa:
http://dok.slo.sll.se/CAMM/Faktablad/Luftfororeningar_och_halsa_stockholm_webb.pdf

17. Luft och Miljö - Barns hälsa:
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-1303-5.pdf?pid=21462>
18. Luftföroreningar och astma:
<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/EHP3766>
19. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization, 2021.
20. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, NFS 2019:9:
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2019/nfs-2019-9.pdf>
21. <https://www.sverigesmiljomal.se/sa-fungerar-arbetet-med-sveriges-miljomal>.
22. <https://fn.se/vi-gor/vi-utbildar-och-informerar/fn-info/vad-gor-fn/fns-arbete-for-utveckling-och-fattigdomsbekampning/agenda2030-och-de-globala-malen/>
23. The COST 732 Best Practice Guideline for CFD simulation of flows in the urban environment: a summary. Franke et al., Int. J. Environment and Pollution, Vol 44, 2011
24. LVF 2018 :31. Liljeholmen, ny bebyggelse längs Södertäljevägen. Spridningsberäkningar för partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO2) år 2035.
25. SLB 13 :2021. Liljeholmen – ny bebyggelse längs med Södertäljevägen Spridningsberäkningar för partiklar (PM10) år 2040.
26. Luftkvalitet inom Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Mätresultat år 2019. SLB 3:2020.
27. Undersökning av däcktyp i Sverige vintern 2022 (januari-mars), Trafikverket, 2022:128.
28. Luften i Stockholm år 2022, SLB-rapport 10:2023.
29. Trafikutvecklingen i Stockholm 2022 Trafikkontoret, Stockholms stad, Dnr T2023-0.

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 [19].

Hälsoeffekter konstateras även om luftföroreningshalterna underskrider gällande gränsvärden. Renare luft sparar liv och innebär en bättre hälsa för flertalet [20]. Barn är mer känsliga än vuxna eftersom de generellt tillbringar mer tid utomhus samt att deras lungor inte är färdigutvecklade [17]. Människor som redan har sjukdomar i hjärta, kärl och lungor riskerar att bli sjukare av luftföroreningar [16]. 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 [16]. Luftföroreningar kan utlösa astmaanfall hos både barn och vuxna [18].

År 2021 publicerade Världshälsoorganisationen, WHO, nya riktvärden för utomhusluft efter en översyn av kunskapsläget med fokus på hälsoeffekter kopplade till luftföroreningar [19]. 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 miljökvalitetsnormerna. I Tabell 3 visas WHO:s nya riktvärden för partiklar, PM10.

Resultatet i denna utredning har 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.

Tabell 3. WHO:s nya riktvärden för partiklar, PM10 [19].

Tid för medelvärde	Riktvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
År	15	Medelvärde under ett kalenderår
Dygn	45	Antalet dygn med halt över $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ får inte vara fler än 3–4 per kalenderår

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
www.slb.nu

